



الْيَمَنِيُّ الْوَطَنِيُّ لِلْبَرِيدِ وَالْهَوَاسِنَاتِ  
٩٤١٥٢٠٩٦٣٥٧٨٠٩٦٣٥٢٥٩٦  
**Institut National des Postes et Télécommunications**

## INSITUT NATIONAL DES POSTES ET TELECOMMUNICATIONS

### PROJET PERSONNEL ET PROFESSIONNEL RAPPORT

---

# GreenTech SmartBin : Solution Connectée pour une Gestion Durable des Déchets

---

*Realisé par :*

Baba SALMANE  
El Bouyed ZAINAB  
Najmi YASSINE  
Bel-Houideg IMAD EDDINE

*Encadrant :*  
EN-Nouaary ABDDESLAM

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Objectifs</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Première Phase</b>	<b>2</b>
3.1	Détection de Présence . . . . .	2
3.1.1	Détection par Ultrason . . . . .	2
3.1.2	Détection par Traitement d'Image . . . . .	3
3.2	Ouverture et Fermeture Automatique . . . . .	3
3.3	Surveillance du Niveau de Remplissage . . . . .	4
3.4	Conclusion . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Deuxième Phase : Optimisation des Trajets de Collecte</b>	<b>4</b>
4.1	Technologies Utilisées . . . . .	5
4.2	Fonctionnalités Principales . . . . .	5
4.3	Structure du Projet . . . . .	5
4.4	Optimisation Hybride (Logique) . . . . .	5
4.5	Exemples de Visualisation . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Interface Utilisateur et Simulation</b>	<b>7</b>
5.1	Dashboard de Supervision . . . . .	7
5.2	Fonctionnement . . . . .	8
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>8</b>

## Résumé

Le projet SmartBin vise à améliorer la gestion des déchets urbains grâce à un système de poubelles intelligentes et connectées. Ce système utilise des technologies IoT, des capteurs et des algorithmes d'optimisation pour augmenter l'efficacité opérationnelle, réduire les coûts et minimiser l'impact environnemental. Ce rapport résume la première phase du projet, axée sur la détection de présence, l'ouverture/fermeture automatique et la surveillance du niveau de remplissage.

## 1 Introduction

Dans les villes modernes, la gestion des déchets est un enjeu crucial. Les méthodes traditionnelles sont souvent inefficaces, entraînant des coûts inutiles et une pollution environnementale. Le projet SmartBin propose une solution innovante en introduisant un système de poubelles connectées qui optimise la collecte des déchets et améliore la propreté des espaces publics.

## 2 Objectifs

Les objectifs principaux du projet SmartBin sont :

- **Automatisation** : Concevoir une poubelle intelligente qui s'ouvre automatiquement.
- **Connectivité** : Interconnecter les poubelles via un réseau IoT pour un suivi en temps réel.
- **Optimisation** : Développer une application pour optimiser les itinéraires de collecte.
- **Impact environnemental** : Réduire les débordements et optimiser les trajets pour minimiser l'empreinte carbone.

## 3 Première Phase

Lors de la première phase du projet, nous nous sommes concentrés sur trois fonctionnalités clés :

### 3.1 Détection de Présence

Deux méthodes complémentaires ont été utilisées pour détecter la présence d'une personne :

#### 3.1.1 Détection par Ultrason

Un capteur à ultrasons mesure la distance entre la poubelle et une personne. Si la distance est inférieure à 10 cm, la poubelle s'ouvre automatiquement. Cette méthode est simple, fiable et peu coûteuse, mais elle ne permet pas de distinguer les objets ou les intentions de la personne.

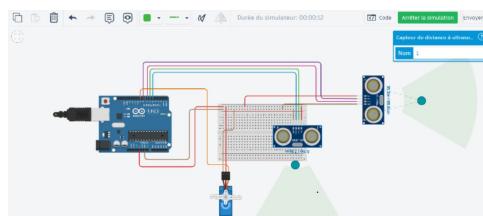


FIGURE 1 – Détection de présence : une personne est détectée à 7 cm.

### 3.1.2 Détection par Traitement d’Image

Une caméra est utilisée pour capturer des images en temps réel. Le modèle YOLO (*You Only Look Once*) est ensuite appliqué pour détecter les personnes et les objets pertinents, comme les sacs ou les corbeilles. Cette méthode permet non seulement de détecter la présence d’une personne, mais aussi d’identifier son intention d’utiliser la poubelle (par exemple, si elle porte un sac).

