

Solution d'e Santé

Bracelet Connecté



Erwan HESCHUNG - Mathis MAGNIN
Léo QUELIS - Baptiste ROYER

2025 - 2026

Contexte

Problème

**L'insuffisance cardiaque évolue de façon silencieuse, entraînant des décompensations aiguës et des hospitalisations prolongées évitables.
Certains patients restent hospitalisés plusieurs mois uniquement pour surveillance.**

Mais

Des études montrent que des hospitalisations d'urgence peuvent être évitées 6-7 jours à l'avance grâce à l'analyse de 3 indicateurs physiologique : la fréquence cardiaque au repos, la saturation en oxygène et l'activité physique.

Notre objectif

Remplacer plusieurs mois de surveillance hospitalière par un suivi à domicile grâce à une détection précoce des décompensations 6-7 jours avant l'urgence

Solution



YOUR DAILY QUESTIONNAIRE

Wednesday, October 22, 2025

Breathing
How would you rate your breathing today?

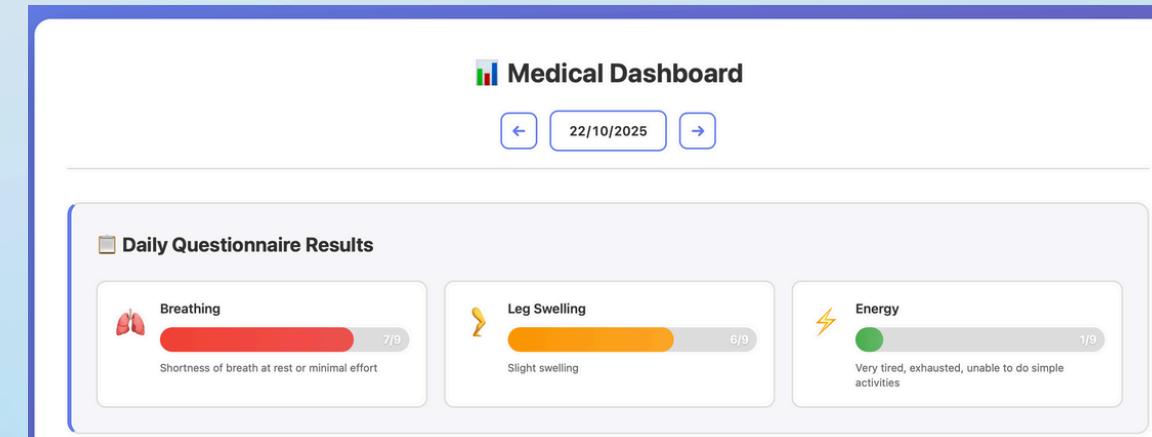
Not short of breath Very short of breath

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Leg Swelling
Are your ankles or legs swollen today?

Not swollen Very swollen

1 2 3 4 5 6 7 8 9



Hourly Data

Hour	Heart Rate (bpm)	SpO2 (%)	Activity
00:00	61 bpm	95%	Low (12)
01:00	71 bpm	96%	Moderate (38)
02:00	67 bpm	98%	Moderate (56)
03:00	67 bpm	97%	High (64)
04:00	78 bpm	95%	High (75)
05:00	76 bpm	97%	High (82)
06:00	79 bpm	96%	High (94)
07:00	70 bpm	97%	High (79)
08:00	71 bpm	95%	High (69)
09:00	68 bpm	96%	High (71)
10:00	70 bpm	97%	Moderate (52)

