

Berceau Connecté

Intelligent

Surveillance IoT d'un nourrisson par radar mmWave, capteurs optiques et vision artificielle

Réalisé pour la Crèche Lyra — Schaerbeek, Bruxelles

INRACI | 6TQ Informatique | Tuteur : M. Ben Sellam | Année 2025–2026

Introduction

Contexte & Problématique

Contexte du projet et problématique

La petite Amélie, âgée de 4 mois, est décédée soudainement en 2018 alors qu'elle faisait sa sieste du matin. “Pour nous, ce fut un coup de massue”, témoigne sa maman, Marie-Charlotte, qui appelle à la vigilance pour éviter d'autres drames.



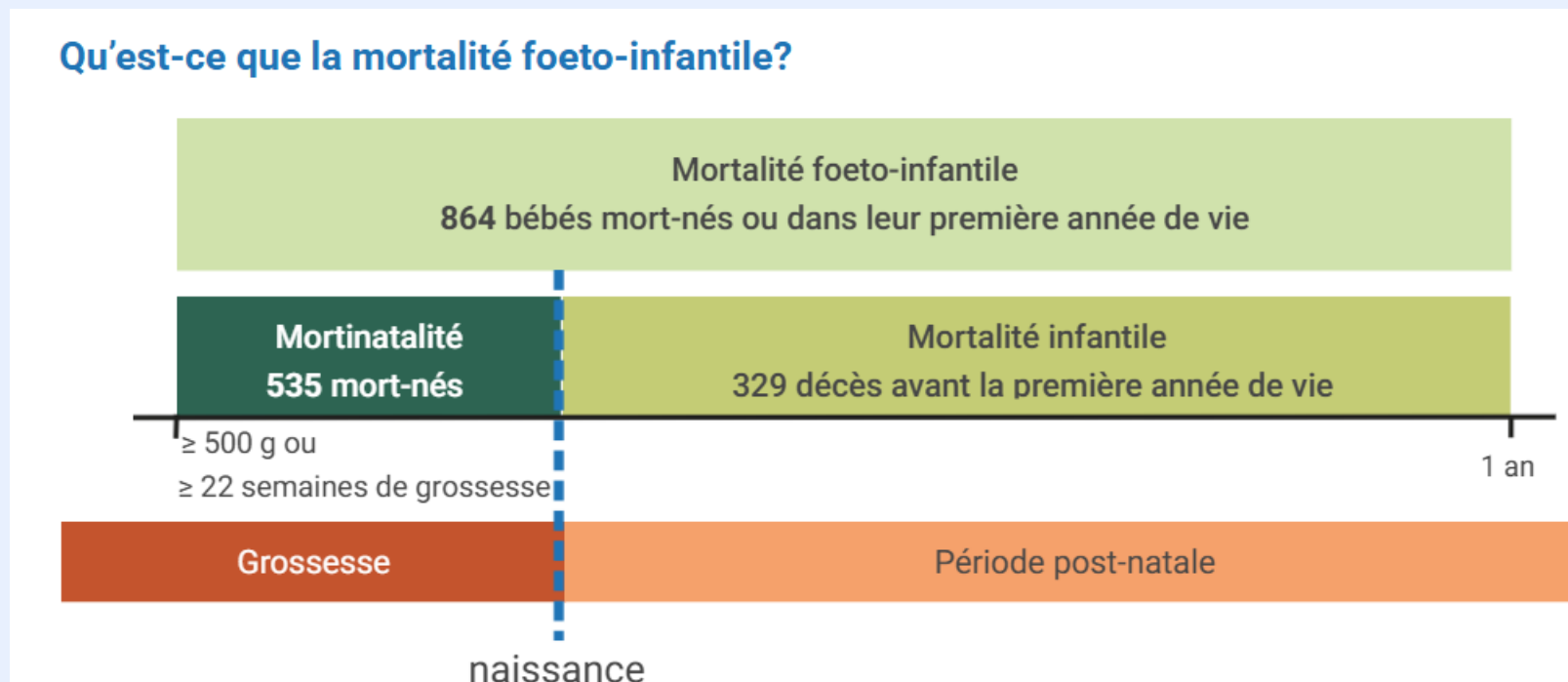
Source:

<https://www.7sur7.be/belgique/le-temoignage-poignant-de-marie-charlotte-restez-vigilants-la-mort-subite-du-nourrisson-existe-encore~ab935072/>

