



BUT Réseaux & Télécommunications

Parcours Internet et Objets Mobiles (IOM)

CAHIER DES CHARGES TECHNIQUE

Spécifications, Architecture & Validation

PROJET : ROBOT DE SURVEILLANCE & MESURE

Architecture Hybride : Raspberry Pi 3 B+ + Kit Arduino Engineering

Caméra IR 1080p + OLED + LEDs d'état + Ultrason

Chef de Projet

LÉO-PAUL HÉNON
IUT de Blois

Commanditaire

M. Jeanneret
SAÉ Réseau IoT

Suivi du Document

Ver.	Date	Objet de la modification	Auteur
1.0	04/02/26	Analyse fonctionnelle	L. Hénon
2.0	05/02/26	Intégration architecture hybride	L. Hénon
3.0	11 février 2026	Ajout PiCam IR + OLED + LEDs + liste exhaustive matériel	L. Hénon

Table des matières

1	Rappel du Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF)	4
1.1	Description du besoin client	4
1.2	Contraintes client	4
2	Introduction et Contexte	5
2.1	Objectif du Projet	5
2.2	Périmètre	5
3	Analyse Fonctionnelle	6
3.1	Bête à corne	6
3.2	Fonctions de service	6
3.3	Contraintes générales	6
4	Exigences et Critères d'Acceptation	7
4.1	Méthode	7
5	Solutions Techniques & Matériel	8
5.1	Justification de l'Architecture Hybride	8
5.2	Liste exhaustive des composants (BOM)	9
5.3	Capteurs & Interface utilisateur	10
6	Architecture Système	11
6.1	Schéma synoptique	11
7	Architecture Logicielle	12
7.1	Modules (organisation)	12
7.2	Flux de données	12
8	Dimensionnement & Énergie	13
8.1	Hypothèses de consommation (mise à jour)	13
8.2	Courant moyen	13
8.3	Autonomie	13
8.4	Sécurité batterie LiPo	14
9	Analyse des Risques	15
10	Sécurité et Cybersécurité	16
10.1	Menaces	16
10.2	Mesures	16

11 Plan de Tests et Validation	17
11.1 Tests unitaires	17
11.2 Recette système	17
12 Planification	18
12.1 Diagramme de Gantt	18
13 Notice d'Utilisation	20
13.1 Mise sous tension	20
13.2 Signification OLED + LEDs	20
13.3 Modes	20
13.4 Récupération des données	20
14 Notice de Maintenance et Mise à Jour	21
14.1 Maintenance préventive	21
14.2 Mise à jour logicielle (exemple)	21
15 Conclusion	22
A Annexes	23
A.1 Fichiers attendus dans le dossier	23

Chapitre 1

Rappel du Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF)

1.1 Description du besoin client

Le client demande un robot mobile connecté capable de :

- se déplacer en mode **autonome** ou **télécommandé** (Bluetooth),
- détecter un **obstacle** et adapter son comportement (arrêt / changement direction),
- capturer une **photo** lors d'un événement (obstacle, changement direction),
- mesurer la **qualité de réception Wifi** (RSSI) afin de produire une **cartographie/-heatmap**,
- fournir un **retour utilisateur local** via écran OLED et LEDs d'état.

1.2 Contraintes client

Information : Contraintes imposées

- utilisation **indoor** (sol plat),
- tension système **max 12V**,
- autonomie minimale **20 minutes**,
- usage prioritaire du **matériel IUT**,
- solution **présentable** et proche d'un produit commercialisable.

Information : Remarque budget

Aucune contrainte de budget n'est imposée pour ce projet (matériel fourni / stock IUT). Le budget peut toutefois être présenté en *valeur de remplacement* à titre indicatif.

Chapitre 2

Introduction et Contexte

2.1 Objectif du Projet

Ce Cahier des Charges Technique (CdCT) encadre la réalisation du **Sujet n°10**. Le système attendu est un robot mobile capable :

- de **se déplacer** (mode autonome + mode manuel),
- de **surveiller** une zone (détection + capture d'image),
- de **mesurer** la qualité du Wifi via le RSSI,
- de produire une **heatmap** des mesures,
- d'informer l'utilisateur via **OLED + LEDs d'état**.

2.2 Périmètre

Information : Dans le périmètre

- Navigation indoor, évitement simple,
- Mesure RSSI Wifi + stockage local,
- Capture photo (PiCam IR 1080p),
- Restitution CSV + heatmap,
- Feedback local (OLED + LEDs).