Patient

Docteur, infirmière, famille

Hypothèse importantes

Contexte médical

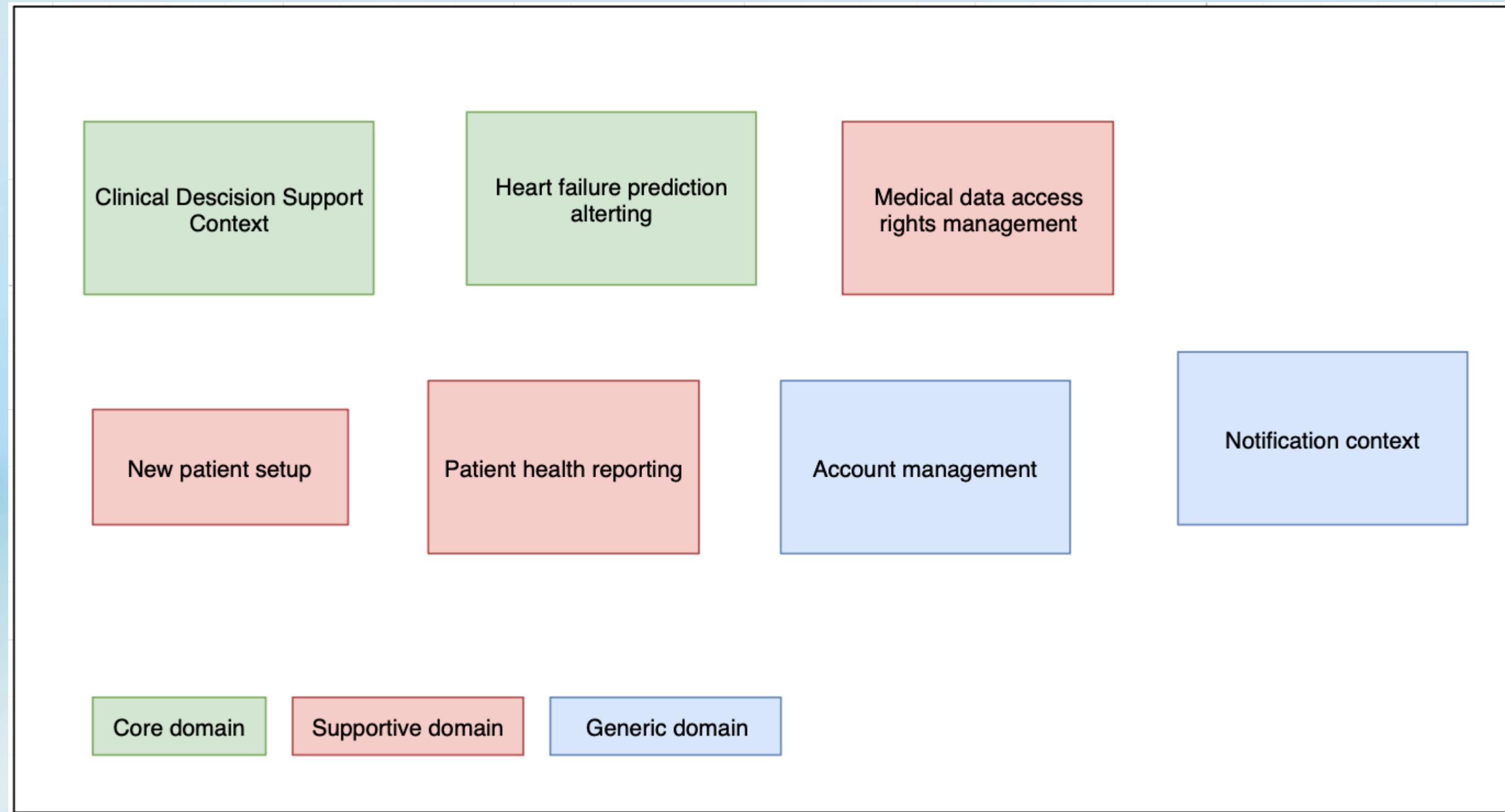
Notre solution fonctionne uniquement au domicile du patient, dans le périmètre de la gateway IoT. En cas d'absence prolongée, le patient devra en informer son médecin

Contexte opérationel

L'application web bénéficiera d'une maintenance et de mises à jour continues, contrairement au bracelet et à la gateway qui resteront figés dans leur version initiale après installation

Les médecins sont les administrateurs principaux de l'outil : ils assignent les bracelets aux patients, configurent les seuils d'alerte et attribuent les droits d'accès aux infirmières et aux familles

Strategic Design



Analyse des risques

	Insignifiant	Mineur	Modéré	Majeur	Catastrophique
Certain					
Fréquent				A, E	
Occasionnel				B	D
Rare					C
Exceptionnel					