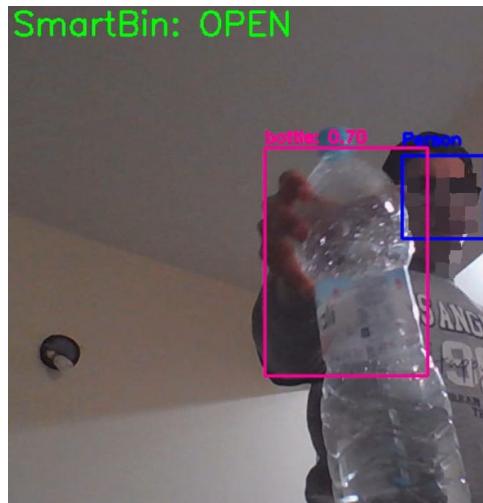


FIGURE 2 – Détection d’une personne avec un sac à l’aide de YOLO.

## 3.2 Ouverture et Fermeture Automatique

Lorsqu'une présence est détectée (par ultrason ou caméra), le couvercle de la poubelle s'ouvre (servomoteur à 90°). Si aucune présence n'est détectée pendant 15 secondes, le couvercle se referme automatiquement (servomoteur à 0°). Cela évite que des débris ne s'échappent et maintient l'hygiène.

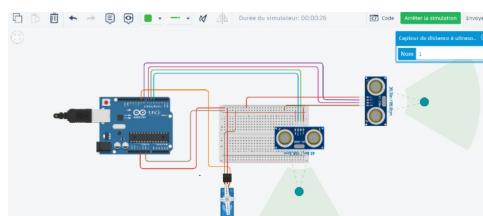


FIGURE 3 – Fermeture automatique après 15 secondes.

### 3.3 Surveillance du Niveau de Remplissage

Un capteur à ultrasons mesure le niveau de remplissage de la poubelle. Si la poubelle est pleine (distance inférieure à 5 cm), elle se verrouille et désactive le capteur de présence pour éviter tout débordement.

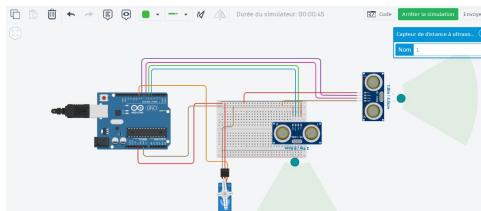


FIGURE 4 – Poubelle pleine : niveau de remplissage à 4.5 cm

### 3.4 Conclusion

La première phase du projet SmartBin a permis de mettre en place les fonctionnalités de base : détection de présence (via ultrason et traitement d'image), ouverture/fermeture automatique et surveillance du niveau de remplissage. Ces fonctionnalités constituent une base solide pour les étapes suivantes, qui incluront la connectivité IoT et l'optimisation des trajets de collecte. Les résultats obtenus sont prometteurs et démontrent le potentiel du système pour améliorer l'efficacité de la gestion des déchets.

### Perspectives

Pour améliorer encore la précision de la détection de présence, une combinaison des deux méthodes (ultrason et traitement d'image) pourrait être envisagée. L'ultrason permet une détection rapide et fiable de la proximité, tandis que le traitement d'image offre une analyse plus approfondie des intentions de la personne. En intégrant ces deux technologies, le système SmartBin deviendrait encore plus robuste et adapté aux environnements réels.

## 4 Deuxième Phase : Optimisation des Trajets de Collecte

La deuxième phase du projet SmartBin se concentre sur l'optimisation intelligente des itinéraires de collecte des déchets, afin de maximiser l'efficacité des tournées des camions tout en minimisant l'empreinte carbone.

Ce projet *Smart Bin Route* a pour objectif d'optimiser la collecte des déchets dans une ville intelligente en générant un itinéraire dynamique pour les camions de ramassage. Il prend en compte le niveau de remplissage des poubelles et leur proximité afin de réduire les coûts de carburant et le temps de collecte.

## 4.1 Technologies Utilisées

- **Python** avec *FastAPI* pour construire l’API backend.
- **OSRM (Open Source Routing Machine)** pour le calcul des distances réelles entre les points.
- **Folium** pour la génération de cartes interactives.
- **Ngrok** pour exposer le serveur en local vers une URL publique.