Information : Hors périmètre

- SLAM/LiDAR avancé,
- IA "reconnaissance faciale" (non requis/interdit),
- temps réel garanti en zone sans Wifi.

Chapitre 3

Analyse Fonctionnelle

3.1 Bête à corne

- **À qui rend-il service ?** Technicien réseau / enseignant / démonstration
- **Sur quoi agit-il ?** Zone indoor + qualité Wifi
- **Dans quel but ?** Surveiller + cartographier la couverture Wifi

3.2 Fonctions de service

ID	Fonction principale
FP1	Se déplacer (manuel + autonome)
FP2	Détecter et éviter les obstacles
FP3	Mesurer le RSSI Wifi à intervalle régulier
FP4	Associer une position estimée aux mesures (odométrie simple)
FP5	Enregistrer les données localement (CSV/JSON)
FP6	Générer une heatmap exploitable
FP7	Capturer une photo lors d'un événement (obstacle/changement direction)
FP8	Afficher l'état du robot (OLED + LEDs : normal/obstacle/erreur)

TABLE 3.1 – Fonctions principales (service rendu)

3.3 Contraintes générales

- Autonomie minimale : **20 minutes** (démon)
- Tension système : **max 12V**
- Utilisation : **indoor**
- Fabrication : contrainte **soudure/PCB** (shield maison)

Chapitre 4

Exigences et Critères d'Acceptation

4.1 Méthode

Chaque exigence est testable et associée à un critère de validation.

ID	Exigence	Critère d'acceptation	Priorité
EX-01	Le robot doit fonctionner au moins 20 min en autonomie.	Chrono : ≥ 20 min	MUST
EX-02	Le robot doit être pilotable manuellement (télécommande BT).	Téléopération OK 5 min	MUST
EX-03	En autonome, éviter un obstacle placé à 20 cm.	0 collision / 10 essais	MUST
EX-04	Mesurer le RSSI Wifi à intervalle ≤ 2 s.	CSV : pas > 2 s	SHOULD
EX-05	Stocker localement les mesures en cas de perte Wifi.	logs présents offline	MUST
EX-06	Produire une heatmap exportable (PNG).	fichier PNG lisible	SHOULD
EX-07	Capturer une photo horodatée lors d'un événement.	image horodatée	SHOULD
EX-08	Disposer d'un arrêt d'urgence logiciel.	STOP immédiat	MUST
EX-09	La tension 5V du Raspberry Pi doit rester stable (4.9–5.2V).	mesure stable	MUST
EX-10	Afficher l'état sur OLED (mode + RSSI + batterie si dispo).	info visible	SHOULD
EX-11	LED verte = fonctionnement normal.	allumée en RUN	SHOULD
EX-12	LED rouge = obstacle détecté.	allumée si obstacle	MUST
EX-13	LED orange = erreur / sous-tension / défaut capteur.	allumée si défaut	SHOULD

TABLE 4.1: Exigences testables et critères d'acceptation

Justification Technique : Priorisation

MUST = nécessaire pour valider la démo. **SHOULD** = améliore le rendu et l'expérience utilisateur.

Chapitre 5

Solutions Techniques & Matériel

5.1 Justification de l'Architecture Hybride

Justification Technique : Hybride RPi + Kit Arduino

Le kit Arduino Engineering fournit une base mécanique (moteurs + châssis). Le Raspberry Pi apporte la puissance de calcul, le Wifi, la caméra IR, l'affichage OLED et l'intégration logicielle Python.

5.2 Liste exhaustive des composants (BOM)

Information : Principe

La liste ci-dessous constitue la liste exhaustive des composants nécessaires au fonctionnement du robot (matériel principal + interface + câblage + sécurité).

