



UNIVERSITE  
CHEIKH ANTA DIOP  
DE DAKAR

## ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE (ESP)

---

Département : Génie Informatique

# Conception Technique et Stratégique

---

Système Intelligent de Gestion des Déchets par l'IoT

*Un projet innovant pour un Sénégal plus propre et plus sûr*



 **Cours** : Introduction à l'Internet des Objets

 **Enseignant** : Dr.Moussa Diallo

 **Niveau** : Master 1 SSI




**Année académique : 2024-2025**

---

## Membres du groupe

---

### Membres

-  Papa Mounirou Seck
-  Awa Lo
-  Seynabou Laye Mbaye

## Table des matières

---

<b>Avant-propos</b>	<b>4</b>
<b>1 Contexte et Origine du Projet</b>	<b>4</b>
1.1 Problématique Observée . . . . .	4
1.2 Inspiration et Objectifs . . . . .	4
<b>2 Architecture Technique : Une Solution IoT Complète</b>	<b>5</b>
2.1 Schéma d'Architecture . . . . .	5
<b>3 Composants Matériels et Fournisseurs Locaux</b>	<b>6</b>
3.1 Liste des Composants . . . . .	6
3.2 Choix de l'ESP8266 . . . . .	6
<b>4 Budget Détaillé en FCFA</b>	<b>7</b>
4.1 Coûts Matériels pour 10 Poubelles Pilotes . . . . .	7
4.2 Coûts Logiciels et Services . . . . .	7
<b>5 Fonctionnalités Clés</b>	<b>8</b>
5.1 Détection et Alertes Multicanales . . . . .	8
5.2 Interface Utilisateur . . . . .	8
<b>6 Déploiement sur le Terrain</b>	<b>9</b>
6.1 Phase Pilote à Kaolack ville . . . . .	9
6.2 Résultats Attendus . . . . .	9
<b>7 Défis et Solutions Innovantes</b>	<b>9</b>

<b>8 Perspectives d'Évolution</b>	<b>10</b>
8.1 À Court Terme (2025) . . . . .	10
8.2 À Long Terme (2025-2030) . . . . .	10
<b>9 Impact Social et Environnemental</b>	<b>10</b>
9.1 Protection des Enfants . . . . .	10
9.2 Réduction de la Pollution . . . . .	11
<b>10 Conclusion : Un Projet Étudiant à Impact National</b>	<b>11</b>
<b>Annexes</b>	<b>11</b>
Contacts des Fournisseurs . . . . .	11

## Avant-propos

---

« *Agir, protéger, rester propre !* »  
(*L'innovation au service de la communauté*)  
« *Mbooloo mooy doole !* »

*Notre vision pour un Sénégal durable.*

---

### Résumé

Ce document présente un système intelligent de gestion des déchets urbains basé sur la technologie IoT, conçu par des étudiants de l'École Supérieure Polytechnique de Dakar. Face aux défis de la gestion des déchets au Sénégal, particulièrement les risques encourus par les enfants fouillant les poubelles, notre solution propose une surveillance en temps réel, des alertes automatisées et une sensibilisation citoyenne. Le projet intègre des capteurs connectés, une plateforme cloud et un réseau de notifications multicanales, tout en privilégiant les fournisseurs et matériaux locaux pour un impact économique et social significatif.

## 1 Contexte et Origine du Projet

---

### 1.1 Problématique Observée

Au Sénégal, la gestion des déchets urbains représente un défi majeur, particulièrement dans les zones densément peuplées comme Dakar, Kaolack et Saint-Louis. Les poubelles publiques sont souvent surchargées, entraînant des nuisances sanitaires et environnementales.

#### Situation critique

Un phénomène tragique a retenu notre attention : **des enfants, issus de quartiers défavorisés, fouillent régulièrement les poubelles** à la recherche de nourriture ou de matériaux recyclables, s'exposant à des risques mortels (blessures, asphyxie, intoxication).