A : Données manquantes

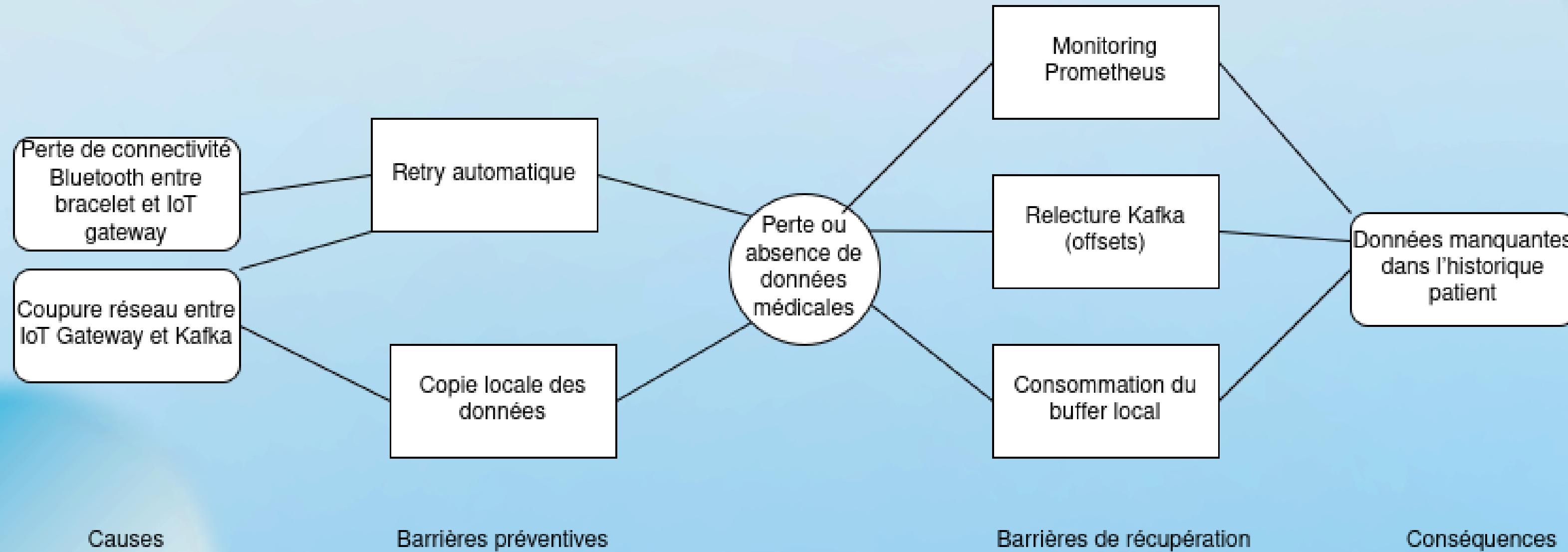
B : Surcharge du système

C : Fuite de données

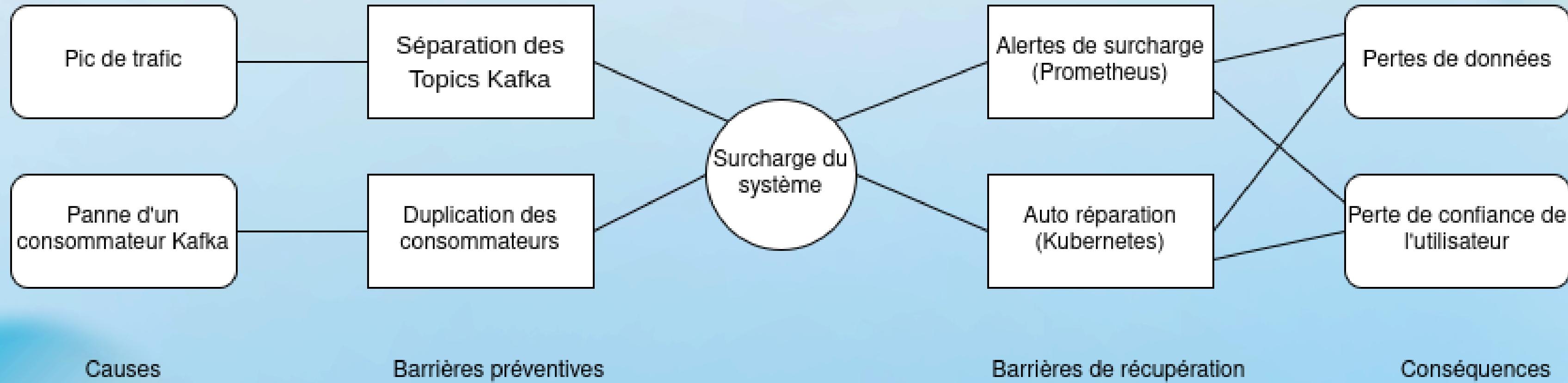
D : Impossibilité d'accéder aux données du patient