Introduction

Contexte & Problématique

Contexte du projet et problématique (source STATBEL)



Source:

<https://statbel.fgov.be/fr/themes/population/mortalite-et-esperance-de-vie/mortalite-foeto-infantile>

Objectifs du Projet – étude du marché

Ce qu'on propose dans le commerce

Respiration



BPM



SpO2



ECOSYSTEME
inexistant

Vidéo

Flux temps réel

Alertes

Buzzer passif
Warning / Critique
Seuils configurés

Objectifs du Projet – Ma solution

Ce que je propose

Respiration

Fréquence respiratoire sans contact physique (radar mmWave)

Cardiaque

Rythme cardiaque par 2 méthodes radar + optique MAX30102 (– 90 jours)

SpO2

Saturation en oxygène détection d'hypoxie normale $\geq 95\%$ MAX30102

Luminosité

Détection jour/nuit LM393 adaptation dans le tableau de bord / au choix de l'infirmière

Vidéo IA

Flux temps réel Reconnaissance faciale du bébé via opencv

Alertes

Buzzer passif Warning / Critique Seuils configurés pour bébés

Technologies — Matériel

Composants hardware du système

Raspberry Pi 4 (4Gb)

Pi 1 : Flask dashboard
IP 192.168.68.120

Raspberry Pi 4 (8Gb)

Pi 2 : Vidéo + IA
IP 192.168.68.123

ESP32-C6 (XIAO)

Interface radar
MR60BHA2 via UART

ESP32-WROVER

MAX30102 + LM393
+ Buzzer

Radar MR60BHA2

Respiration & BPM
sans contact (mmWave)

MAX30102

BPM optique + SpO2
via I2C

LM393 (connecté au Rpi 8Gb)