## 4.2 Fonctionnalités Principales

1. Mise à jour dynamique du niveau de remplissage des poubelles.
2. Optimisation d’itinéraire selon deux modes :
  - par distance (OSRM /trip)
  - par priorité de remplissage + ajout automatique de poubelles proches (logique hybride)
3. Visualisation de l’itinéraire sur carte avec ordre numéroté.
4. API REST pour l’interaction avec les poubelles (GET, POST).

## 4.3 Structure du Projet

- `services.py` : contient toute la logique d’optimisation de parcours.
- `routes.py` : définit les routes API avec FastAPI.
- `mock_data.py` : contient les données simulées des poubelles.

## 4.4 Optimisation Hybride (Logique)

La stratégie hybride suit les étapes suivantes :

1. Trier les poubelles par remplissage à partir d’un seuil (ex : 60%).
2. Créer un trajet fixe avec ces prioritaires.
3. Pour chaque segment du trajet, ajouter automatiquement les poubelles proches (<300m).
4. Calculer la distance totale avec OSRM entre chaque point.

## 4.5 Exemples de Visualisation

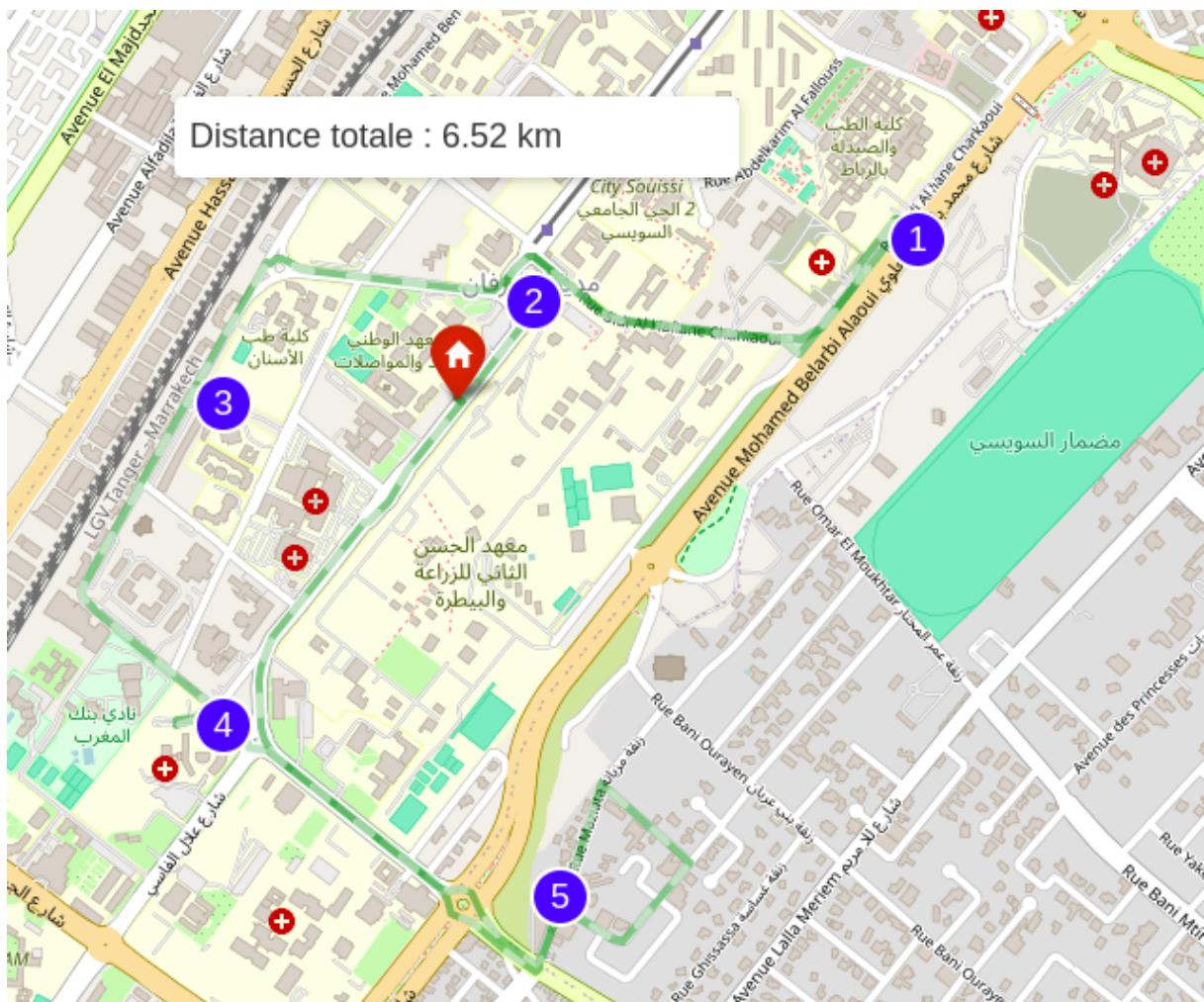


FIGURE 5 – Carte de l’itinéraire optimisé (distance)

