

Groupement académique : AIX-MARSEILLE				Session 2026	
Lycée : Alphonse BENOIT					
Ville : L'ISLE SUR LA SORGUE					
N° du projet : 1/4		Nom du projet : ECG – Electro CardioGramme			
Projet nouveau		Oui	Non	Projet interne	
Délai de réalisation		150 heures		Statut des étudiants	
Spécialité des étudiants		ER	IR	Mixte	Formation initiale Apprentissage
Professeurs responsables		C.DEFRANCE (IR) / F.ESCURET (Phys) / C.HORTOLLAND (ER)			
				Nombre d'étudiants	
				5 (3 IRs + 2 ERs)	

1	Présentation et situation du projet dans son environnement.....	3
1.1	Contexte de réalisation.....	3
1.2	Présentation du projet.....	4
1.3	Situation du projet dans son contexte.....	5
1.3.1	Présentation de la société.....	5
1.3.2	Analyse de l'existant.....	5
1.4	Expression du besoin.....	5
1.5	Solution globale proposée.....	5
2	Spécifications.....	7
2.1	Modélisation SysML.....	7
2.1.1	Exigences.....	7
2.1.2	Diagrammes des cas d'utilisation.....	8
2.1.3	Architectures Matérielle & Logicielle.....	8
2.1.4	Scénarios des cas d'utilisation.....	11
2.1.4.1	Visualiser ECG en direct.....	11
2.1.4.2	Générer des signaux imitant une activité cardiaque.....	11
2.2	Contraintes de réalisation.....	11
2.3	Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents).....	11
3	Répartition des tâches par étudiant.....	12
4	Grilles d'aide à la conformité de l'épreuve E6.2 de projet.....	16
4.1	Conformité IR.....	16
4.2	Conformité ER.....	21
5	Planification.....	25
6	Conditions d'évaluation pour l'épreuve E6-2.....	25
6.1	Disponibilité des équipements.....	25

6.2 Atteintes des objectifs du point de vue client.....25

6.3 Avenants :.....25

7 Observation de la commission de Validation.....26

7.1 Avis formulé par la commission de validation :.....26

7.2 Nom des membres de la commission de validation académique :.....26

7.3 Visa de l’autorité académique :.....26

ANNEXE.....28

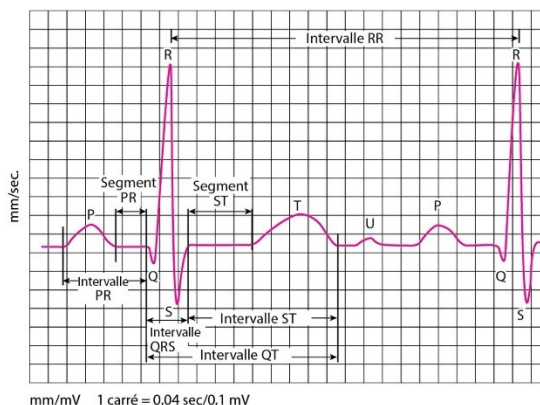
# 1 Présentation et situation du projet dans son environnement

## 1.1 Contexte de réalisation

Constitution de l'équipe de projet :	Étudiant 1 ER <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 2 ER <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 3 ER <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 4 <input checked="" type="checkbox"/> ER IR	Étudiant 5 <input checked="" type="checkbox"/> ER IR
Projet développé :	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Au lycée ou en centre de formation</b> <input type="checkbox"/> En entreprise <input type="checkbox"/> Mixte				
Type de client ou donneur d'ordre (commanditaire) :	Entreprise ou organisme commanditaire : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Nom : CERI Adresse : 339 Chemin des Meinajaries – 84000 AVIGNON Contact : Marc SILANUS Origine du projet : ➤ Idée : Lycée <input checked="" type="checkbox"/> <b>Entreprise</b> ➤ Cahier des charges : Lycée <input checked="" type="checkbox"/> <b>Entreprise</b> ➤ Suivi du projet : <input checked="" type="checkbox"/> <b>Lycée</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Entreprise</b>				
Si le projet est développé en partenariat avec une entreprise :	Nom de l'entreprise : CERI Adresse de l'entreprise : 339 Chemin des Meinajaries – 84000 AVIGNON Site WEB : N/A Tél. : 04 90 81 51 51..... Courriel : <a href="mailto:philippe.gozlan@univ-avignon.fr">philippe.gozlan@univ-avignon.fr</a> <a href="mailto:marc.silanus@univ-avignon.fr">marc.silanus@univ-avignon.fr</a>				

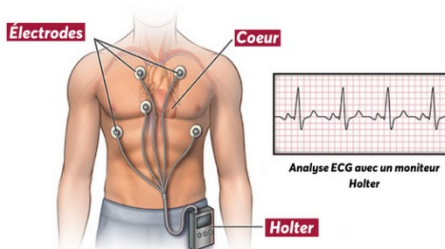
## 1.2 Présentation du projet

« L'électrocardiogramme (ECG) est un tracé obtenu par l'enregistrement et la transcription des courants électriques qui parcourent le cœur au cours de chaque contraction cardiaque.



Cet examen classique de la consultation en cardiologie permet de compléter l'examen clinique, avec d'autres types d'exploration du fonctionnement du cœur (par exemple l'échographie).

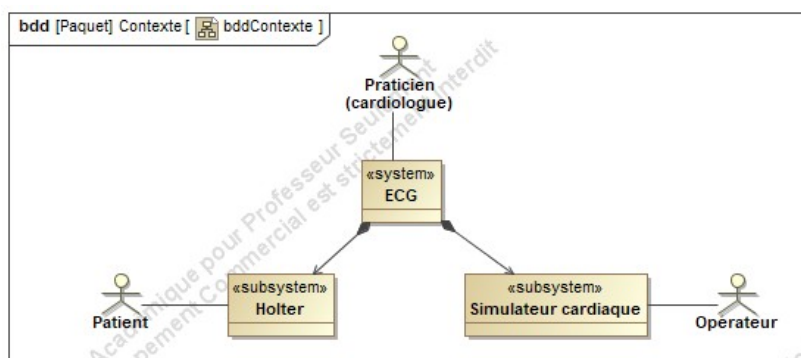
Examen sans douleur et sans danger, l'enregistrement électro cardiographique peut être mené en continu sur plusieurs jours grâce à un dispositif portable miniaturisé, le **holter**. Le cardiologue peut ainsi détecter et analyser des anomalies occasionnelles qui ne se produisent pas forcément durant la consultation médicale. »



Sources : [Vidal](#), [Électrocardiographie](#), [Médipost.shop](#)

L'objectif du projet est de produire :

- un prototype de holter connecté qui remonte des événements caractéristiques comme des dépassements de seuils de fréquence cardiaque et qui enregistre localement l'ECG du patient.
- Un simulateur de signaux électriques imitant l'activité cardiaque qui permet l'exploitation du holter à des fins d'entraînement à la détection de pathologies sans disposer de patient présentant ces pathologies



Articles et sites de référence :

- [Électrocardiographie](#) : Explication des différentes phases d'une contraction cardiaque
- [ECG signals \(1000 fragments\)](#) : Fragments de relevés d'ECG (au format Matlab) dont 15 qui illustrent des dysfonctionnements cardiaques.
- [How to Read an ECG](#)
- [Livre et cours interactif de lecture de tracés électrocardiographiques.](#)
- [Understating ECG Sensors and How to Program one to Diagnose Various Medical Conditions](#)
- [Assessing the AD8232 sensor's effectiveness on telemedicine kits: checking the AD8232 sensor](#)

### 1.3 Situation du projet dans son contexte

Domaine d'activité du système support d'étude :	<p>L'industrie 4.0 et 5.0.</p> <p><b>L'Internet des objets (IoT).</b></p> <p>Les télécommunications.</p> <p>La cybersécurité.</p> <p><b>L'informatique industrielle.</b></p> <p><b>L'informatique embarquée.</b></p> <p>Les centres de services.</p> <p>Les activités de conseils.</p> <p>L'agriculture.</p> <p><b>La santé, le médical, la télémédecine.</b></p> <p>L'automobile et plus largement les nouveaux moyens de déplacements, les transports.</p> <p>L'aéronautique, la défense, l'espace.</p> <p><b>Les sciences et technologies de l'information et de la communication, le multimédia.</b></p> <p>Le commerce des matériels électroniques et numériques.</p>
---	--

#### 1.3.1 Présentation de la société

Voir [le site internet du CERI](#) et notamment la présentation de son [parcours SICOM](#) (Systèmes Informatiques Communicants) du master informatique

#### 1.3.2 Analyse de l'existant

Des enregistreurs ECG connectés existent déjà. Exemples :

- [Electrocardiogram \(ECG\) Monitoring Module \(Université de Sydney\)](#)
- [AD8232 based Smart Healthcare System using Internet of Things \(IoT\)](#)

Cependant, bien souvent, l'analyse des résultats ne se fait pas en direct.

L'objectif du CERI consiste, à terme, à pouvoir réaliser cette analyse en direct à partir d'un système pas trop onéreux dont il a la totale maîtrise.

### 1.4 Expression du besoin

Le cahier des charges du projet découle d'un sujet d'activité proposée aux étudiants du CERI dans le cadre d'une unité d'enseignement (UE) portant sur l'internet des objets (IoT).

Le sujet de cette activité figure en annexes de ce dossier.