Capteur lumière
Digital jour/nuit

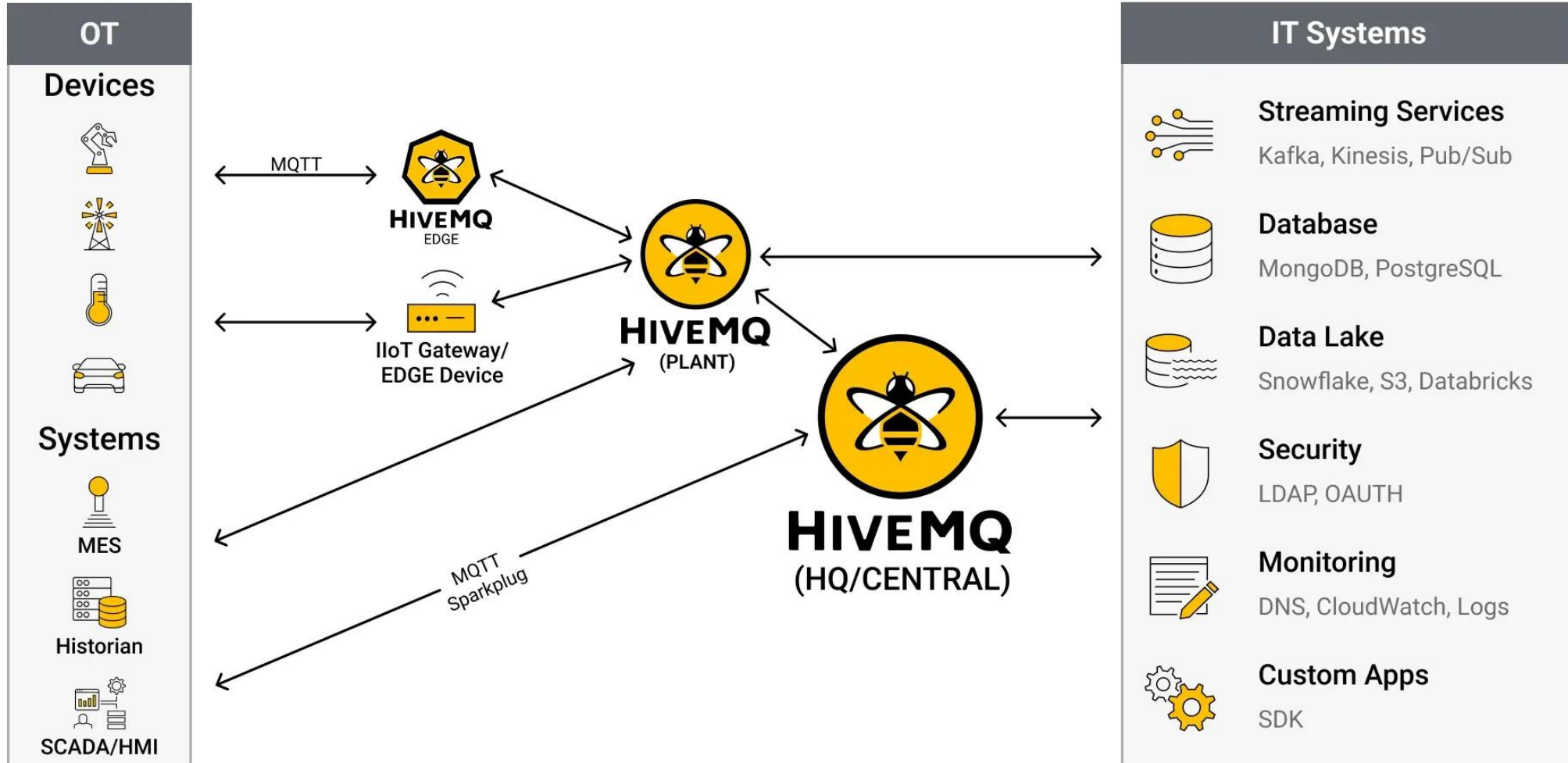
Buzzer passif

Alertes sonores
via PWM

Pi Camera NoIR

Vision nocturne
Flux MJPEG

Principe de fonctionnement général - MQTT



Principe de fonctionnement pour un composant

```
# — MQTT Configuration
```

```
MQTT_BROKER = "broker.hivemq.com"
```

```
MQTT_PORT = 1883
```

```
TOPIC_HEART = "berceau/135701/cardiaque"
```

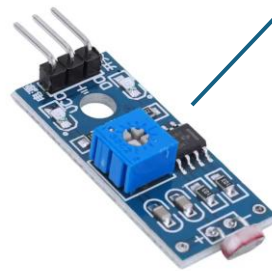
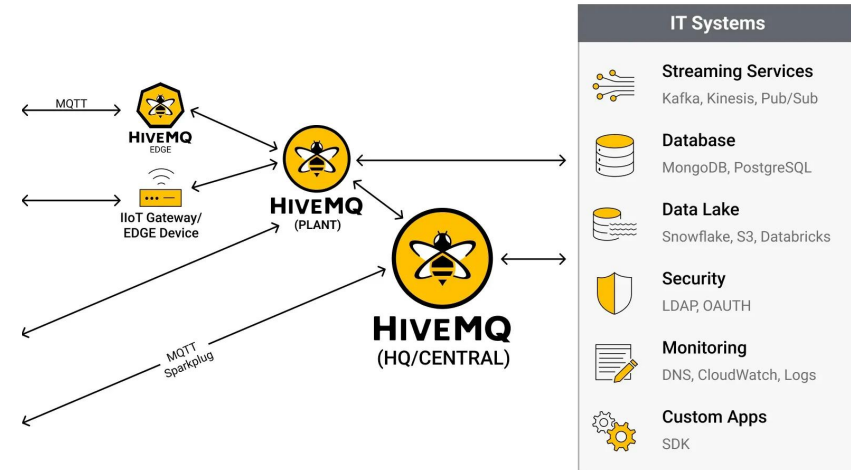
```
TOPIC_BREATH = "berceau/135701/respiration"
```

