

PROJET DE MODULE : SMART CITY ANALYTICS PLATFORM

Section : IA2

Plateforme Intelligente de Gestion des Données Urbaines

Contexte et Enjeux

Face à la croissance démographique et aux défis environnementaux, la métropole "**Neo-Sousse 2030**" s'est engagée dans une transformation digitale visant à optimiser la gestion des ressources urbaines grâce aux technologies émergentes. Ce projet s'inscrit dans le cadre du déploiement d'une plateforme de collecte, d'analyse et de visualisation des données urbaines en temps réel. Les objectifs sont multiples : améliorer la qualité de vie des citoyens, réduire l'empreinte écologique, et optimiser les coûts opérationnels des services municipaux.

Description des Besoins Fonctionnels

Pour répondre à ces enjeux, la base de données devra modéliser les éléments suivants :

1. Gestion des Capteurs Intelligents

- Chaque capteur est identifié de manière unique (UUID) et est caractérisé par :
 - Son type (qualité de l'air, trafic, énergie, déchets, éclairage)
 - Sa localisation géographique
 - Son statut (actif, en maintenance, hors service)
- Les capteurs peuvent être la propriété de la municipalité ou d'un partenaire privé. Dans les deux cas, on enregistre :
 - Le nom du propriétaire
 - Les coordonnées (adresse, téléphone, email)
 - La date d'installation

2. Maintenance et Interventions

- Les interventions sur les capteurs sont supervisées par des **techniciens certifiés** et un **système de validation IA**.
- Chaque intervention est effectuée par au moins deux techniciens (l'un intervient, l'autre valide).
- Les informations enregistrées incluent :

- La date et l'heure de l'intervention
- La nature de l'intervention (prédictive, corrective, curative)
- La durée et le coût
- L'impact environnemental (ex. : réduction CO₂)

3. Données des Citoyens Engagés

- Les citoyens volontaires disposent d'un **profil digital** contenant :
 - Un identifiant unique
 - Leur nom, adresse, et coordonnées
 - Leur score d'engagement écologique
 - Leurs préférences en matière de mobilité
 - Leur historique de participation aux consultations citoyennes

4. Gestion des Véhicules Autonomes Municipaux

- Chaque véhicule est suivi en temps réel. Les données enregistrées comprennent :
 - La plaque d'immatriculation
 - Le type de véhicule
 - L'énergie utilisée
 - Les trajets effectués (origine, destination, durée, économie de CO₂)

Questions Métiers Types

La plateforme doit notamment permettre de répondre aux interrogations suivantes :

- Quelles sont les **zones les plus polluées** de la ville sur les dernières 24 heures ?
- Quel est le **taux de disponibilité** des capteurs par arrondissement ?
- Quels sont les **citoyens les plus engagés** dans la réduction de leur empreinte carbone ?
- Combien d'**interventions prédictives** ont été réalisées ce mois-ci, et quelle **économie** ont-elles générée ?
- Quels **trajets de véhicules autonomes** ont permis la plus grande réduction de CO₂ ?

Travail Demandé:

A. Partie Théorique

1. Modélisation Conceptuelle

Proposer un **diagramme entité-association (E/A)** reflétant l'ensemble des besoins décrits.

2. Cardinalités et Contraintes

Détailler les cardinalités pour chaque association et justifier les choix effectués.

3. Modèle Relationnel

Traduire le diagramme E/A en un **schéma relationnel normalisé**, en listant les tables, attributs et clés.

4. Analyse des Redondances

Identifier les éventuels champs redondants et proposer des solutions pour les éliminer.

5. Dépendances Fonctionnelles

Établir le **graphe minimal des dépendances fonctionnelles** pour chaque relation.

6. Clés et Identifiants

Définir les **clés primaires** et **clés étrangères** pour chaque table.

7. Formes Normales

Pour chaque table, indiquer sa **forme normale** et justifier sa conformité (au moins 3FN).

8. Décomposition Optimisée

Si nécessaire, proposer une décomposition respectant la **BCNF (Boyce-Codd Normal Form)**.

B. Partie Pratique

9. Implémentation de la Base de Données

- Créer les scripts SQL de génération des tables
- Insérer des jeux de données cohérents et réalistes
- Implémenter les vues et requêtes répondant aux questions métiers

10. Interface et Visualisation (Front-End)

- Développer un **tableau de bord interactif** (ex. : avec Streamlit, React ou Power BI)
- Afficher des indicateurs clés (KPI) et des cartes thermiques

11. Traitement des Données (Back-End)

- Fournir des scripts d'extraction, de transformation et de chargement (ETL)
- Automatiser des analyses périodiques (ex. : rapport quotidien de qualité de l'air)

Recommandations Techniques

- Utilisation d'un SGBD relationnel ou relationnel-objet (ex. : **PostgreSQL**, MySQL, Oracle)

- Possibilité d'intégrer un module de séries temporelles (ex. : **TimescaleDB**)
- Langages conseillés : **SQL, Python, JavaScript**
- Optionnel : utilisation de frameworks de visualisation comme **Dash** ou **D3.js**

Critères d'Évaluation

- **Rigueur** de la modélisation conceptuelle et relationnelle
- **Performance** des requêtes
- **Qualité** de l'interface utilisateur et expérience interactive
- **Cohérence** des jeux de données et scénarios de test
- **Innovation** dans les propositions de requêtes analytiques