E : Données retardées

Bowtie 1



Bowtie 2



Impacts Architecturaux

Optimisation énergétique et rollback

Utilisation du BLE pour économiser la batterie

Buffering pour stocker les mesures

Sécurisation des données

Point d'accès unique (gateway) et JWT

Chiffrement de bout en bout

Surcharge du système et latency

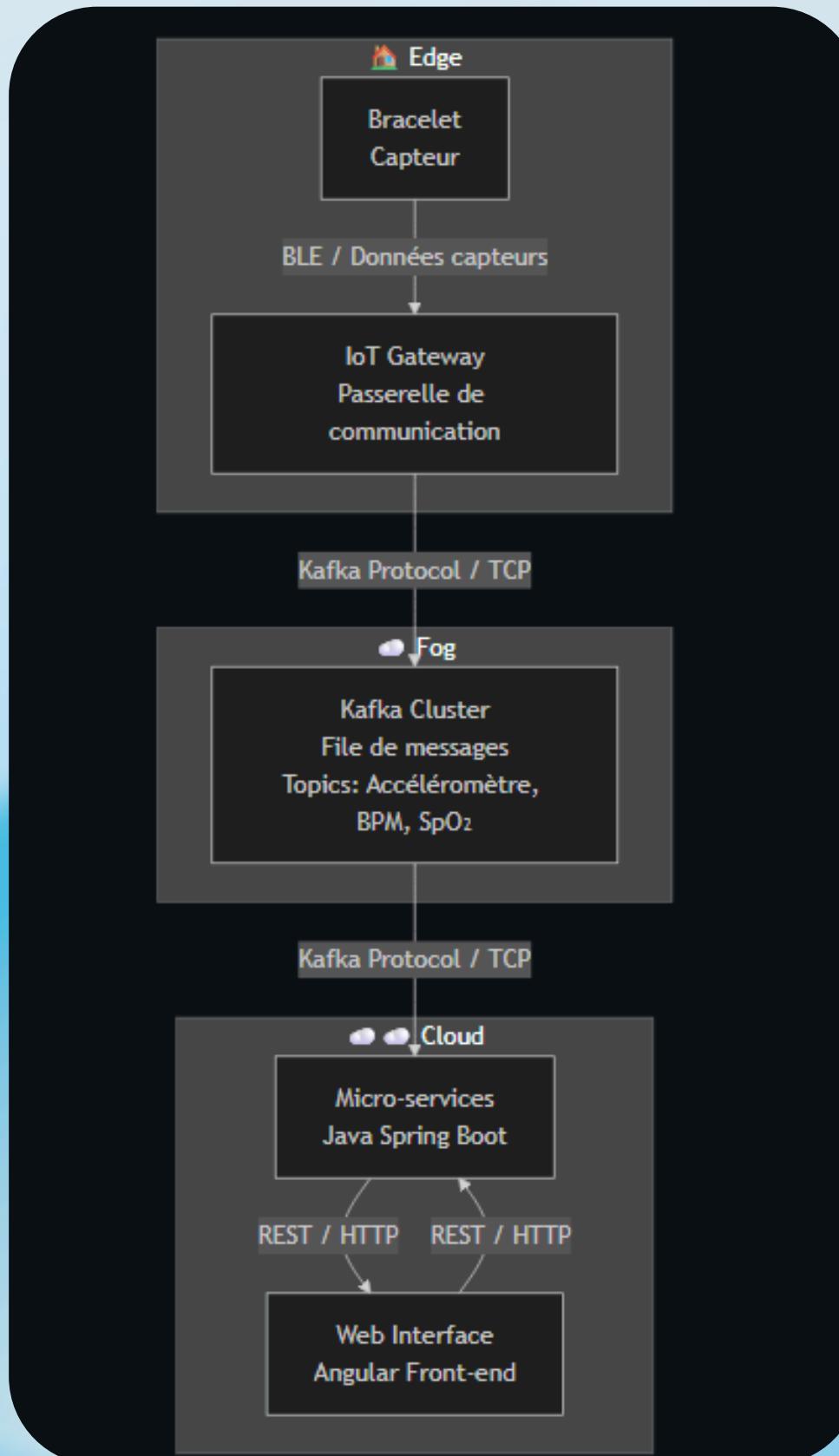
Kubernetes pour micro services

Séparation des topics Kafka sur des différentes partitions voir broker si nécessaire

Monitoring du système

Monitoring mise en place via Prometheus + alertes

Architecture



Vue d'ensemble - HAUT NIVEAU

Bracelet connecté : collecte les données physiologiques (fréquence cardiaque, oxygène, activité) et les transmet via Bluetooth Low Energy (BLE).

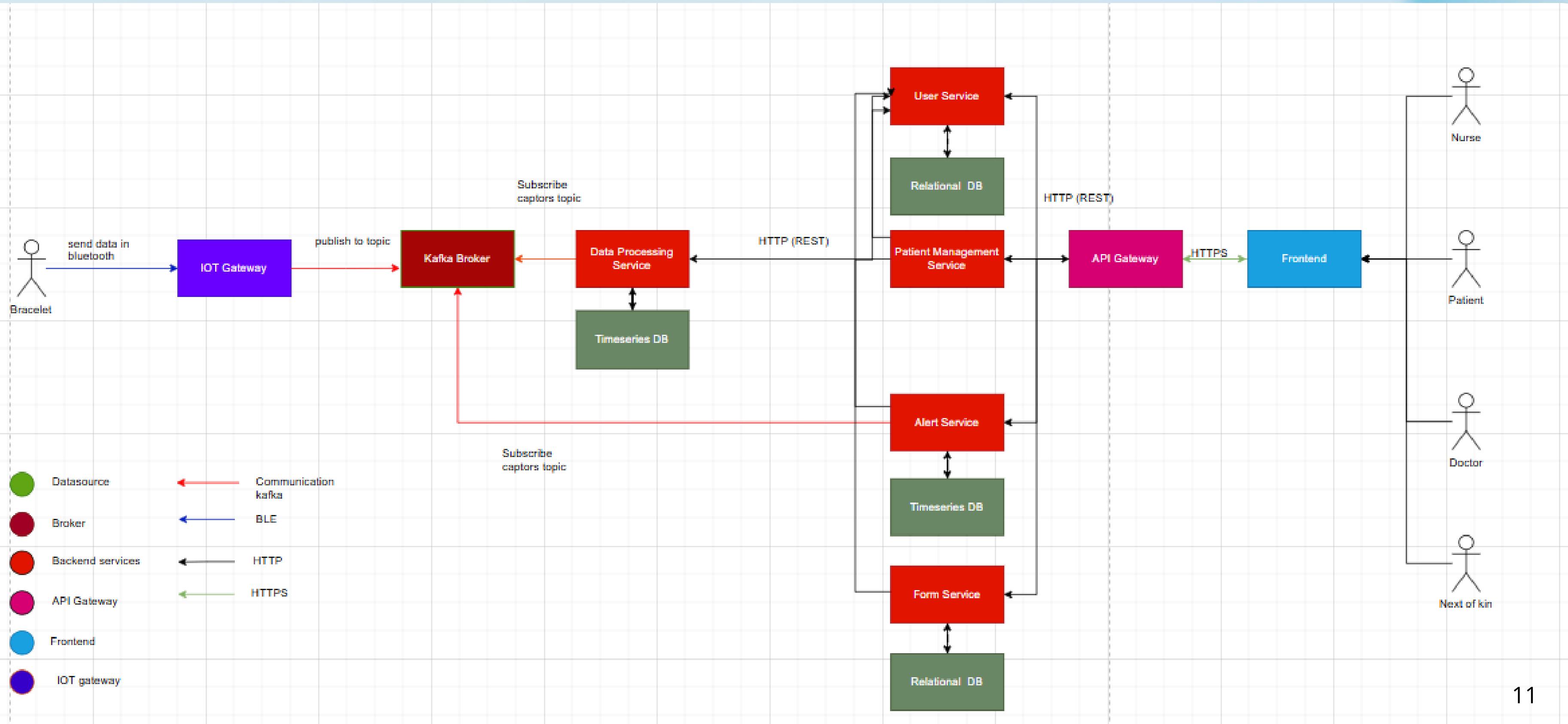
IoT Gateway : reçoit les données BLE, les sécurise et les publie sur Kafka via le protocole Kafka.

Kafka : système de messagerie asynchrone garantissant une transmission fiable et scalable des données.

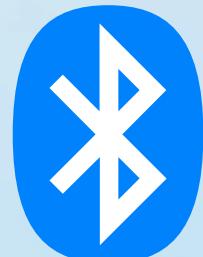
Micro-services : traitent et stockent les données, exposent des API REST sécurisées pour les utilisateurs.