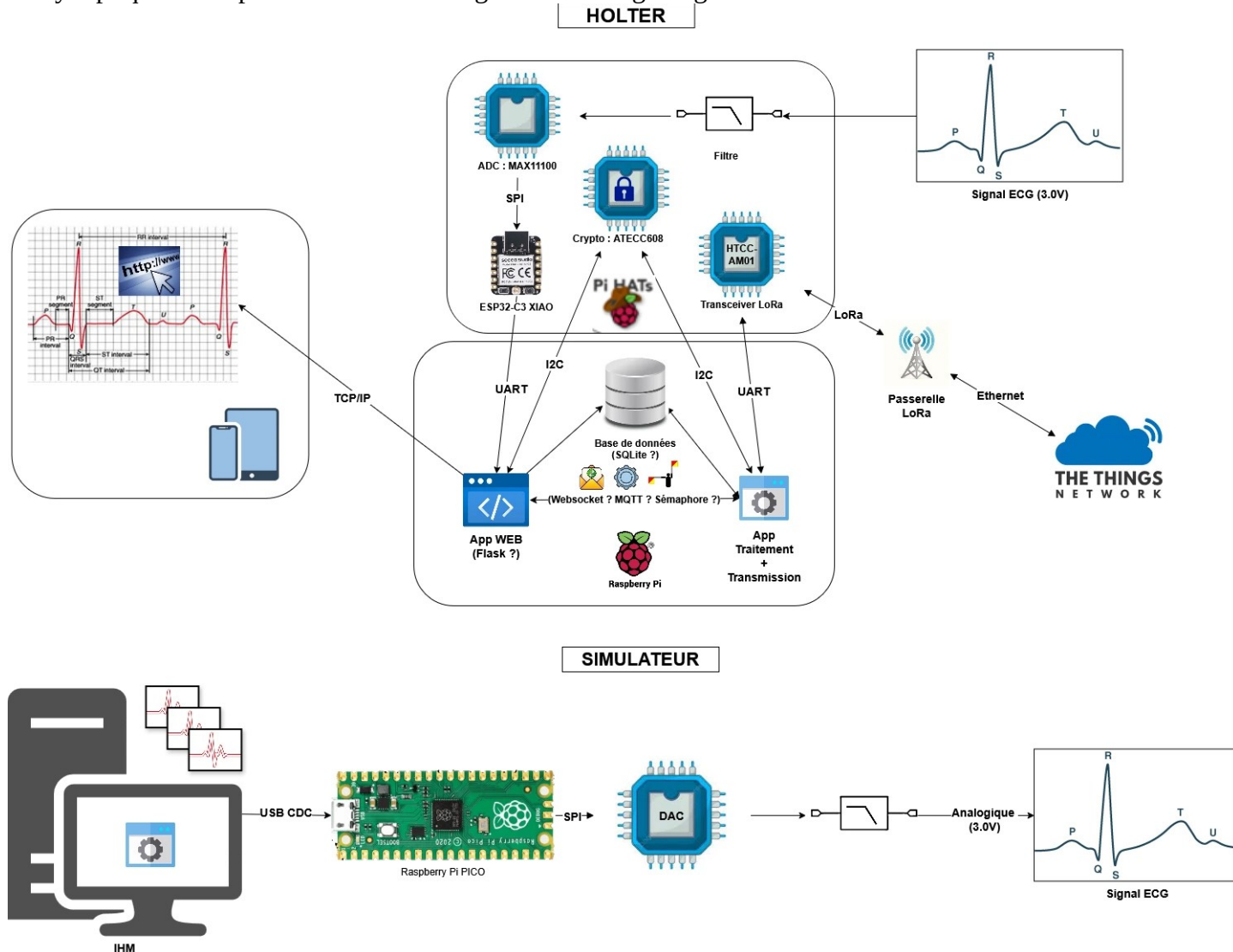
Le CERI a exprimé le souhait de faire évoluer l'architecture du système utilisé dans cette activité de façon à permettre :

- une meilleure intégration (système prêt à l'emploi)
- plus de souplesse au niveau de l'exploitation (simulateur d'activité cardiaque évitant la prise de mesure systématique sur un patient)

- l'utilisation du système dans une autre UE portant sur l'IA (pour la détection automatique d'arythmie par exemple)

### 1.5 Solution globale proposée

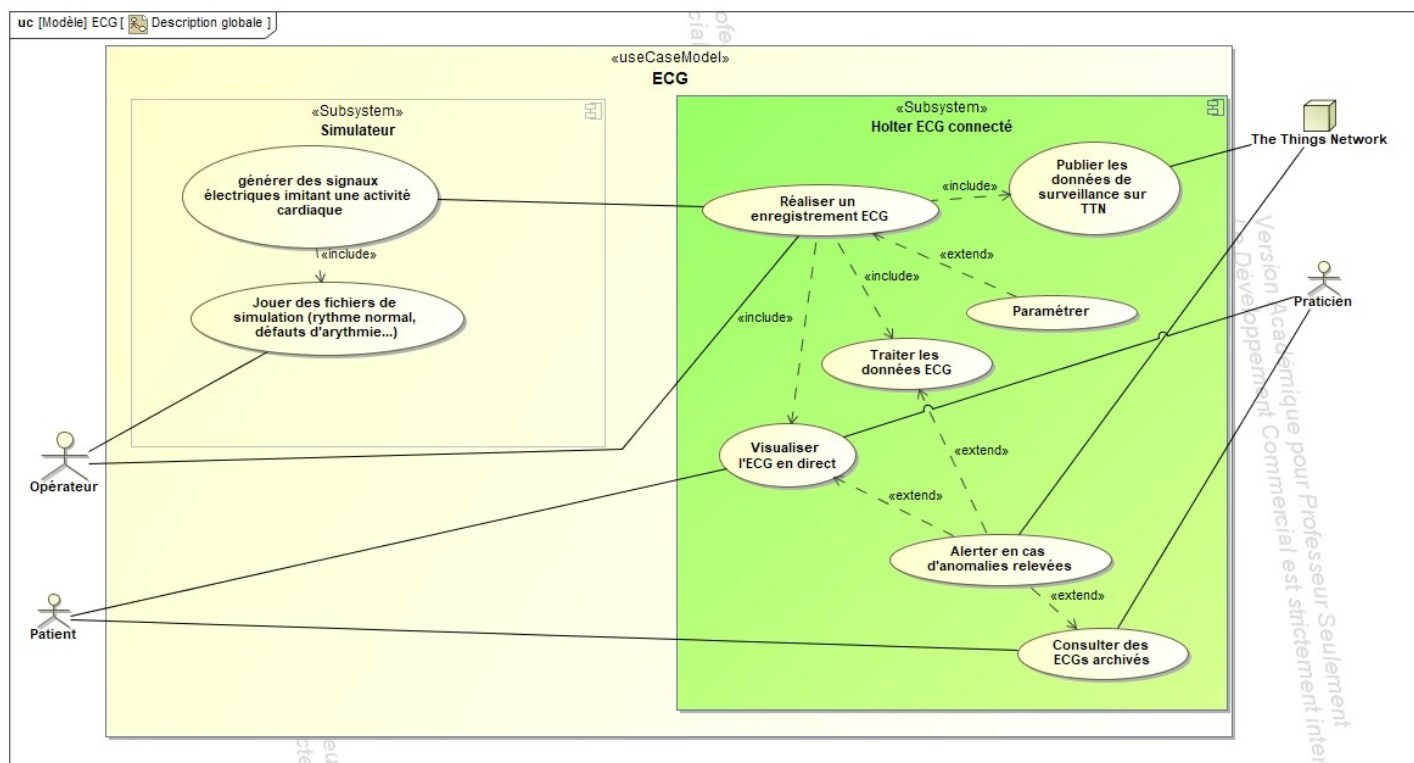
Le synoptique correspondant à la solution globale envisagée figure ci-dessous :