Composant	Qté	Rôle / Remarques
Raspberry Pi 3 B+	1	unité centrale, Wifi, traitements, logs
Carte microSD 16/32Go	1	OS + stockage logs
Raspberry Pi Camera IR 1080p	1	photo/vision nocturne IR
Capteur ultrason HC-SR04 ou SR04M	1	mesure distance obstacle
Écran OLED I2C 0.96" (SSD1306)	1	affichage mode, RSSI, état
LED Verte 5mm	1	état RUN
LED Rouge 5mm	1	obstacle / stop sécurité
LED Orange 5mm	1	défaut capteur / erreur
Résistances 220Ω	3	limitation courant LEDs
Adaptation niveau ECHO (di-viseur)	2	ex : 1k/2k ou 10k/20k (5V→3.3V)
Driver moteur L298N	1	commande moteurs DC
Kit Arduino Engineering (châssis + moteurs + roues + visserie)	1	base mécanique
Batterie LiPo 3S 11.1V 800mAh	1	alimentation
Chargeur LiPo adapté	1	sécurité charge
Convertisseur DC-DC 12V→5V (3A min)	1	alimentation stable du RPi
Condensateurs (1000μF + 100nF)	2+	découplage anti-reboot
Interrupteur général	1	coupure alimentation
Fusible / protection (option)	1	sécurité
Breadboard / plaque d'essai	1	prototypage
PCB vierge (shield maison)	1	version soudée
Câbles Dupont M/F	1 lot	connexions prototypes
Connecteurs JST / borniers	1 lot	connexions batterie/moteurs
Colliers + gaine thermo	1 lot	finition, sécurité

TABLE 5.1: BOM (Bill Of Materials) – liste exhaustive des composants

5.3 Capteurs & Interface utilisateur

- **Ultrason** : obstacle (distance), déclenche LED rouge + photo si événement.
- **PiCam IR** : capture 1080p, utile même faible luminosité.
- **OLED** : affiche mode (manuel/autonome), RSSI, état.
- **LEDs** : feedback instantané (RUN / obstacle / défaut).