Web Interface : interface front-end Angular pour la supervision, configuration et consultation des données.

Architecture globale

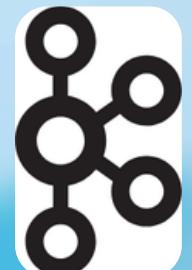


Principales technologies



Bluetooth Low Energy (BLE)

Communication locale à faible consommation entre le bracelet et la passerelle, avec chiffrement AES-CCM pour sécuriser les données.



Apache Kafka

Plateforme de messagerie distribuée, asynchrone et scalable, utilisée pour transporter de manière fiable les données entre la passerelle IoT et les microservices.



Java Spring Boot

Framework back-end pour développer des microservices robustes, modulaires et sécurisés.

Angular

Framework front-end utilisé pour construire une interface utilisateur réactive et sécurisée.



TimeScaleDB

Extension PostgreSQL optimisée pour le stockage et l'analyse des données de séries temporelles biométriques.



Docker & Kubernetes

Conteneurisation et orchestration pour garantir scalabilité, résilience et déploiement sans interruption.



Démonstration

Consultation des données capteurs

Le médecin se connecte à l'interface web afin de consulter l'état de santé de son patient Lucas Bernard. Il peut visualiser les données transmises par les capteurs du bracelet.

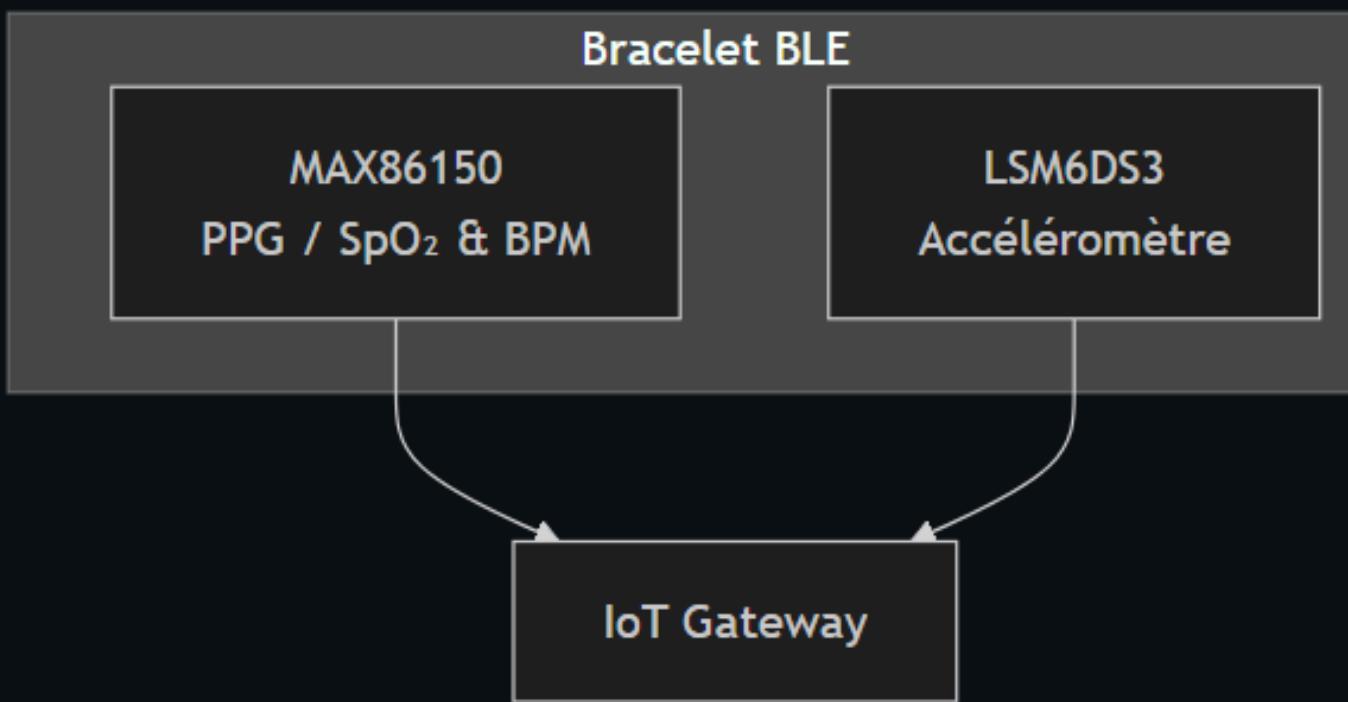
Suivi enrichi par les formulaires

La patiente Emma Martin se connecte à l'interface web et remplit un formulaire décrivant son ressenti. Le médecin peut ensuite consulter ces informations pour affiner le suivi médical.