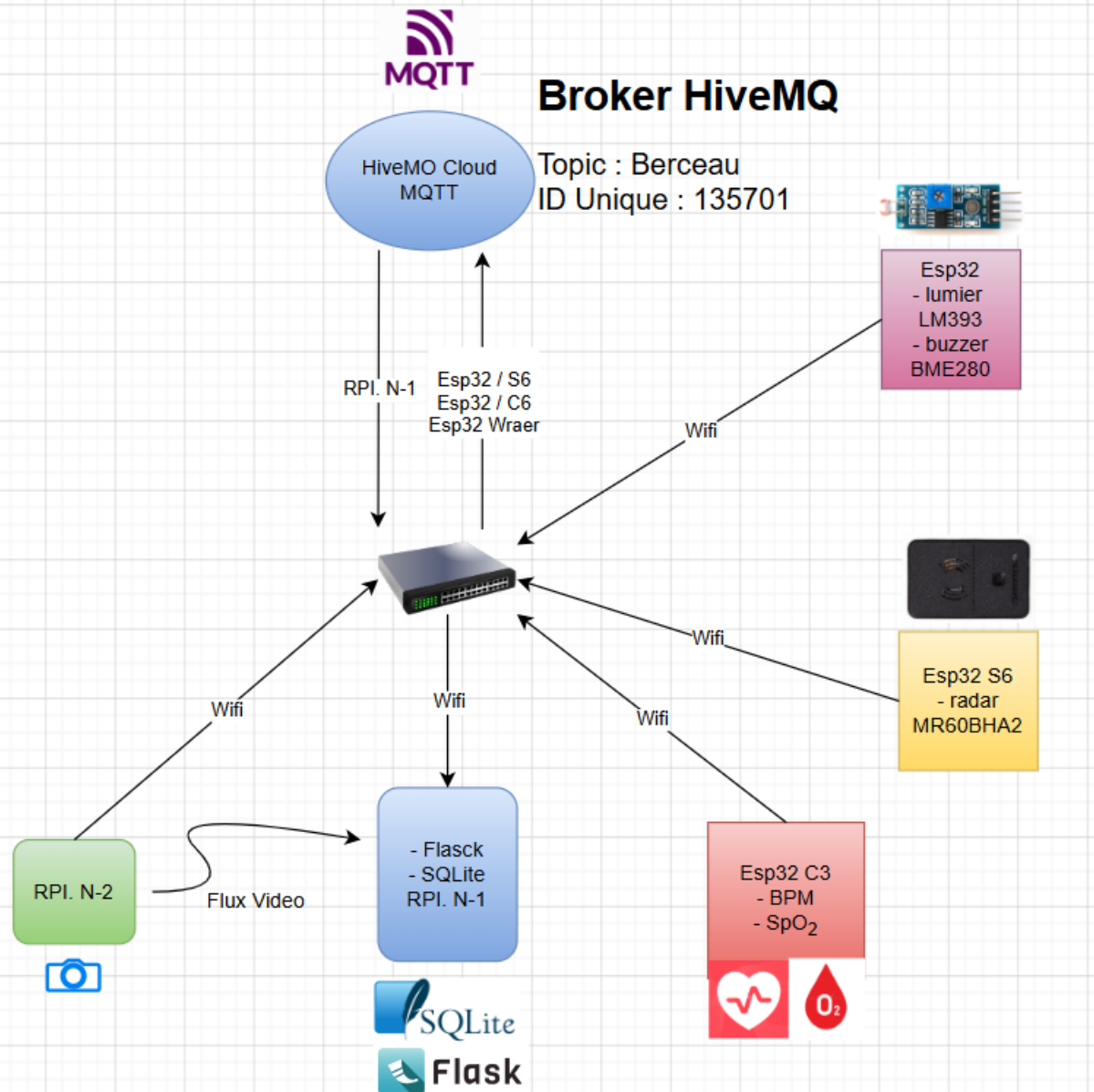
```
TOPIC_DIST = "berceau/135701/distance"
```

```
TOPIC_BPM_OPT = "berceau/135701/bpm_optique"
```

```
TOPIC_SPO2 = "berceau/135701/spo2"
```

```
TOPIC_LUMIERE = "berceau/135701/lumiere"
```





Technologies — Logiciels

Stack 100 % open source & gratuit

MicroPython

ESP32-C6 &
WROVER
Programmation
embarquée

Python 3 / Flask

Tableau de bord web
sur Raspberry Pi 1

paho-mqtt

Client MQTT Python
Réception données
capteurs

HiveMQ (broker)

Broker MQTT public
broker.hivemq.com

OpenCV

Traitement image
Flux caméra temps
réel

face_recognition

Détection & ID
visages
(dlib) sur Pi 2

Chart.js

Graphiques
historiques
interactifs dans le
nav.

vsftpd (FTP)

Dépôt photos
visages
vers Pi 2

Raspberry Pi OS

Linux embarqué
Pi 1 et Pi 2

Thonny / VS Code

IDE MicroPython
& dev Python/SSH

Explication de la DB

```
def db_save_alerte(type_alerte, parametre, valeur, message):  
    try:  
        conn = sqlite3.connect(DB_PATH)  
        conn.execute("""  
            INSERT INTO alertes (type, parametre, valeur, message)  
            VALUES (?, ?, ?, ?)  
            """, (type_alerte, parametre, valeur, message))  
        conn.commit()  
        conn.close()  
    except Exception as e:  
        print("DB alerte error:", e)
```