Par exemple, prenons ces niveaux de remplissage de poubelles :

- Bin\_01 : 20%
- Bin\_02 : 40%
- Bin\_03 : 30%
- Bin\_04 : 90%
- Bin\_05 : 10%

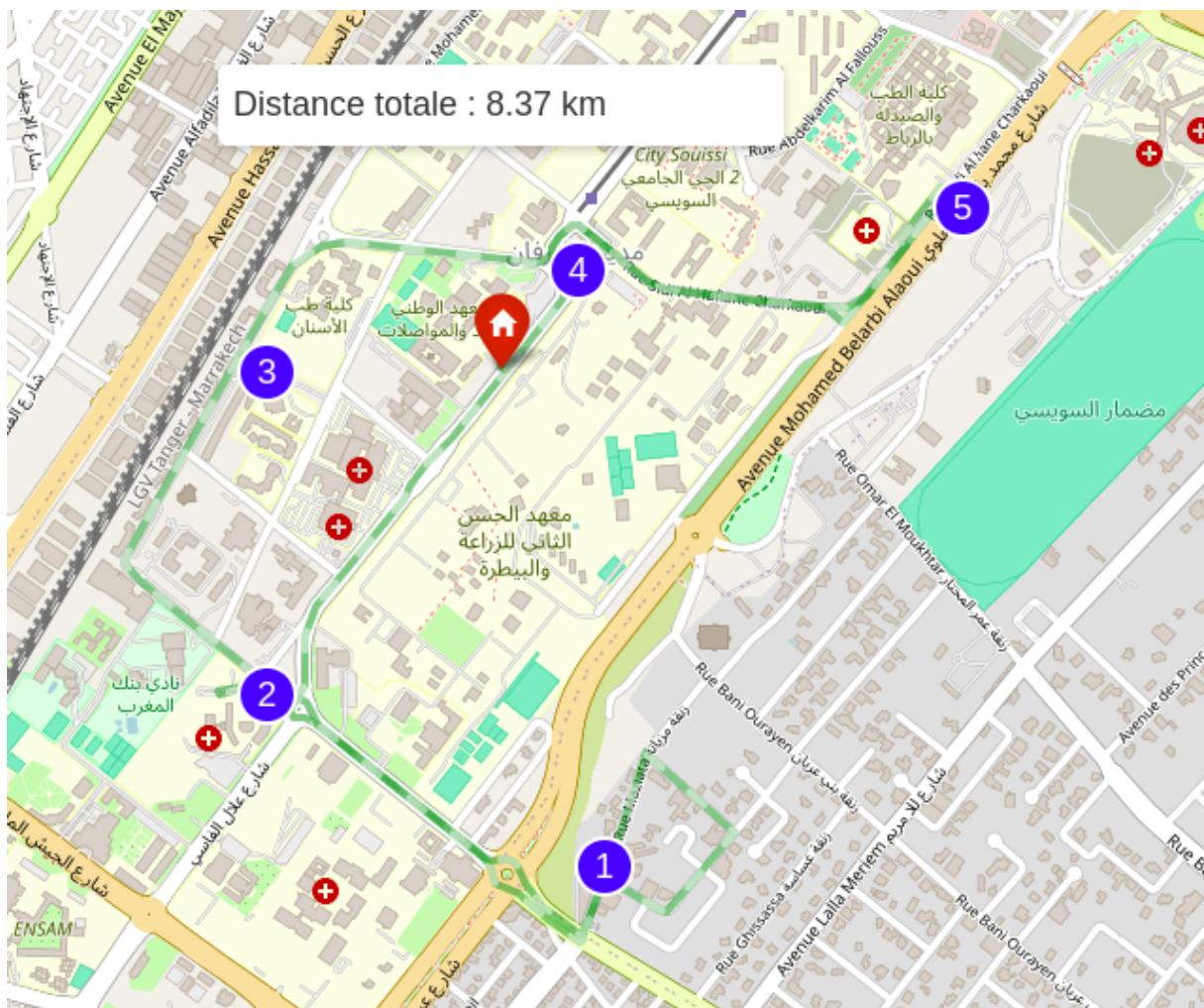


FIGURE 6 – Carte de l’itinéraire par remplissage + poubelles proches

## 5 Interface Utilisateur et Simulation

Pour illustrer le fonctionnement de l’optimisation des trajets en conditions réelles, une interface web a été développée permettant d’interagir avec le système SmartBin. (Voir : [bin.salmanebaba.me](http://bin.salmanebaba.me))