Merci pour votre attention



Bracelet



Fonctions principales :

Mesure fréquence cardiaque (BPM), saturation en oxygène (SpO₂), activité via accéléromètre

Capteurs intégrés :

MAX86150 (PPG pour BPM & SpO₂)
LSM6DS3 (Accéléromètre triaxial)

Communication :

Bluetooth Low Energy (BLE) à faible consommation

Sécurité :

Appairage sécurisé avec authentification mutuelle
Chiffrement AES-CCM

Gestion énergétique :

Intervalles de mesure adaptés selon le type de donnée

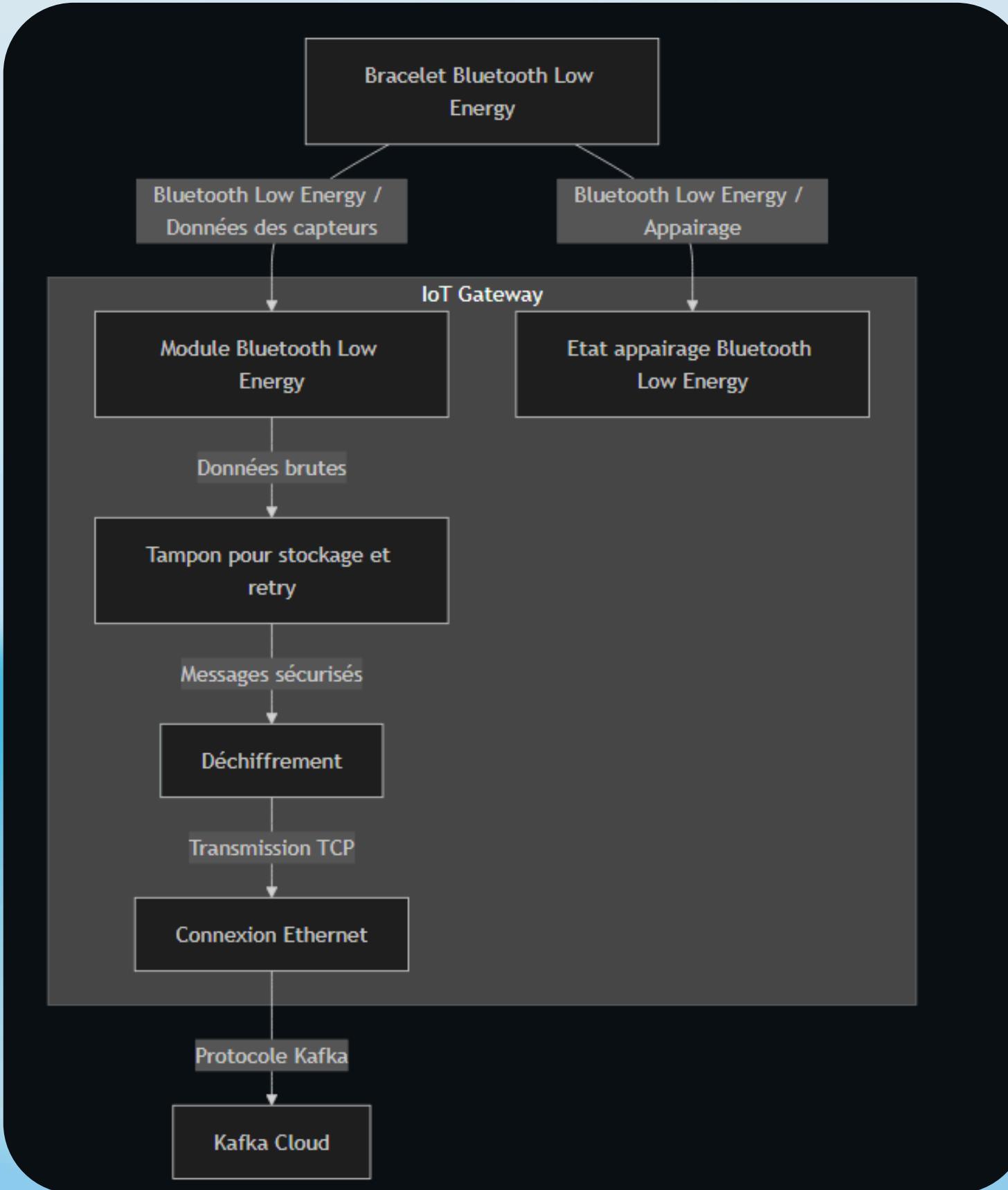
Optimisation par batching des messages

Fiabilité :