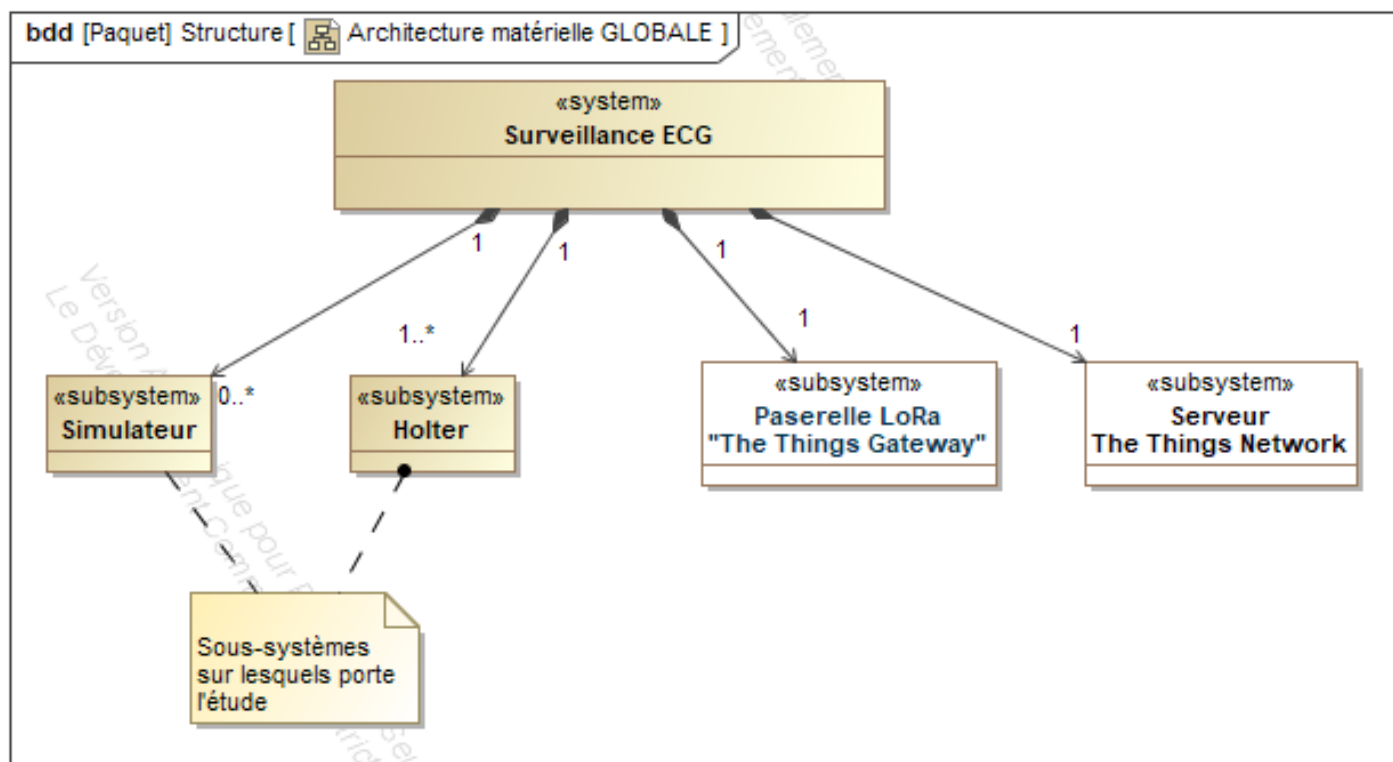


## 2.1.2 Diagrammes des cas d'utilisation

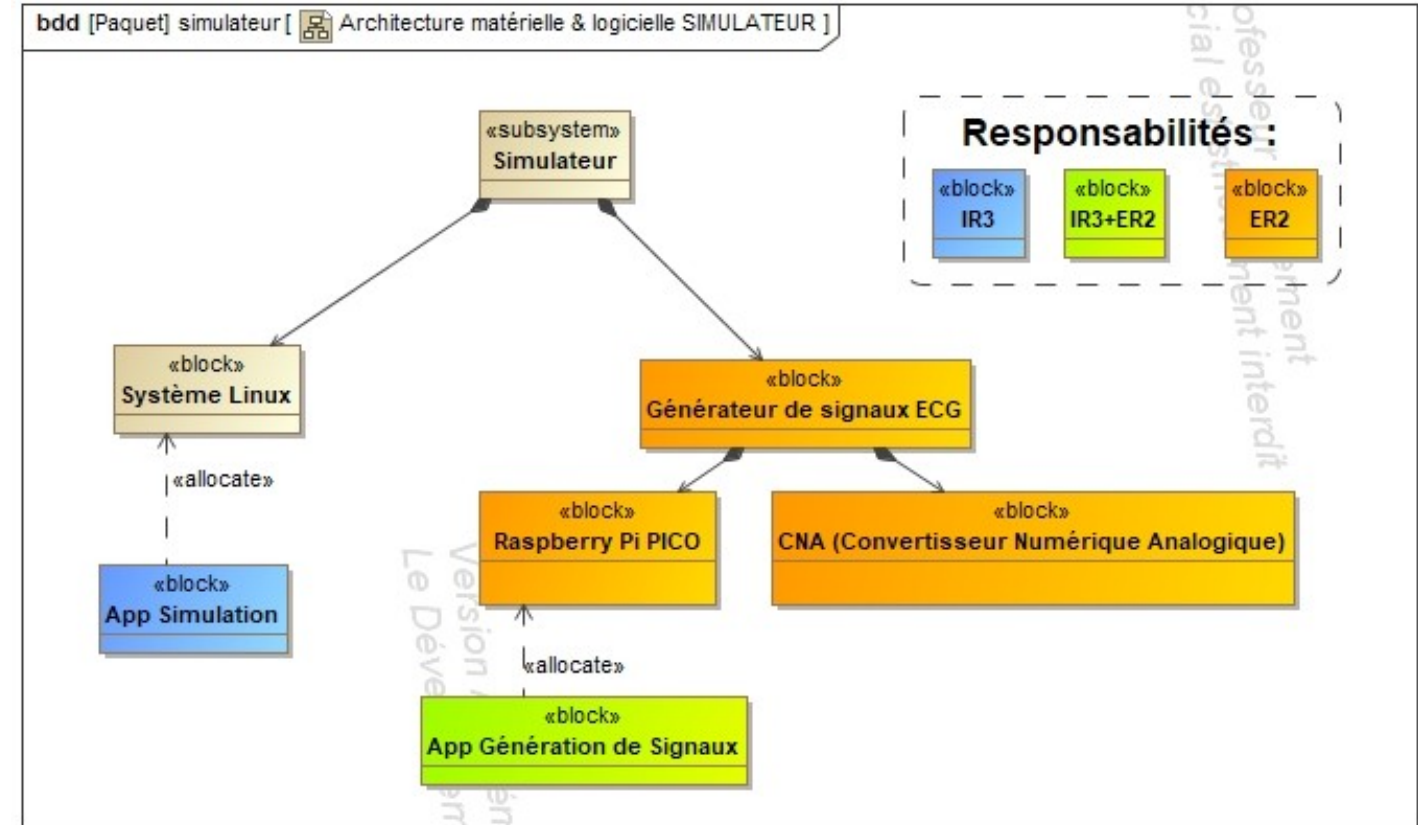
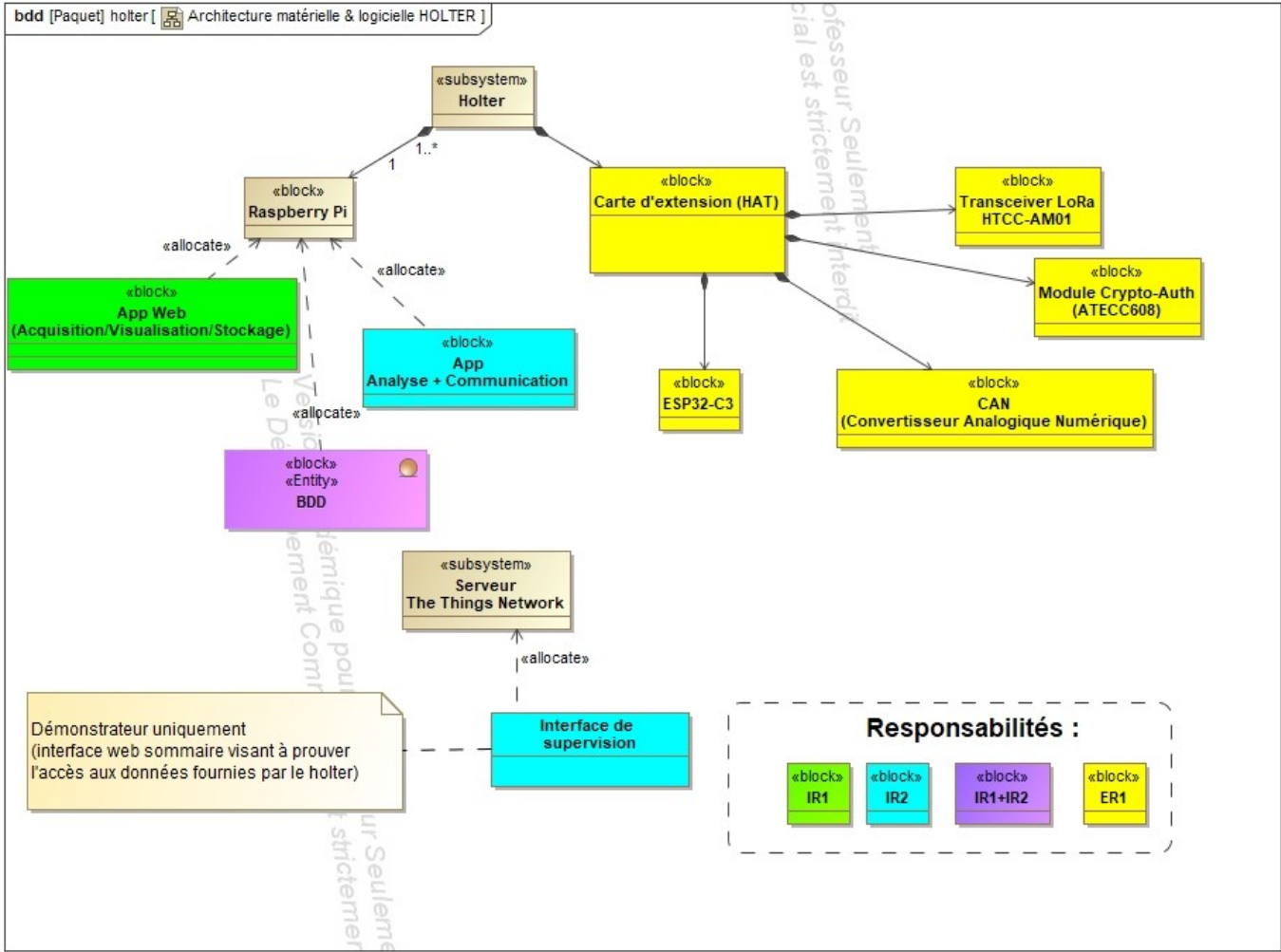