### 5.1 Dashboard de Supervision

L’interface comprend plusieurs fonctionnalités essentielles :

- **Mise à jour du niveau de remplissage** : un menu déroulant permet de sélectionner une poubelle (par son ID) et de transmettre son taux de remplissage.
- **Affichage de la distance optimisée** : deux cartes affichent l’itinéraire calculé, avec les distances totales.
- **Carte principale hybride** : elle montre les emplacements des poubelles prioritaires ainsi que les autres ajoutées automatiquement par proximité.
- **Mini carte** : Carte de l’itinéraire optimisé (distance)

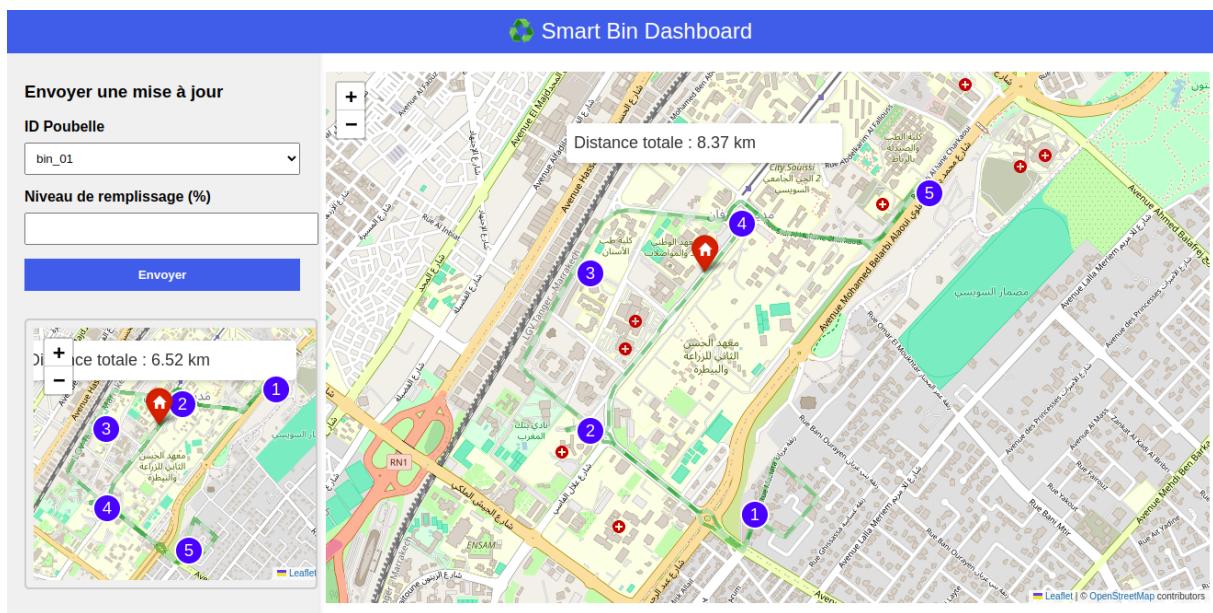


FIGURE 7 – Interface web SmartBin – Simulation d’optimisation des trajets

## 5.2 Fonctionnement

Lorsqu'un utilisateur modifie le niveau de remplissage d'une poubelle via l'interface, une requête est envoyée à l'API FastAPI. L'algorithme d'optimisation est alors déclenché pour recalculer dynamiquement le meilleur itinéraire en fonction :

- du taux de remplissage de chaque poubelle,
- de leur position géographique (coordonnées GPS),
- de leur proximité par rapport à la route existante.

Cette simulation valide la capacité du système à ajuster ses trajets en temps réel, garantissant une collecte efficace et écoresponsable.

## 6 Conclusion

Ce projet illustre comment des outils modernes peuvent être combinés pour réduire les coûts logistiques et améliorer l'efficacité de la gestion des déchets. Le module d'optimisation hybride est adapté aux contraintes du terrain tout en restant performant.