Retry automatique des messages non reçus

Stockage tampon minimal sur le bracelet

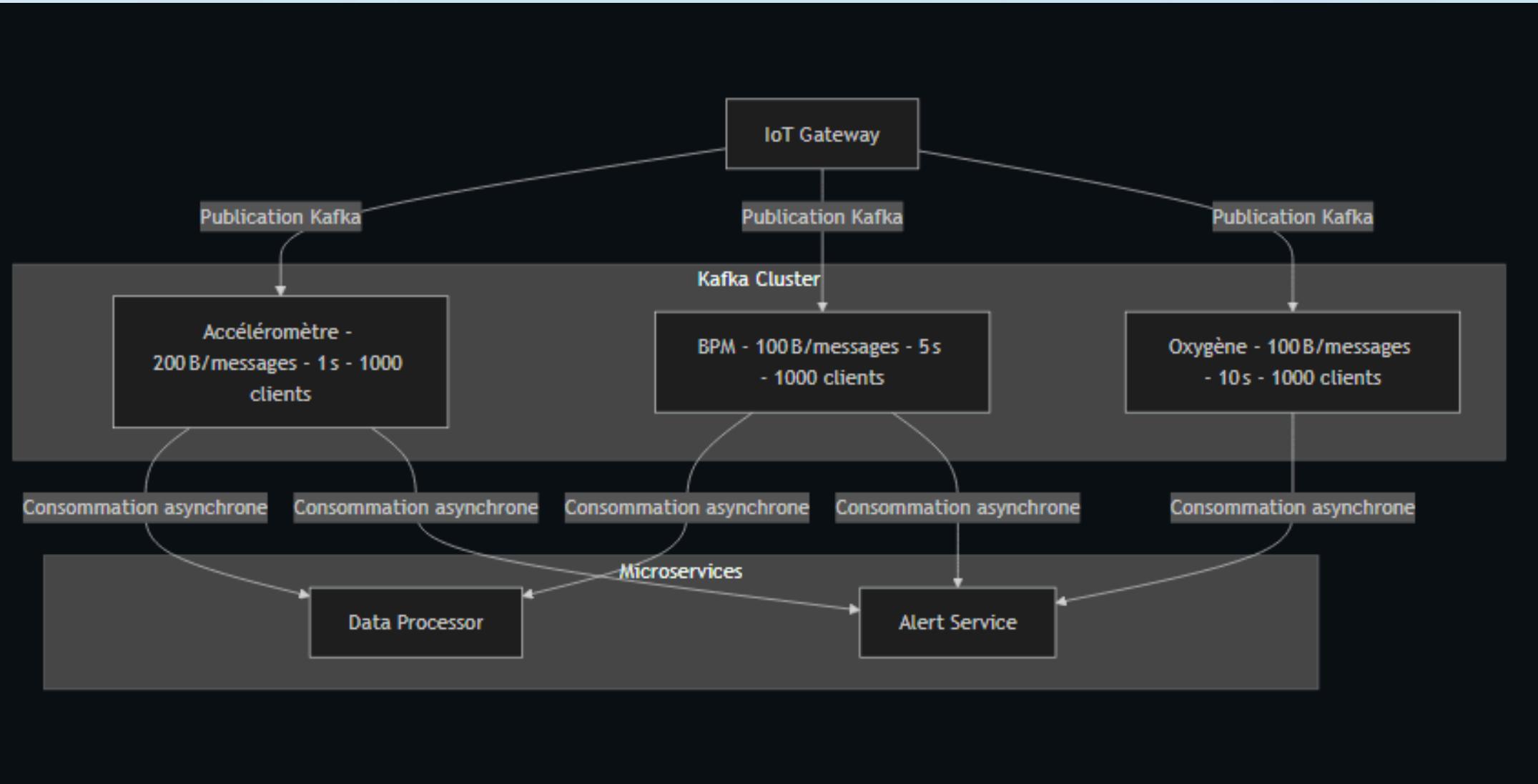
IOT Gateway



- **IoT Gateway - Points clés**

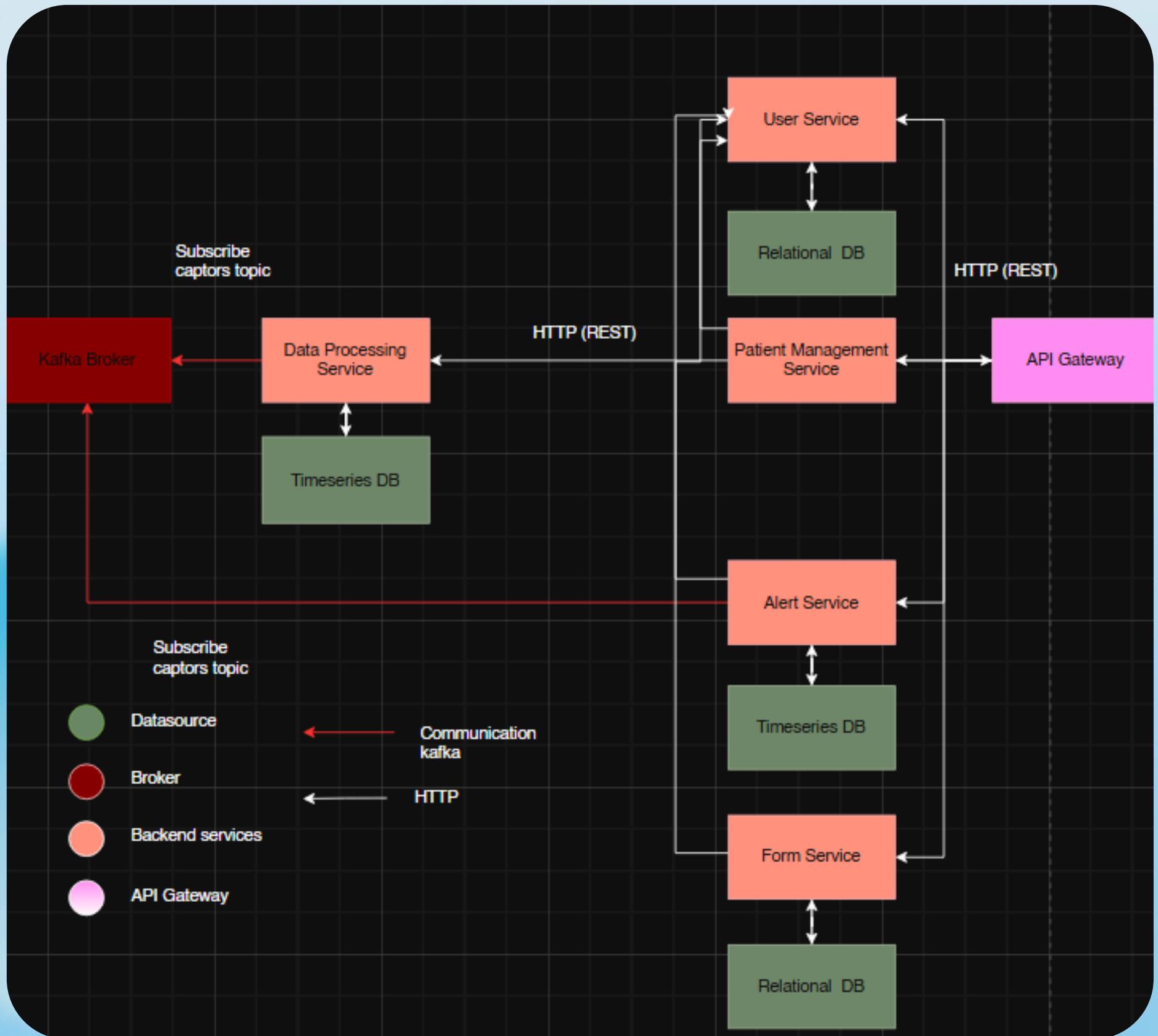
- Relie les bracelets BLE au cloud
- Gère appairage sécurisé et communication chiffrée (AES-CCM)
- Stockage tampon et retry en cas de perte de connexion
- Publie les données vers Kafka via TLS/SASL_SSL
- Containerisé léger, scalable et supervisé via Prometheus