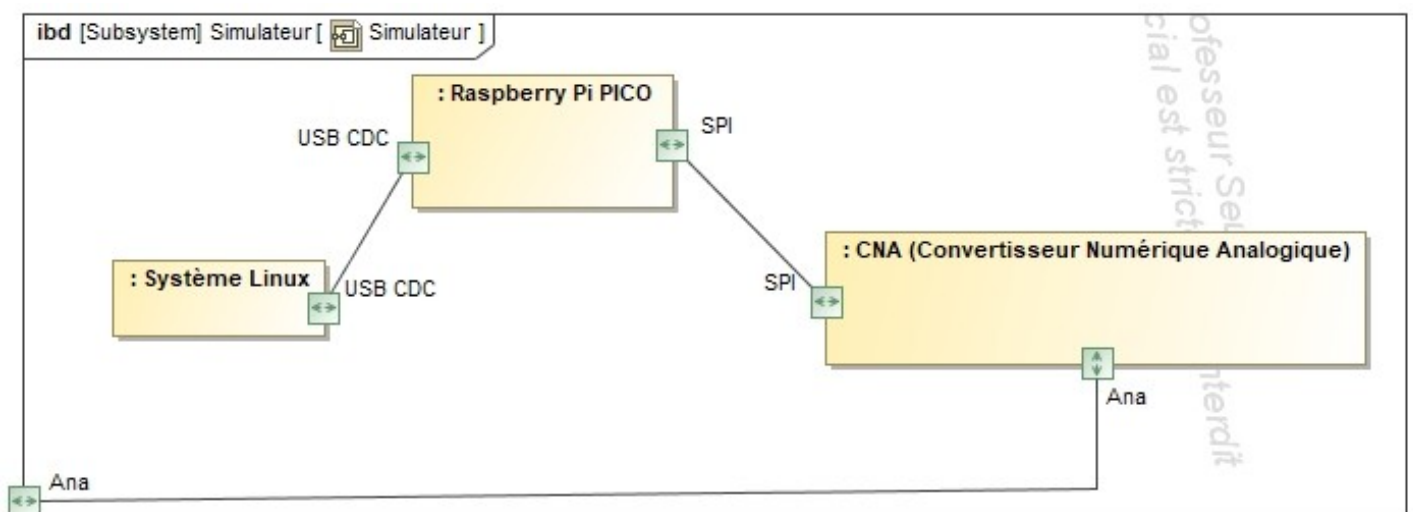
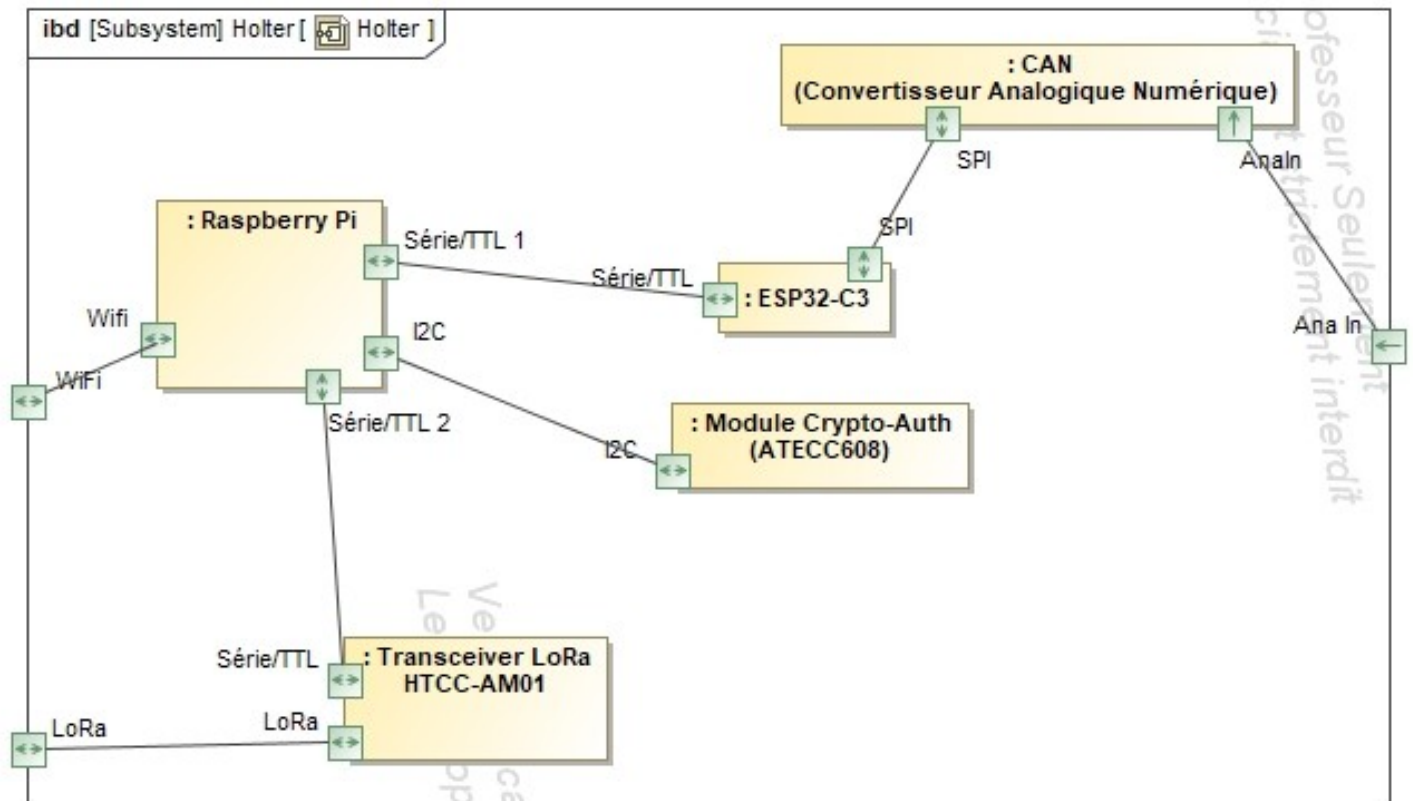
## 2.1.3 Architectures Matérielle & Logicielle

L'architecture matérielle et logicielle du système est présentée ci-dessous sous forme de diagramme de blocs et de blocs internes.





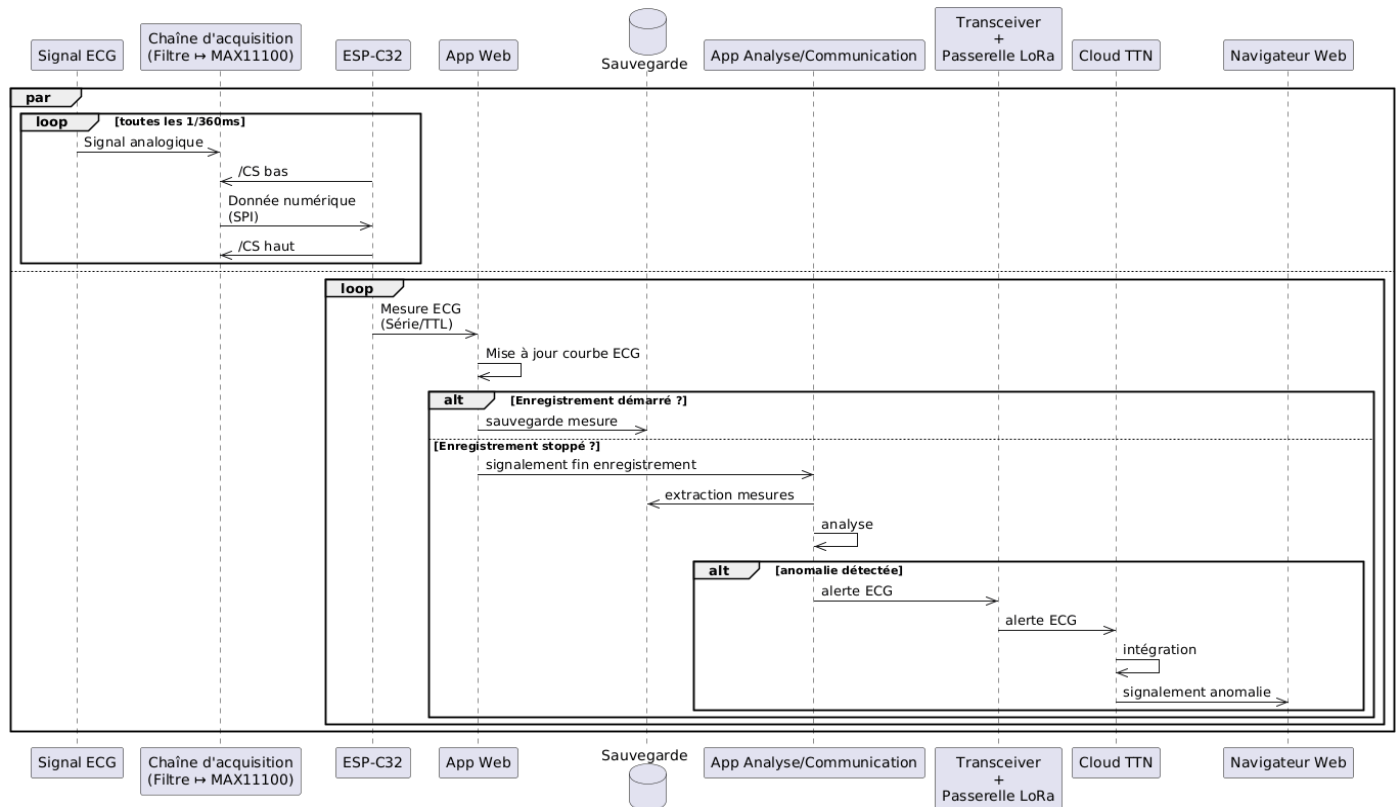




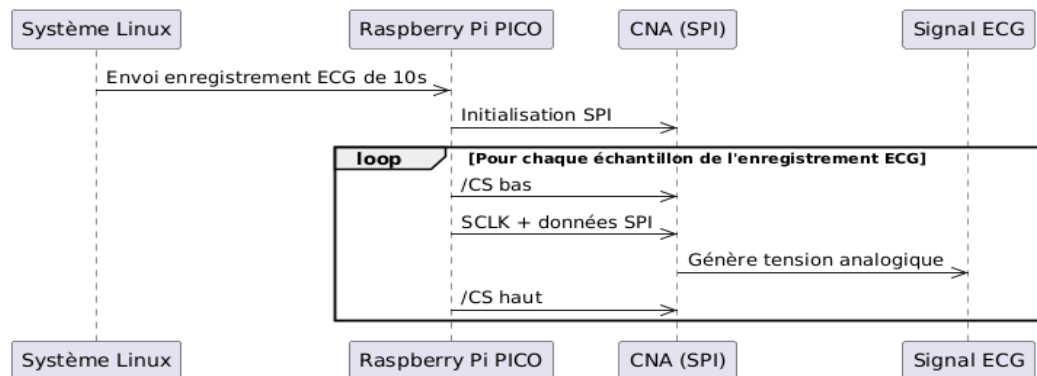
### 2.1.4 Scénarios des cas d'utilisation

Ceux-ci sont globalement décrits ci-dessous sous-forme de diagrammes de séquence SysML

### 2.1.4.1 Réaliser un ECG



### 2.1.4.2 Générer des signaux imitant une activité cardiaque



## 2.2 Contraintes de réalisation

### Contraintes financières (budget alloué) :

Budget estimé : 200€

Le CERI participe au financement du projet.