Chapitre 6

Architecture Système

6.1 Schéma synoptique

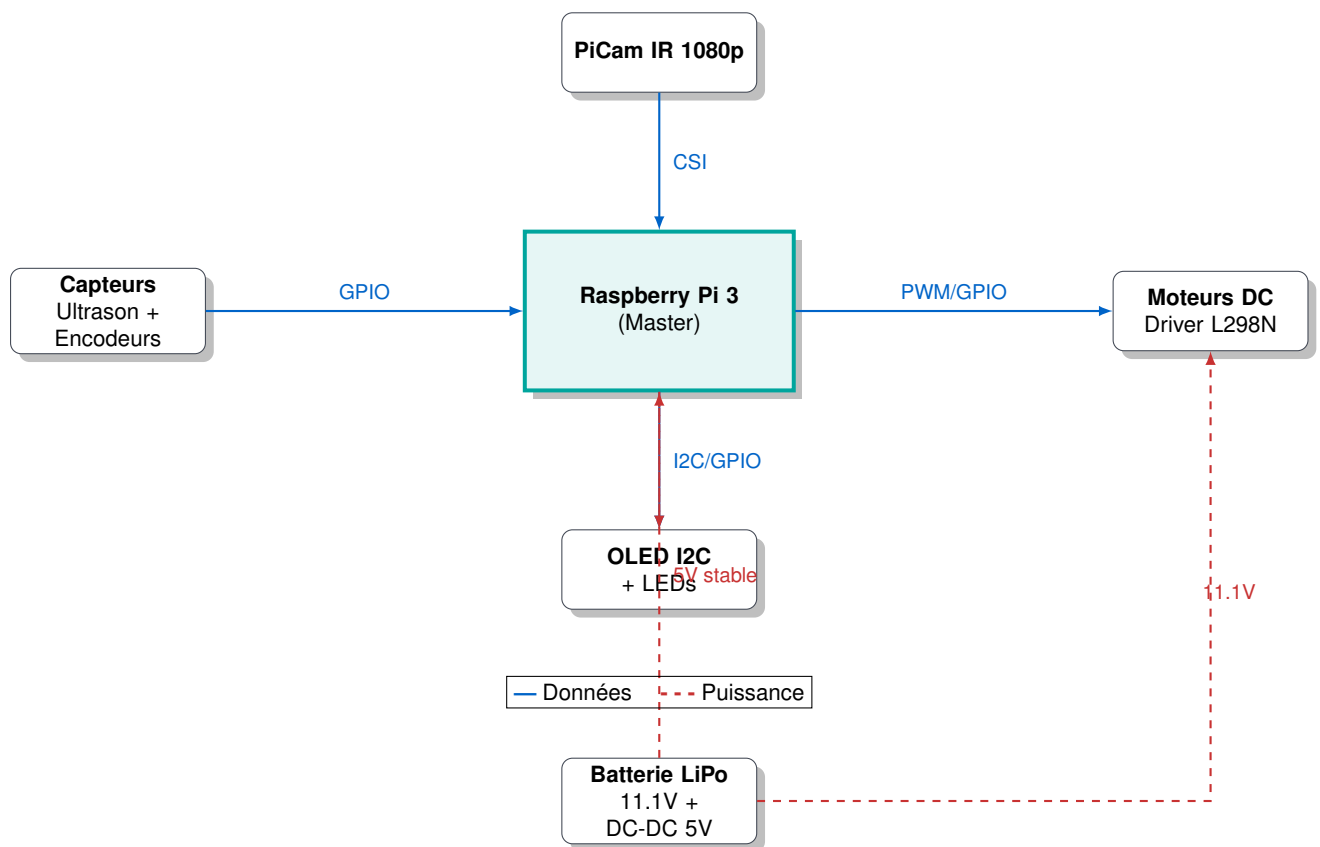


FIGURE 6.1 – Architecture matérielle (PiCam IR + OLED + LEDs)

Chapitre 7

Architecture Logicielle

7.1 Modules (organisation)

- **navigation.py** : modes manuel/autonome, commande moteurs
- **obstacle.py** : ultrason + logique évitement + sécurité
- **wifi_rssi.py** : acquisition RSSI
- **camera.py** : capture photo (PiCam IR) + horodatage
- **ui_oled.py** : affichage I2C (mode/RSSI/état)
- **ui_leds.py** : LEDs RUN/obstacle/erreur
- **logger.py** : CSV/JSON
- **heatmap.py** : génération heatmap

7.2 Flux de données

- Ultrason → obstacle → navigation (stop/évitement) + LEDs rouges + photo éventuelle
- RSSI Wifi + position (odométrie simple) → logger
- logger → heatmap (post-traitement)
- état système → OLED + LEDs

Chapitre 8

Dimensionnement & Énergie

8.1 Hypothèses de consommation (mise à jour)

Élément	Puissance	Remarques
Raspberry Pi 3 B+	3.5W	charge moyenne
PiCam IR 1080p	1.0W	capture ponctuelle
OLED I2C	0.3W	affichage continu
LEDs (3x)	0.2W	selon état
Moteurs DC (x2)	2.5W	moyenne, hors pointe
Ultrason	0.2W	négligeable
Total	7.7W	estimation moyenne

TABLE 8.1 – Bilan de puissance estimé (avec OLED + LEDs + PiCam)

8.2 Courant moyen

$$I_{moy} = \frac{P}{U} = \frac{7.7}{11.1} \approx 0.69A$$

8.3 Autonomie

Calcul de Dimensionnement : Autonomie théorique

Énergie batterie : $11.1V \times 0.8Ah = 8.88Wh$.

Rendement régulation estimé : 0.9.

$$T = \frac{8.88 \times 0.9}{7.7} \approx 1.04h \approx 1h02$$

Conclusion : autonomie largement suffisante pour 20 minutes de démonstration.

8.4 Sécurité batterie LiPo

Analyse de Risque : Risque LiPo

Risque : surcharge, décharge profonde, gonflement.

Mesures : chargeur adapté, stockage à 3.8V/cell, inspection visuelle, interrupteur général.

Chapitre 9

Analyse des Risques

Analyse de Risque : Perte Wifi

Risque : RSSI faible / trous de couverture.

Mesure : logs offline + export différé.

Analyse de Risque : Collision / blocage

Risque : obstacle non détecté / faux négatif.

Mesures : ultrason prioritaire + stop + LED rouge + réduction vitesse.

Analyse de Risque : Sous-tension 5V

Risque : reboot Raspberry Pi lors des pointes moteur.

Mesures : DC-DC 5V 3A min, masses communes, câblage court, condensateurs.

Chapitre 10

Sécurité et Cybersécurité

10.1 Menaces

- accès non autorisé (SSH)
- interception Wifi
- extraction données si SD accessible

10.2 Mesures

- identifiants changés, SSH par clé
- pare-feu UFW (ports minimaux)
- données non sensibles (RSSI/position)

Chapitre 11

Plan de Tests et Validation

11.1 Tests unitaires

- Test moteurs : marche avant/arrière, PWM
- Test ultrason : distance OK à 10/20/50cm
- Test Wifi : RSSI loggé
- Test caméra : photo horodatée (jour + pénombre)
- Test OLED : affichage mode + RSSI
- Test LEDs : vert RUN, rouge obstacle, orange défaut

11.2 Recette système

ID	Test	Résultat attendu
T-01	Autonomie 20 min	OK $\geq$ 20 min
T-02	Évitement obstacle 20 cm (10 essais)	0 collision
T-03	Photo sur événement obstacle	image horodatée
T-04	OLED affiche mode + RSSI	lisible
T-05	LED rouge obstacle	allumée
T-06	Heatmap générée après parcours	PNG valide
T-07	Mode offline Wifi coupé	logs présents