### 1.2 Inspiration et Objectifs

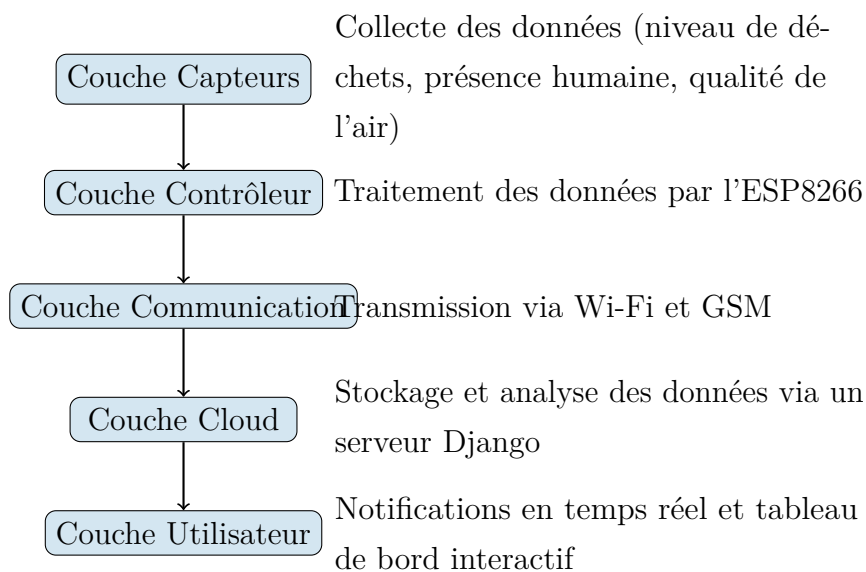
En tant qu'étudiants en informatique à l'ESP, nous avons conçu ce projet pour :

- ✓ **Prévenir les accidents humains** grâce à une détection automatique d'intrusion dans les poubelles.
- ✓ **Optimiser les collectes** via une surveillance en temps réel du niveau de remplissage et de la qualité de l'air.
- ✓ **Sensibiliser les citoyens** et les autorités via des alertes multicanales (SMS, WhatsApp, Telegram).

## 2 Architecture Technique : Une Solution IoT Complète

### 2.1 Schéma d'Architecture

Le système repose sur une architecture en cinq couches interconnectées :



#### Flux de données simplifié

[Capteurs] → [ESP8266] → [GSM/Wi-Fi] → [Serveur Django] → [Alertes WhatsApp/Telegram/SMS]

[Actionneurs et Interface Locale]

### 3 Composants Matériels et Fournisseurs Locaux

#### 3.1 Liste des Composants

Composant	Fonction	Fournisseur Sénégalais
ESP8266 NodeMCU 8 000	Traitement	<i>Rahim World service</i> (Dakar)
Capteur Ultrason HC-SR04 3 500	Mesure	<i>Dakar Electronique</i>
Capteur PIR 2 500	Détection	<i>Jumia Senegal</i>
Capteur de Gaz MQ135 5 000	Surveillance	<i>Rahim world Service</i> (Sam Dakar)
Module GSM SIM800L 15 000	Communication	<i>AfricTech</i> (Dakar)
Servomoteur SG90 4 000	Contrôle	<i>Rahim world Service</i> (Dakar)
Écran LCD 16x2 6 000	Affichage	<i>Marché Sandaga</i>
Batterie Solaire 12V 25 000	Alimentation	<i>Jumia senegal</i>

TABLE 1 – Composants matériels et fournisseurs locaux

#### 3.2 Choix de l'ESP8266

##### Avantages :

- + Coût réduit (40% moins cher que l'ESP32)
- + Compatibilité Wi-Fi native

+ Consommation énergétique optimisée

##### Intégration :

- ⚙️ Gère simultanément les capteurs, les actionneurs, et la communication avec le serveur

## 4 Budget Détaillé en FCFA

### 4.1 Coûts Matériels pour 10 Poubelles Pilotes

Composant	Quantité	Prix Unitaire	Total
ESP8266 NodeMCU	10	8 000	80 000
Capteur HC-SR04	10	3 500	35 000
Capteur PIR	10	2 500	25 000
Capteur MQ135	10	5 000	50 000
Module GSM SIM800L	10	15 000	150 000
Servomoteur SG90	10	4 000	40 000
Écran LCD 16x2	10	6 000	60 000
Batterie Solaire 12V	10	25 000	250 000
Câbles et Accessoires	-	30 000	30 000
<b>Total Matériel</b>			<b>720 000</b>

TABLE 2 – Budget matériel pour la phase pilote

### 4.2 Coûts Logiciels et Services

Service	Coût Mensuel (FCFA)	Description
Hébergement Serveur	50 000	Serveur local à l'ESP avec Nginx.
API WhatsApp Business	20 000	Forfait pour 1 000 notifications/mois.
Forfait SMS Orange	30 000	500 SMS/mois vers les numéros locaux.
Maintenance Logicielle	100 000	Mises à jour et support technique.




TABLE 3 – Coûts mensuels des services logiciels





## 5 Fonctionnalités Clés

### 5.1 Détection et Alertes Multicanales

#### Poubelle Pleine

- Le capteur ultrasonique mesure un niveau critique ( $<10$  cm).
- L'ESP8266 envoie une alerte au serveur Django via Wi-Fi.
- **Notifications déclenchées :**
  -  **WhatsApp** : Message aux services municipaux avec localisation GPS.
  -  **SMS** : Alerte aux éboueurs via le module GSM.
  -  **Telegram** : Message au groupe de gestion des déchets.