### Contraintes de développement (matériel et/ou logiciel imposés, technologies utilisées) :

La spécification, conception et codage seront modélisés.

### Contraintes qualité (conformité, délais, ...) :

Maintenable, maniable (ergonomie)

### Contraintes de fiabilité, sécurité :

Les accès logiciels seront sécurisés.

## 2.3 Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents)

Matériels :

- PCs Windows/Linux
- Cartes Raspberry Pi
- Carte Raspberry Pi PICO
- Cartes de développement [Heltec HTCC-AB01](#)
- Breakout ATECC608
- Composants et matériel de câblage (Transceiver LoRa HTCC-AM01, Convertisseur Analogique numérique, Convertisseur Numérique Analogique...)
- Platine d'essai type Labdec (ERs+IRs)
- Appareils de mesure (oscilloscope, multimètre, analyseur logique)

Logiciels :

- Logiciel de modélisation SysML/UML : MagicDraw v7.02
- Logiciels de conception électronique : KiCad 9
- Logiciel de conception électronique Fritzing uniquement pour illustrer le prototypage rapide
- Environnements de développement

Documentation :

- sites de la section BTS CIEL mettant à disposition les différentes documentations :
  - [Projet ECG IR 2026](#)
  - [Projet ECG ER 2026](#)

## 3 Répartition des tâches par étudiant

Étudiant n°1  <b>IR1</b>	<b>Holter ECG :</b> <b>Acquisition/Visualisation/Stockage/Intégration</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S'approprier la programmation avec un framework Python orienté application web (Flask ?, Dash ?...)</li> <li>• Définir un format de trame série pour l'acquisition des mesures ECG</li> <li>• Mettre en place un dialogue avec l'application d'<b>IR2</b> (technologie : websocket ? MQTT ?, format, fréquence)</li> <li>• Définir avec <b>IR2</b> la stratégie de stockage mutualisé des ECGs (SQLite ? Redis ? Autre ?) et le format des données (MCD)</li> <li>• Collaborer avec <b>ER1</b> pour la programmation du module responsable de la sérialisation des acquisitions ECG (module ESP32-C3)</li> <li>• Installer/Configurer/Sécuriser serveur web applicatif (Nginx + Gunicorn ?)</li> <li>• Concevoir/Coder/Tester une application web d'acquisition/visualisation/stockage des ECGs</li> <li>• Assurer la gestion de version logicielle (Forge logicielle Framagit)</li> <li>• Rédiger avec <b>IR2</b> un manuel de démarrage rapide pour l'installation et l'utilisation des différents constituants</li> <li>• Travailler en étroite collaboration avec</li> </ul>	<b>Installation/Configuration :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raspberry Pi / VM Debian</li> <li>• Serveur Web applicatif</li> <li>• Broker MQTT (opt.)</li> <li>• Environnement de développement Web</li> <li>• Environnement de développement Qt/C++</li> </ul> <b>Mise en œuvre :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmation Web</li> <li>• Programmation Qt/C++</li> <li>• Programmation Réseau</li> <li>• Base de données</li> <li>• Liaison série</li> </ul> <b>Réalisation :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Site web de supervision du holter avec acquisition/visualisation/stockage des ECGs</li> </ul> <b>Documentation :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guide de démarrage rapide</li> <li>• Gestion de version logicielle</li> <li>• Dossier de développement</li> <li>• Fiche recette (fonctionnalités + sécurité)</li> </ul>
--------------------------------	--	--

	IR2 et ER1	
Étudiant n°2  <b>IR2</b>	<b>Holter ECG : Stockage/Traitement/Communication/Intégration</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se renseigner sur la technologie LoRa</li> <li>Mettre en place un dialogue et/ou synchronisation avec l'application d'<b>IR1</b> (technologies : websocket ? MQTT ?, sémaphore ? / format / fréquence)</li> <li>Définir avec <b>IR1</b> la stratégie de stockage mutualisé des ECGs (SQLite ? Redis ? Autre ?) et le format des données (MCD)</li> <li>Se renseigner sur les algorithmes de traitement de données ECG pour détecter la fréquence cardiaque</li> <li>S'approprier le fonctionnement du transceiver LoRa (commandes AT)</li> <li>Concevoir/Coder/Tester une application de lecture/traitement/analyse des ECGs stockés par <b>IR1</b> avec émission LoRa d'alerte vers le cloud TTN en cas d'anomalie détectée (C++/Qt ? Python ?)</li> <li>Développer un démonstrateur de dashboard distant sur le cloud TTN (visualisation des alertes/ECGs transmis)</li> <li>Assurer la gestion de version logicielle (forge logicielle Framagit)</li> <li>Rédiger avec <b>IR1</b> un manuel de démarrage rapide pour l'installation et l'utilisation des différents constituants</li> <li>Collaborer étroitement avec étudiants <b>IR1</b> et <b>ER1</b></li> </ul>	<b>Installation/Configuration :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Raspberry Pi / VM Debian</li> <li>Broker MQTT (opt.)</li> <li>Base de données</li> <li>Environnement de développement Web</li> <li>Environnement de développement Qt/C++ et/ou Python</li> </ul> <b>Mise en œuvre :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programmation C/C++ Qt et/ou Python</li> <li>Programmation réseau</li> <li>Programmation web</li> <li>Bases de données</li> <li>Technologie LoRa</li> <li>Liaison série/TTL</li> </ul> <b>Réalisation :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Application de lecture/traitement/analyse des ECGs stockés avec émission LoRa d'alerte vers le cloud TTN en cas d'anomalie détectée</li> </ul> <b>Documentation :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guide de démarrage rapide</li> <li>Gestion de version logicielle</li> <li>Dossier de développement</li> <li>Fiche recette (fonctionnalités + sécurité)</li> </ul>
Étudiant n°3  <b>IR3</b>	<b>Simulateur ECG</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Constituer un référentiel numérique de captures ECG, à partir desquelles la carte devra produire des signaux compatibles avec le holter ECG</li> <li>S'approprier la programmation MicroPython sur le Raspberry Pi PICO</li> <li>Concevoir/Coder/Tester sur le Raspberry Pi PICO une application MicroPython de génération de signaux ECG à travers un CNA sur bus SPI</li> <li>Concevoir/Coder/Tester une application C++/Qt permettant d'envoyer via liaison série les données de simulation ECG sur le Raspberry Pi PICO</li> <li>Assurer la gestion de version logicielle (forge logicielle Framagit)</li> <li>Rédiger avec <b>ER2</b> un manuel de démarrage rapide pour l'installation et l'utilisation des différents constituants</li> <li>Collaborer étroitement avec l'étudiant <b>ER2</b></li> </ul>	<b>Installation/Configuration :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Raspberry Pi / VM Debian</li> <li>Framework Qt/C++ et IDE QtCreator</li> <li>Environnement de développement MicroPython</li> </ul> <b>Mise en œuvre :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programmation C/C++ Qt</li> <li>Bus SPI</li> </ul> <b>Réalisation :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Application Qt graphique assurant la génération de signaux ECG réalistes à partir d'une bibliothèque de relevés</li> </ul> <b>Documentation :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guide de démarrage rapide</li> <li>Gestion de version logicielle</li> <li>Dossier de développement</li> <li>Fiche recette (fonctionnalités + sécurité)</li> </ul>
Étudiant n°4  <b>ER1</b>	<b>Holter ECG</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prendre connaissance du dossier final de la version 2025 du projet ECG.</li> </ul>	<b>Installation/Configuration :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Environnement de développement pour Raspberry Pi</li> </ul> <b>Mise en œuvre :</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser, et tester la carte holter ECG de cette version. Constater les limitations de cette version.</li> <li>Une nouvelle version du holter ECG est proposée, toujours autour d'une carte Raspberry Pi, se limitant à gérer des signaux produits par le simulateur ECG et intégrant un composant lié à la cybersécurité.</li> <li>Valider cette nouvelle structure avec l'étudiant <b>IR2</b>.</li> <li>Effectuer un routage de cette nouvelle carte et produire les fichiers afin que la fabrication du PCB soit sous-traitée.</li> <li>Le routage devra tenir compte de toutes les contraintes d'intégration sur un Hat Rpi et d'une éventuelle mise en boîtier.</li> <li>Câbler le PCB et effectuer les essais.</li> <li>Documenter la mise en service de la carte finalisée, ainsi que sa maintenance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tests matériels et logiciels de la version 2025.</li> <li>Valider en câblage rapide la nouvelle structure proposée, en lien avec l'étudiant IR concerné.</li> <li>ADC sur bus SPI avec programmation en C/C++</li> </ul> <p><b>Réalisation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Saisir le schéma structurel de la nouvelle version de la carte holter.</li> <li>Concevoir un circuit imprimé devant être fabriqué industriellement.</li> <li>Câbler et tester la carte.</li> </ul> <p><b>Documentation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schéma de câblage rapide (Fritzing) pour documenter chaque phase d'essai.</li> <li>Documents de fabrication de la carte (Projet KiCad). Ces documents devront avoir un niveau de qualité permettant une fabrication industrielle du circuit imprimé.</li> <li>Schéma structurel avec contours IBD.</li> <li>Liste complète des composants avec leur source d'approvisionnement, code commande et prix.</li> <li>Programme en C/C++ accompagné des commentaires et diagrammes nécessaires à sa compréhension.</li> <li>Fiche de mise en service</li> <li>Fiche de dépannage.</li> </ul>
<p>Étudiant n°5</p> <p><b>ER2</b></p>	<p><b>Simulateur ECG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prendre connaissance du dossier final de la version 2025 du projet ECG.</li> <li>Analyser, et tester la carte simulateur ECG de cette version. Constater les limitations de cette version.</li> <li>Une nouvelle version du simulateur est proposée autour d'une carte Raspberry Pi Pico, pouvant récupérer sur son port USB des données issues de captures ECG (stockées sur PC ou RPI), et générer au travers d'un filtre passe bas le signal analogique à transmettre à la carte holter.</li> <li>Valider cette nouvelle structure avec l'étudiant <b>IR3</b>.</li> <li>Effectuer un routage de cette nouvelle carte et produire les fichiers afin que la fabrication du PCB soit sous-traitée.</li> <li>Le routage devra tenir compte de toutes les contraintes d'intégration permettant une connexion sur port USB et une éventuelle mise en boîtier.</li> <li>Câbler la carte et effectuer les essais.</li> <li>Documenter la mise en service de la carte finalisée, ainsi que sa maintenance.</li> </ul>	<p><b>Installation/Configuration :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Environnement de développement pour Raspberry Pi Pico</li> </ul> <p><b>Mise en œuvre :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tests matériels et logiciels de la version 2025.</li> <li>Valider en câblage rapide la nouvelle structure proposée, en lien avec l'étudiant IR concerné.</li> <li>DAC sur bus SPI</li> </ul> <p><b>Réalisation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Saisir le schéma structurel de la nouvelle version de la carte simulateur ECG.</li> <li>Concevoir un circuit imprimé devant être fabriqué industriellement.</li> <li>Câbler et tester la carte.</li> </ul> <p><b>Documentation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schéma de câblage rapide (Fritzing) pour documenter chaque phase d'essai.</li> <li>Documents de fabrication de la carte (Projet KiCad). Ces documents devront avoir un niveau de qualité permettant une fabrication industrielle du circuit imprimé.</li> <li>Schéma structurel avec contours IBD.</li> <li>Liste complète des composants avec leur source d'approvisionnement, code commande et prix.</li> <li>Programme accompagné des commentaires et diagrammes nécessaires à sa compréhension.</li> <li>Fiche de mise en service</li> <li>Fiche de dépannage.</li> </ul>
Tous les étudiants	<p>✓ <i>Documents de vie de projet</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fiches de lecture croisée</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comptes rendus de réunion</li></ul> <p>✓ <i>Domaines de physique à traiter par l'ensemble des étudiants de l'équipe projet :</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Puissance et énergie.</li><li>• Production de signaux</li><li>• Capteurs</li><li>• Lignes de transmission</li><li>• Transmissions numériques-</li></ul>	
--	--	--