TABLE 11.1 – Table de recette (mise à jour)

Chapitre 12

Planification

12.1 Diagramme de Gantt

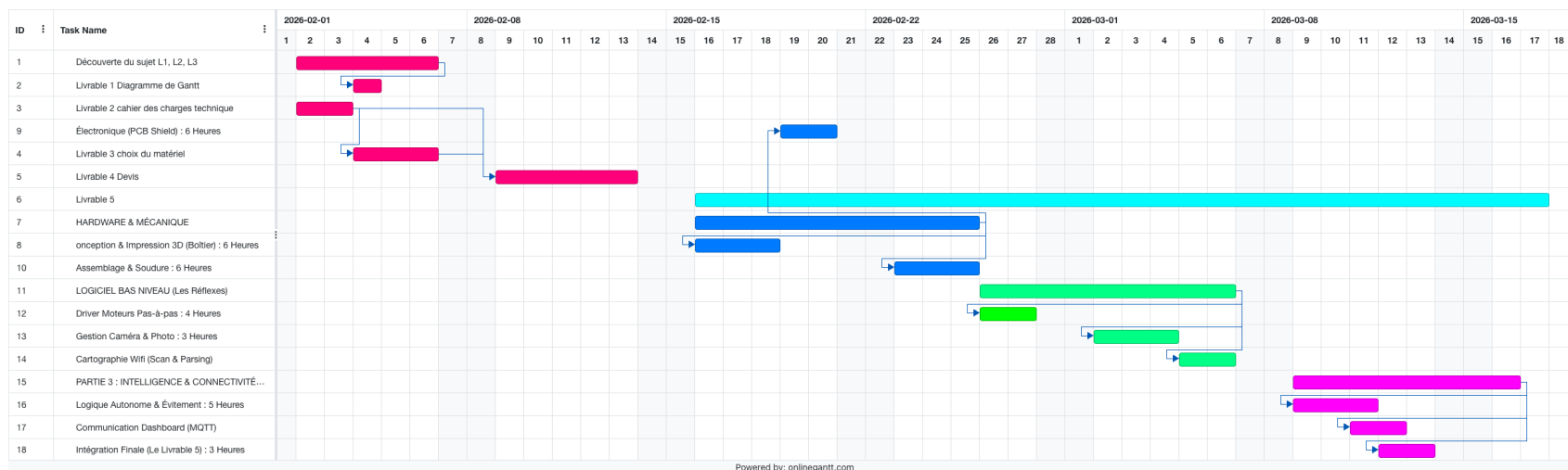


FIGURE 12.1 – Planning Gantt du Projet (Livrable 1)

Chapitre 13

Notice d'Utilisation

13.1 Mise sous tension

1. Vérifier la batterie et les connexions (moteurs + DC-DC + RPi).
2. Actionner l'interrupteur général.
3. Attendre le démarrage du Raspberry Pi (30s).

13.2 Signification OLED + LEDs

- **LED verte** : fonctionnement normal (RUN)
- **LED rouge** : obstacle détecté / arrêt sécurité
- **LED orange** : défaut système (capteur/alim)

13.3 Modes

- **Mode manuel** : pilotage via télécommande Bluetooth
- **Mode autonome** : déplacement + évitement + mesures RSSI

13.4 Récupération des données

Les logs et photos sont stockés sur la carte SD :

- /home/pi/logs/ : CSV/JSON
- /home/pi/photos/ : images horodatées

Chapitre 14

Notice de Maintenance et Mise à Jour

14.1 Maintenance préventive

- inspection batterie LiPo (gonflement)
- vérification serrage mécanique
- contrôle câbles moteurs et connecteurs
- nettoyage optique caméra

14.2 Mise à jour logicielle (exemple)

```
cd /home/pi/robot  
git pull  
sudo reboot
```

Chapitre 15

Conclusion

Ce cahier des charges technique formalise les exigences, l'architecture et la validation du robot. L'ajout de la PiCam IR, de l'OLED et des LEDs améliore fortement l'expérience utilisateur, la surveillance et la robustesse en démonstration. Le système répond aux fonctionnalités demandées : déplacement, évitement, mesure RSSI et cartographie.

Annexe A

Annexes

A.1 Fichiers attendus dans le dossier

- `logo_iut_blois.png`
- `gantt.png`