STATISTIQUES GLOBALES

172

Mesures enregistrées

97.8

SpO2 moyenne (%)

89.2

BPM moyen

256

Avertissements

43

Alertes critiques

2026-06-07 18:46:49

Première mesure

GRAPHIQUES HISTORIQUES

1 heure

24 heures

7 jours

Explication — Tableau de Bord

MQ2 | L'assistance - Broker.hivemq.com

SURVEILLANCE EN TEMPS REEL

Respiration (radar)
27.0
cycles / min

Distance
75
cm

SpO2 (MAX30102)
98.0
%

Freq. cardiaque (radar)
91
BPM

BPM optique (MAX30102)
60
BPM
ATTENTION

RECONNAISSANCE FACIALE

Personne detectee
Personne detectee

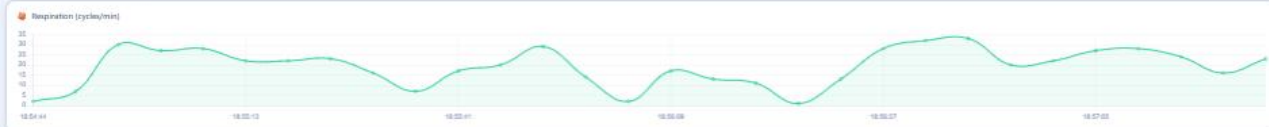
Vinages | Dernière detection : 18:57:55

SURVEILLANCE VIDEO - RECONNAISSANCE FACIALE

LIVE - Camera NoIR - IP: 2 (192.168.0.123)