## 4 Grilles d'aide à la conformité de l'épreuve E6.2 de projet

### 4.1 Conformité IR

Grille d'aide à la conformité IR de l'épreuve E6.2 de projet

Identification :			
Diplôme :	BTS CIEL		
Epreuve :	Valorisation de la donnée et cybersécurité		
Sous-épreuve E6 Option A:	1 : stage ; 2 : lors de la réalisation du projet ; 3 : soutenance		
Coefficient :	7		
Durée :	150 heures		
Session :	2026		
Date de l'épreuve :	En attente		
Support du projet :			
Le projet doit se référer à un support technologique industriel caractéristique de l'environnement propre au BTS CIEL :			
L'industrie 4.0 et 5.0.		Les activités de conseils.	
L'Internet des objets (IoT).	X	L'agriculture.	
Les télécommunications.		La santé, le médical, la télémédecine.	X
La cybersécurité.		L'automobile et plus largement les nouveaux moyens de déplacements, les transports.	
L'informatique industrielle.		L'aéronautique, la défense, l'espace.	
L'informatique embarquée.	X	Les sciences et technologies de l'information et de la communication, le multimédia.	
Les centres de services.		Le commerce des matériels électroniques et numériques.	
Le support est défini par un dossier remis au candidat qui doit comporter :			
La situation du projet dans son contexte	X	Les ressources mises à disposition (cf. infra)	X
Le cahier des charges comportant une formulation suffisante et précise des besoins du demandeur	X	Les délais	X
Les contraintes techniques et économiques	X		

Finalité de l'épreuve IR correspondant au pôle d'activités " <b>valorisation de la donnée et cybersécurité</b> " : Cocher les cases correspondantes aux activités puis tâches demandées au candidat :			
D1 : élaboration et appropriation d'un cahier des charges		D 4 : valorisation de la donnée	
T1 : collecte des informations	X	T1 : collecte de la donnée	X
T2 : analyse des informations	X	T2 : stockage de la donnée	X
T3 : interprétation d'un cahier des charges	X	T3 : orchestration de la donnée	X
T4 : formalisation d'un cahier des charges	--	T4 : analyse de la donnée	X
		T5 : exploitation de la donnée	X
D2 : développement et validation de solutions logicielles		D5 : audit de l'installation ou du système	
T1 : conception de l'architecture d'une solution logicielle	X	T1 : évaluation des biens et moyens dans le périmètre de l'audit	X
T2 : modélisation d'une solution logicielle	X	T2 : évaluation de la conformité	X
T3 : développement, utilisation ou adaptation de composants logiciels	X	T3 : évaluation du contrôle d'accès	X
T4 : tests de mise en production	X	T4 : évaluation de la gestion de compte	X
T5 : recette et validation	X	T5 : évaluation de la sécurité	X
D3 : gestion des incidents			
T1 : ouverture et analyse des tickets par niveau de criticité	--		
T2 : traitements des tickets	--		
T3 : remédiation des incidents	--		
T4 : élaboration des rapports d'incidents	--		
T5 : transmission de l'information (escalade)	--		
Moyens et ressources à fournir aux candidats au regard des compétences évaluées :			
C1 : communiquer en situation professionnelle (français/anglais)			
D1 : élaboration et appropriation d'un cahier des charges			
Le dossier préliminaire du projet (expression du besoin, étude de marché, ...)	X	Les outils logiciels (bureautique, modélisation, média, planification, ...)	X

La documentation des équipements de l'entreprise (infrastructures matérielles et logicielles, ...)	X	Les contacts des intervenants sur le projet (internes, sous-traitants, client, ...)	X
Les moyens d'accès à internet	X		
D3 : gestion des incidents			
Les outils logiciels (traçabilité de l'information, de tests, d'analyse et traitement de l'incident, ...)	X	Les accès physiques nécessaires	X
Les documentations et procédures de traitement des incidents (support de rapport d'incidents, ...)	--	Les contacts nécessaires (annuaire, liste de contacts) chez les clients et pour escalade	--
Les expertises et prestataires métiers (fournisseurs de services en nuage, d'équipements informatiques, ...)	X	Les fiches réflexes de sensibilisation	--
L'outillage d'intervention sur les infrastructures matérielles	X		
D5 : audit de l'installation ou du système			
Les outils logiciels d'évaluation (scan de vulnérabilité, de réseaux, ...)	X	Les documents réglementaires, normatifs adoptés au sein de l'entreprise et du secteur de la sécurité des systèmes d'information	--
La documentation des équipements à auditer (infrastructures matérielles, logicielles, ...)	X	Le contrat de prestation de service	--
Les infrastructures à auditer	X	Les documentations et procédures d'audit (support de rapport d'audit, procédures techniques des outils d'audit)	X
Les utilisateurs et les exploitants	X		
C3 : gérer un projet			
D1 : élaboration et appropriation d'un cahier des charges			
Le dossier préliminaire du projet (expression du besoin, étude de marché, ...)	X	Les outils logiciels (bureautique, modélisation, média, planification, ...)	X
La documentation des équipements de l'entreprise (infrastructures matérielles et logicielles, ...)	X	Les contacts des intervenants sur le projet (internes, sous-traitants, client, ...)	X
Les moyens d'accès à internet	X		

D 4 : valorisation de la donnée			
Les bases de données (format numérique ou physique)	X	Le poste de travail permettant les traitements de données massifs (RAM, CPU suffisants)	X
Les logiciels de traitement de données	X	Les supports hors connexion pour les sauvegardes des bases de données	X
Les procédures / scripts préexistants pour un modèle de traitement de données défini	X		
D5 : audit de l'installation ou du système			
Les outils logiciels d'évaluation (scan de vulnérabilité, de réseaux, ...)	X	Les documents réglementaires, normatifs adoptés au sein de l'entreprise et du secteur de la sécurité des systèmes d'information	--
La documentation des équipements à auditer (infrastructures matérielles, logicielles, ...)	X	Le contrat de prestation de service	--
Les infrastructures à auditer	X	Les documentations et procédures d'audit (support de rapport d'audit, procédures techniques des outils d'audit)	X
Les utilisateurs et les exploitants	X		
C8 : coder			
D2 : développement et validation de solutions logicielles			
Le cahier des charges	X	Les infrastructures	X
Les outils de modélisation	X	Les logiciels de développement	X
L'environnement de test	X	Un poste de travail adapté aux besoins de développement (spécifications techniques particulières)	X
La documentation des équipements de l'entreprise (infrastructures matérielles, logicielles, ...)	X		
D 4 : valorisation de la donnée			
Les bases de données (format numérique ou physique)	X	Le poste de travail permettant les traitements de données massifs (RAM, CPU suffisants)	X
Les logiciels de traitement de données	X	Les supports hors connexion pour les sauvegardes des bases de données	X