#### Intrusion Humaine

- Le capteur PIR détecte un mouvement prolongé ( $>5$  secondes).
- **Actions immédiates :**
  -  Alarme sonore (100 dB) et fermeture automatique du couvercle.
  -  Notification WhatsApp aux ONG partenaires (*Green Sénégal*).

### 5.2 Interface Utilisateur

#### Tableau de Bord Web

- ✓ Visualisation en temps réel du statut des poubelles (carte interactive, graphiques).
- ✓ Historique des alertes et analyses des tendances.

#### Écran LCD Local

- ✓ Affichage bilingue (ex : « Niveau : 85% - DANGER! »).

## 6 Déploiement sur le Terrain

### 6.1 Phase Pilote à Kaolack ville

- 📍 **Sites Ciblés** : 10 poubelles près des écoles, marchés etc....
- 📍 **Partenaire Logistique** : Mairie de kaolack pour l'accès aux sites.
- 📍 **Formation** : Ateliers avec les éboueurs et les responsables locaux sur l'utilisation du système.



Formation des acteurs



Cartographie des sites



Installation du matériel



Configuration réseau

### 6.2 Résultats Attendus

- 📈 **Réduction de 90% des intrusions** dans les poubelles équipées.
- 📈 **Optimisation de 50% des tournées de collecte** grâce aux données en temps réel.

## 7 Défis et Solutions Innovantes

### Défi 1 : Alimentation Électrique en Zone Urbaine

- 💡 **Solution** : Intégration de batteries solaires recyclées, rechargées via des panneaux solaires portables.

### Défi 2 : Connectivité Internet Instable

- 📶 **Solution** : Utilisation du GSM comme backup pour les SMS lorsque le Wi-Fi est indisponible.

### Défi 3 : Résistance aux Conditions Climatiques

- ☁️ **Solution** : Boîtiers étanches sur mesure fabriqués par *MetalWorks Sénégal* pour protéger les composants.

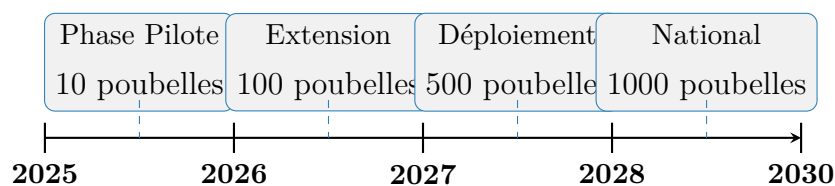
## 8 Perspectives d'Évolution

### 8.1 À Court Terme (2025)

- 📺 **Intégration d'une Caméra Infrarouge** : Pour valider visuellement les alertes d'intrusion.
- 📺 **Partenariat avec Orange Sénégal** : Négociation de tarifs préférentiels pour les SMS.

### 8.2 À Long Terme (2025-2030)

- 🌱 **Déploiement National** : Équiper 1 000 poubelles dans 10 villes sénégalaises.
- 🌱 **IA Prédictive** : Utilisation de modèles pour anticiper les pics de remplissage.





## 9 Impact Social et Environnemental

### 9.1 Protection des Enfants

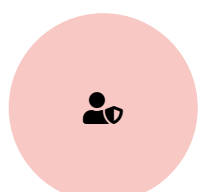
- 👁️ **Alerte Immédiate** : Sauvetage potentiel de vies grâce aux notifications rapides.
- 👁️ **Sensibilisation** : Campagnes dans les écoles via l'affichage LCD et l'application mobile.

## 9.2 Réduction de la Pollution

-  **Collectes Optimisées** : Moins de camions en circulation, réduisant les émissions de CO2.
-  **Surveillance de l'Air** : Détection précoce des émanations toxiques pour une intervention rapide.

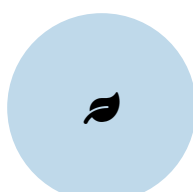
## 10 Conclusion : Un Projet Étudiant à Impact National

Ce système IoT, conçu avec un budget de **720 000 FCFA** pour 10 poubelles pilotes, démontre qu'une **innovation locale et low-cost** peut transformer la gestion des déchets au Sénégal. En combinant technologie, engagement social et partenariats locaux, nous visons à :



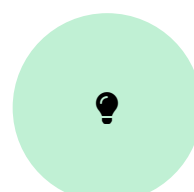
**Protéger**

*les populations  
vulnérables*



**Contribuer**

*à un environnement  
plus sain*



**Inspirer**

*une nouvelle génération  
d'ingénieurs africains*

**« Agir, protéger, rester propre !! »**

*(L'innovation au service de la communauté)*

**« Mbooloo mooy doole !! »**

Notre vision pour un Sénégal durable.

## Annexes

### Contacts des Fournisseurs

**Dakar Electronique** Centre Ville, 134 Avenue Place 71, Dakar 14213 | Tél : +221  
77 485 52 56