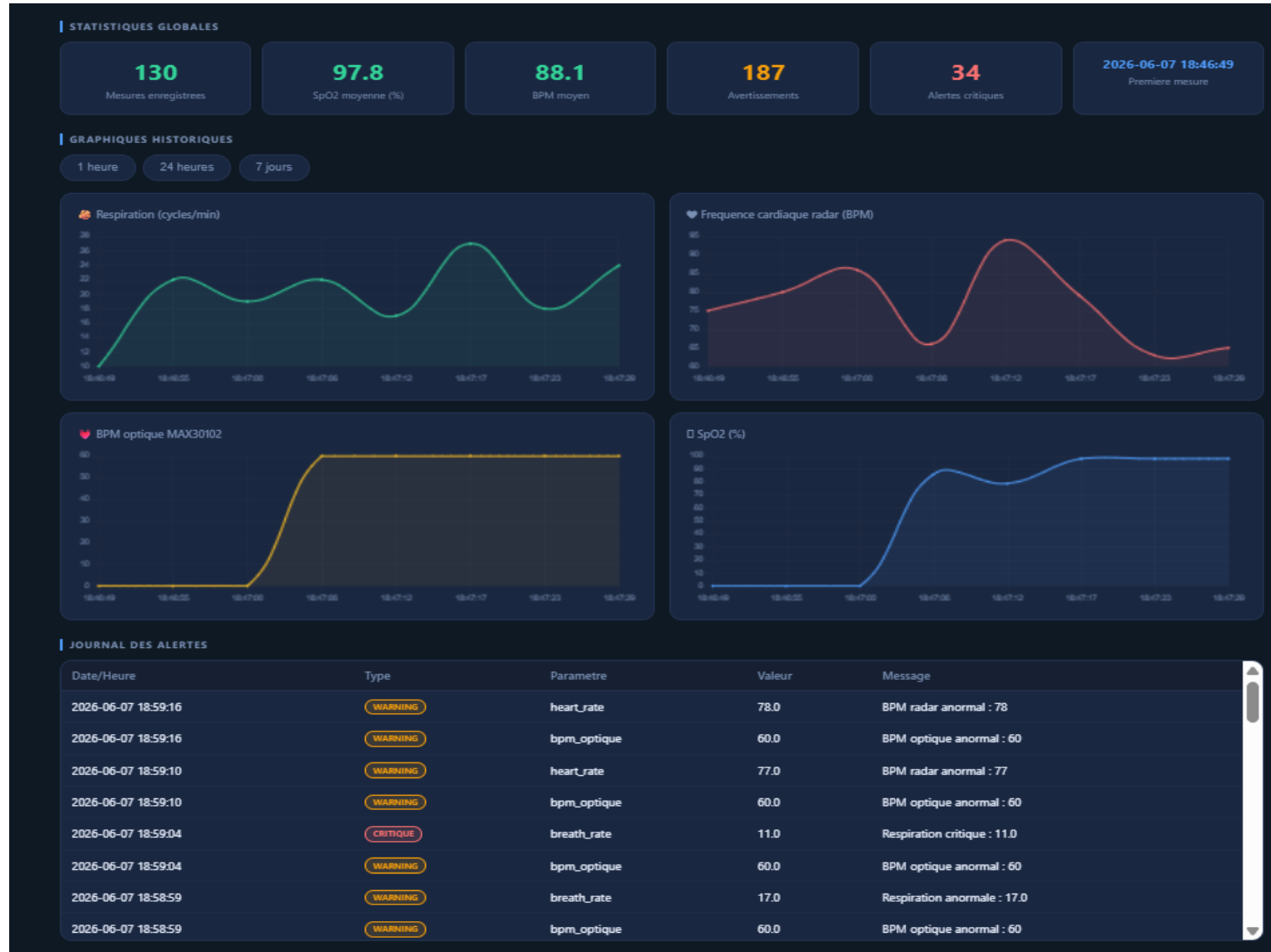


HISTORIQUE DES MESURES



Démonstration — Tableau de Bord (DB Historique)

Interface web Flask en temps réel



Difficultés & Améliorations Futures

Problèmes rencontrés · Solutions · Évolutions

Difficultés rencontrées

- Caméra partagée plusieurs flux vidéo
- Encodage caractères SSH (fichiers Linux)
 - UTF-8 forcé dans les éditeurs
- MQTT ne répond plus
 - redémarrage forcé à l'aide de commandes
- Composants mal brancher
 - pistolet à colle

Améliorations futures

- Notification push parents (smartphone)
- Capteur température + humidité dans le berceau
- Mise en conformité normes sécurité médicale
- Authentification dashboard (login/password)
- Base de données persistante (MySQL)
- Intégration avec app mobile dédiée
- Passage à broker MQTT privé sécurisé (TLS)

Conclusion

Bilan · Compétences · Apports

"Ce projet m'a permis de réaliser un système complet de surveillance intelligent pour la sécurité des bébés. Je suis fier d'avoir combiné hardware, software et réseau dans un produit réellement utile pour la Crèche Lyra de Schaerbeek."

Programmation Embarquée

MicroPython
ESP32 · UART · I2C
GPIO · PWM

Réseaux & Protocoles

Wi-Fi · MQTT
HTTP · FTP · TCP
Topologie IoT

Développement Web

Python Flask
JavaScript · Chart.js
API REST

Administration Linux

Raspberry Pi OS
systemd · SSH
vsftpd · logs

Vision Artificielle

OpenCV · dlib
face_recognition
flux MJPEG

Gestion de Projet

Analyse besoins
Documentation
Tests & debug

Bibliographie

Sources et références utilisés

MicroPython ESP32

<https://docs.micropython.org/en/latest/esp32/>

paho-mqtt Python

<https://eclipse.dev/paho/files/paho.mqtt.python/html/>

face_recognition

https://github.com/ageitgey/face_recognition

Chart.js

<https://www.youtube.com/watch?v=NSCJ9jIUnSI>

HiveMQ MQTT Broker

<https://www.hivemq.com/mqtt/public-mqtt-broker/>

Bosch Revol (CES2025)

<https://www.bosch.com/stories/bosch-revol-smart-baby-bed/>

Flask

<https://flask.palletsprojects.com/>

Seed Studio MR60BHA2

<https://wiki.seeedstudio.com/>

OpenCV Python

<https://docs.opencv.org/>

Raspberry Pi

<https://www.raspberrypi.com/documentation/>

vsftpd

<https://security.appspot.com/vsftpd.html>

Merci pour votre attention

Questions ?

Berceau Connecté Intelligent

*Surveillance IoT d'un nourrisson par radar mmWave, capteurs optiques et vision artificielle
INRACI · 6TQ Informatique · Tuteur : M. Ben Sellam · 2025–2026*