Les procédures / scripts préexistants pour un modèle de traitement de données défini	X		
C10 : exploiter un réseau informatique			
D3 : gestion des incidents			
Les outils logiciels (traçabilité de l'information, de tests, d'analyse et traitement de l'incident, ...)	X	Les accès physiques nécessaires	X
Les documentations et procédures de traitement des incidents (support de rapport d'incidents, ...)	X	Les contacts nécessaires (annuaire, liste de contacts) chez les clients et pour escalade	X
Les expertises et prestataires métiers (fournisseurs de services en nuage, d'équipements informatiques, ...)	X	Les fiches réflexes de sensibilisation	X
L'outillage d'intervention sur les infrastructures matérielles	X		
D5 : audit de l'installation ou du système			
Les outils logiciels d'évaluation (scan de vulnérabilité, de réseaux, ...)	X	Les documents réglementaires, normatifs adoptés au sein de l'entreprise et du secteur de la sécurité des systèmes d'information	--
La documentation des équipements à auditer (infrastructures matérielles, logicielles, ...)	X	Le contrat de prestation de service	--
Les infrastructures à auditer	X	Les documentations et procédures d'audit (support de rapport d'audit, procédures techniques des outils d'audit)	X
Les utilisateurs et les exploitants	X		

## 4.2 Conformité ER

Grille d'aide à la conformité ER de l'épreuve E6.2 de projet

Identifications :	
Diplôme :	BTS CIEL

Epreuve :	Réalisation et maintenance de produits électroniques		
Sous-épreuve :	E6 - B 1 : stage ; 2 : lors de la réalisation du projet ; 3 : soutenance		
Coefficient :	7		
Durée :	150 heures		
Session :	2026		
Date de l'épreuve :	En attente		
Support du projet :			
Le projet doit se référer à un support technologique industriel caractéristique de l'environnement propre au BTS CIEL :			
L'industrie 4.0 et 5.0.		Les activités de conseils.	
L'Internet des objets (IoT).	X	L'agriculture.	
Les télécommunications.		La santé, le médical, la télémédecine.	X
La cybersécurité.		L'automobile et plus largement les nouveaux moyens de déplacements, les transports.	
L'informatique industrielle.		L'aéronautique, la défense, l'espace.	
L'informatique embarquée.	X	Les sciences et technologies de l'information et de la communication, le multimédia.	
Les centres de services.		Le commerce des matériels électroniques et numériques.	
Le support est défini par un dossier remis au candidat qui doit comporter :			
La situation du projet dans son contexte	X	Les ressources mises à disposition (cf. infra)	X
Le cahier des charges comportant une formulation suffisante et précise des besoins du demandeur	X	les délais	X
Les contraintes techniques et économiques	X		
Finalité de l'épreuve ER correspondant au pôle d'activités "réalisation et maintenance de produits électroniques" : Cocher les cases correspondantes aux activités puis tâches demandées au candidat :			
E3 : production et assemblage d'ensemble électroniques		E5 : maintenance et réparation de produits électroniques	
T1 : préparation, assemblage et contrôle des cartes et/ou des sous-ensembles électroniques communicants au vu d'une installation	X	T1 : identification des fonctions constitutives d'une carte électronique, d'un sous-ensemble ou d'un système	
T2 : configuration et intégration des outils de production et/ou des équipements (matériels et logiciels) ainsi que le matériel de contrôle	X	T2 : constat et identification du dysfonctionnement	

T3 : renseignement du suivi de production		T3 : réalisation d'une opération de réparation ou de maintenance corrective, préventive ou améliorative	
		T4 : test et vérification de la conformité	
		T5 : renseignement de la fiche technique d'intervention et/ou le cahier de maintenance	
		T6 : rédaction d'une fiche d'intervention	
E4 : intégration matérielle et logicielle			
T1 : vérification préalable du fonctionnement des cartes et/ou sous-ensembles électroniques	X		
T2 : intégration mécanique des sous-ensembles électronique, électrique, automatique, filaire et optique	X		
T3 : intégration des équipements électroniques communicants sur site	X		
T4 : installation et paramétrage des logiciels et des équipements communicants	X		
T5 : vérification des caractéristiques de fonctionnement et réception par le donneur d'ordre	X		
Moyens et ressources à fournir aux candidats au regard des compétences évaluées :			
C1 : communiquer en situation professionnelle (français/anglais)			
E4 : intégration matérielle et logicielle			
Le dossier d'installation et/ou les notices d'installation et d'utilisation et/ou bon de commande	X	Les matériels de tests et de validation	X
Le plan d'installation électrique		Les outillages	X
Les procédures de tests		Le dossier de recette et PV de réception	
La liste des matériels à installer	X	Les EPIC	
E5 : maintenance et réparation de produits électroniques			
La carte ou l'ensemble électronique et l'ensemble des composants		Les documentations techniques	
Le plan de raccordement du sous-ensemble ou du système		Les outillages, les équipements et appareils de mesures et de contrôle	



Les informations données par le client		Les logiciels de diagnostics et procédures de test	
Les procédures contractuelles		Les EPIC	
Les informations sur le dysfonctionnement			
C3 : gérer un projet			
E3 : production et assemblage d'ensemble électroniques			
Les guides d'assemblages et consignes		Les outillages, testeurs et appareils de mesures	X
Le projet d'installation et/ou le cahier des clauses techniques particulières (CCTP)		Les documentations techniques	X
Les procédures d'installation préconisées par le constructeur et/ou par l'entreprise		LES EPIC	
E4 : intégration matérielle et logicielle			
Le dossier d'installation et/ou les notices d'installation et d'utilisation et/ou bon de commande	X	Les matériels de tests et de validation	X
Le plan d'installation électrique		Les outillages	X
Les procédures de tests		Le dossier de recette et PV de réception	
La liste des matériels à installer	X	Les EPIC	
C7 : réaliser des maquettes et des prototypes			
E3 : production et assemblage d'ensemble électroniques			
Les guides d'assemblages et consignes		Les outillages, testeurs et appareils de mesures	X
Le projet d'installation et/ou le cahier des clauses techniques particulières (CCTP)		Les documentations techniques	X
Les procédures d'installation préconisées par le constructeur et/ou par l'entreprise		LES EPIC	
E4 : intégration matérielle et logicielle			
Le dossier d'installation et/ou les notices d'installation et d'utilisation et/ou bon de commande	X	Les matériels de tests et de validation	X
Le plan d'installation électrique		Les outillages	X

Les procédures de tests		Le dossier de recette et PV de réception	
La liste des matériels à installer	X	Les EPIC	
C11 : maintenir un système électronique			
E5 : maintenance et réparation de produits électroniques			
La carte ou l'ensemble électronique et l'ensemble des composants		Les documentations techniques	
Le plan de raccordement du sous-ensemble ou du système		Les outillages, les équipements et appareils de mesures et de contrôle	
Les informations données par le client		Les logiciels de diagnostics et procédures de test	
Les procédures contractuelles		Les EPIC	
Les informations sur le dysfonctionnement			

## 5 Planification

Début du projet (Dp)	semaine 2	: 05/01/2026.
Revue 1 (R1)	semaine 6	: 02/02/2026 → 06/02/2026.
Revue 2 (R2)	semaine 14	: 30/03/2026 → 03/04/2026
Revue 3 (R3) certificative	semaine 19	: 04/05/2026 → 07/05/2026 (Certificative)
Remise du projet (Rp)	semaine 22	: 29/05/2026
Soutenance finale (Sf)	semaine 25	: à partir du 15/06/2026.

## 6 Conditions d'évaluation pour l'épreuve E6-2

### 6.1 Disponibilité des équipements

L'équipement sera-t-il disponible ?

☒ Oui

Non

### 6.2 Atteintes des objectifs du point de vue client

Que devra-t-on observer à la fin du projet qui témoignera de l'atteinte des objectifs fixés, du point de vue du client :

**L'étudiant devra être capable de mettre en œuvre les tâches dont il a la charge.**

**Dans le meilleur des cas , l'intégration et les cas d'utilisation seront opérationnels, en respectant les contraintes.**

### 6.3 Avenants :

Date des avenants : ..... Nombre de pages : .....

## 7 Observation de la commission de Validation

Ce document initial :

comprend 30 pages avec les documents annexes suivants :

- sujet d'activité proposée aux étudiants du CERI dans le cadre d'une unité d'enseignement (UE) portant sur l'internet des objets (IoT)

(À remplir par la commission de validation qui valide le sujet de projet)

a été utilisé par la Commission Académique de validation qui s'est réunie à Gardanne....., le 19/11/2025

Contenu du projet :	Défini	Insuffisamment défini	Non défini
Problème à résoudre :	Cohérent techniquement	Pertinent / À un niveau BTS SN	
Complexité technique : (liée au support ou au moyen utilisés)	Suffisante	Insuffisante	Exagérée
Cohérence pédagogique : (relative aux objectifs de l'épreuve)	Le projet permet l'évaluation de toutes les compétences terminales candidat peut être évalué sur chacune des compétences		Chaque
Planification des tâches demandées aux étudiants, délais prévus, ... :	Projet ... Défini et raisonnable	Insuffisamment défini	Non défini
Les revues de projet sont-elles prévues : (dates, modalités, évaluation)	Oui	Non	
Conformité par rapport au référentiel et à la définition de l'épreuve :	Oui	Non	

Observations : .....

### 7.1 Avis formulé par la commission de validation :

Sujet accepté  
en l'état

Sujet à revoir :

Conformité au Référentiel de Certification / Complexité  
Définition et planification des tâches  
Critères d'évaluation  
Autres :

Sujet rejeté

Motif de la commission : .....

### 7.2 Nom des membres de la commission de validation académique :

Nom	Établissement	Académie	Signature

### 7.3 Visa de l'autorité académique :

(nom, qualité, Académie, signature)

*Nota :*

Ce document est contractuel pour la sous-épreuve E6-2 (Projet Technique) et sera joint au « Dossier Technique » de l'étudiant.  
En cas de modification du cahier des charges, un avenant sera élaboré et joint au dossier du candidat pour présentation au jury, en même temps que le carnet de suivi.