Kafka



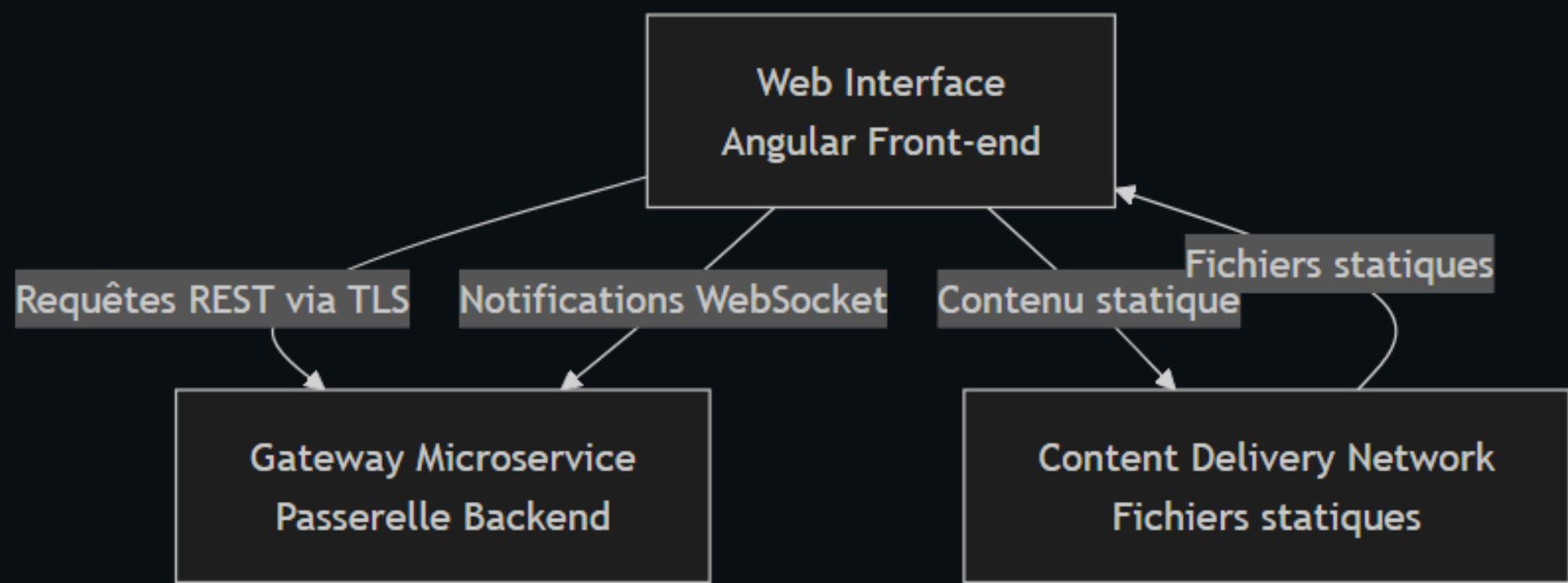
- Assure la transmission fiable et scalable des données entre l'IoT Gateway et les micro-services.
- Organise les données en topics partitionnés selon le type de capteur (accéléromètre, fréquence cardiaque, oxygène).
- Supporte un grand nombre de clients grâce au partitionnement et à la réplication des messages.
- Garantit la persistance des données avec des acknowledgements complets (`acks=all`).
- Sécurisé via TLS avec authentification SASL_SSL et contrôle d'accès par ACL.
- Permet un découplage fort entre producteurs (passerelle IoT) et consommateurs (micro-services), facilitant la scalabilité et la résilience.

Micro-services



- Architecture modulaire avec services Spring Boot indépendants
- API REST sécurisées, communication via TLS et JWT
- Gestion des utilisateurs, formulaires, patients, données physiologiques et alertes
- Consommation asynchrone des données via Kafka
- Orchestration Kubernetes pour scalabilité et haute disponibilité
- Bases de données dédiées : PostgreSQL et TimescaleDB

Frontend



- Interface utilisateur intuitive pour supervision et configuration
- Communication sécurisée via API REST avec la Gateway
- Authentification par JWT et gestion des sessions
- Affichage en temps réel des données et alertes via WebSocket
- Interface responsive, maintenable et évolutive grâce à Angular
- Scalabilité possible via hébergement sur cluster ou CDN