## ANNEXE :

Sujet d'activité proposée aux étudiants du CERI dans le cadre d'une unité d'enseignement (UE) portant sur l'internet des objets (IoT)

# Holter connecté – Mesure de l'ECG

## 1 Recommandations

Lors de cette UCE Application IOT, vous allez mettre en œuvre et alimenter du matériel fragile et coûteux. Il vous appartient d'en prendre le plus grand soin. En cas de non respect des consignes élémentaires d'utilisation entraînant sa "destruction", vous serez dans l'obligation de financer son remplacement dans les meilleurs délais afin de ne pas être pénalisés lors de votre soutenance.

## 2 Modalités et évaluation

- Introduction et présentation de l'UCE3 (1h)
- Ressources pour s'auto-former :
  - TP1 et TP2 de M1 : Prise en Main du Raspberry Pi et IOT WiFi
  - TP préparatoires de M2 :
    - TP1 : Développement objet connecté wifi/Ethernet
    - TP2 : Développement objet connecté LoRa / The Things Network (TTN) (2h)
- Projet : système connecté de surveillance cardiaque (ECG) - 16h30 en présentiel
  - Recherche et développement
  - Rédaction d'un rapport d'activité
  - Soutenance et recette (3h pour la promo)

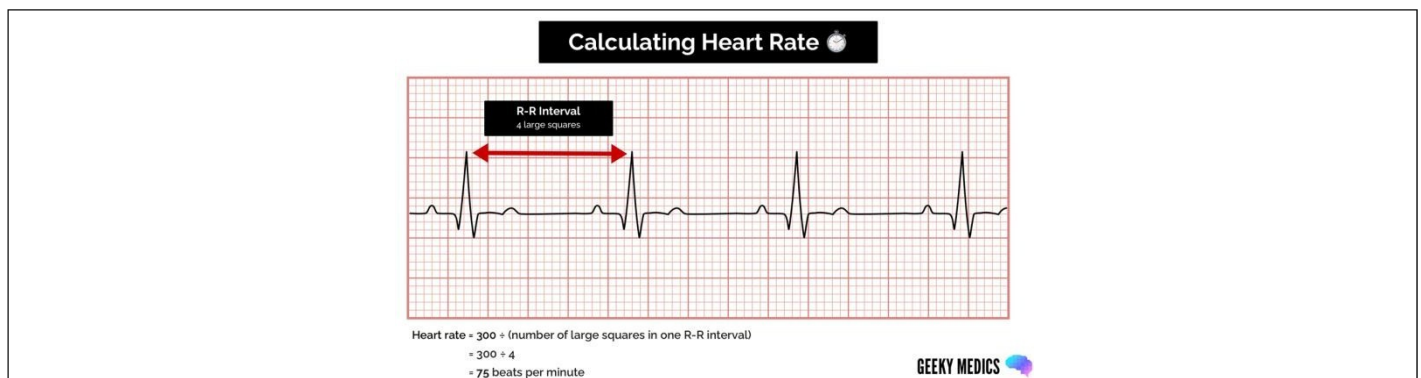
## 3 Problématique

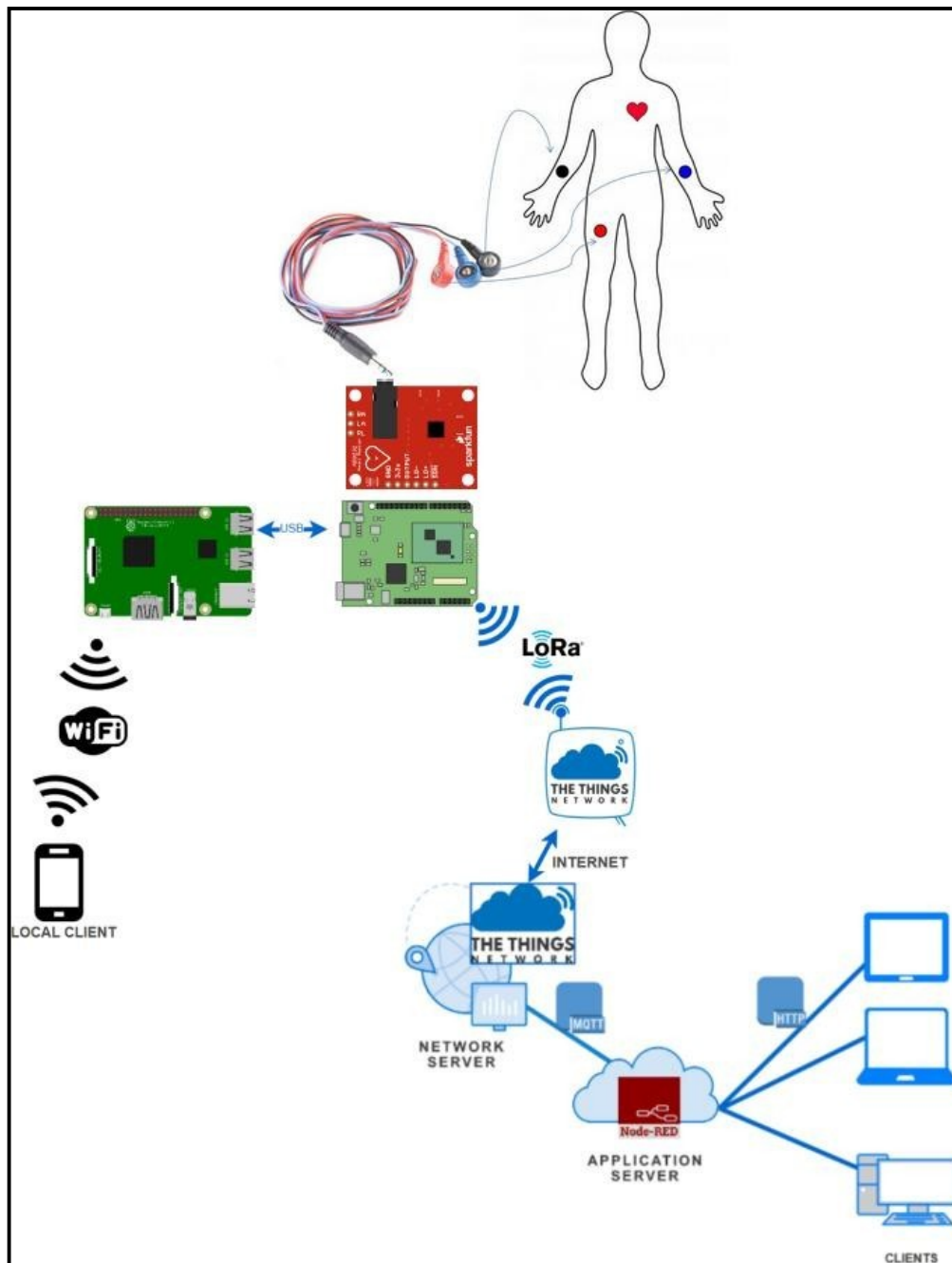
L'électrocardiogramme (ECG) est un tracé obtenu par l'enregistrement et la transcription des courants électriques qui parcourent le cœur au cours de chaque contraction cardiaque. Cet examen classique de la consultation en cardiologie permet de compléter l'examen clinique, avec d'autres types d'exploration du fonctionnement du cœur (par exemple l'échographie).

Examen sans douleur et sans danger, l'enregistrement électro cardiographique peut être mené en continu sur plusieurs jours grâce à un dispositif portable miniaturisé, le holter. Le cardiologue peut ainsi détecter et analyser des anomalies occasionnelles qui ne se produisent pas forcément durant la consultation médicale.

Source : [Vidal](#)

Le but de cette UCE Application IOT est de produire un prototype de holter connecté qui remonte des événements caractéristiques comme des dépassements de seuils de fréquence cardiaque et qui enregistre localement l'ECG du patient.





## 4 Principe / Architecture

### 4.1 Version The Things Network

- Une station de mesure de l'ECG construite autour d'une association Arduino THE THINGS UNO / Raspberry Pi 3, d'une carte amplification AD8232 ECG et son jeu d'électrodes.
- Une passerelle LoRa The Things Network assure la collecte des données de la station et les acheminent vers le Cloud.
- La solution pourra être conditionnée dans un boîtier prototypé à l'imprimante 3D.
- L'accès à distance aux données de surveillance sera assuré par un site web.
- Un site web local assurera un accès aux enregistrements de l'ECG et à sa mesure en direct.
- Les seuils limites doivent pouvoir être fixées à distance.



## 5 Fonctionnalités

### 5.1 *Fonctionnalités obligatoires :*

- Développer une interface de supervision et configuration locale qui permet :
  - d'accéder aux mesures directement issues de l'ECG.
  - de tracer l'évolution de l'ECG en direct.
  - d'accéder aux mesures historiques sur une période réglable.
  - de tracer l'ECG enregistré sur cette période.
  - de "monitorer" la liaison LoRa (Afficher le RSSI et le SNR)
- Développer une interface de supervision et configuration distante qui permet :
  - d'accéder aux mesures de la fréquence cardiaque issues du cloud TTN.
  - d'accéder aux mesures de la fréquence cardiaque historiques sur une période réglable (horodatage début et fin)
  - de "monitorer" la liaison LoRa (Afficher le RSSI et le SNR)
  - de régler les seuils limites pour la surveillance du rythme cardiaque (pouls).

## 6 Articles et sites de références

- <https://geekymedics.com/how-to-read-an-ecg/>
- <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/understanding-ecg-sensor-and-program-ad8232-ecg-sensor-with-arduino-to-diagnose-various-medical-conditions>
- <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/33778/28574/378419>
- [https://www.researchgate.net/publication/324157382\\_AD8232\\_based\\_Smart\\_Healthcare\\_System\\_using\\_Inter\\_net\\_of\\_Things\\_IoT](https://www.researchgate.net/publication/324157382_AD8232_based_Smart_Healthcare_System_using_Inter_net_of_Things_IoT)
- ...