

# Réinventer la Ville

## Le Modèle Intégré, Lean et Résilient d'Oujda

Équipe:

ANNE MAHAMADOU DIT HAMET (DATA SCIENCE)

SEIBOU HAMADOU ISMAEL (MÉCATRONIQUE)

CHERIFI MERYEM (GÉNIE INDUSTRIEL)

DIALLO BARAKISSA (GÉNIE CIVIL)

AYMANE OUAHHABI (GÉNIE INDUSTRIEL)



# Introduction - Vision du Projet

Face à des défis urbains de plus en plus complexes, la ville d'Oujda se trouve aujourd'hui à un tournant décisif. Entre la pression croissante sur ses infrastructures, la rareté persistante des ressources hydriques et les impératifs d'une transition énergétique urgente, Oujda doit repenser son modèle de développement pour répondre efficacement aux exigences d'un futur durable. Dans cette dynamique, concevoir une ville à la fois résiliente et intelligente n'est plus une option, mais une nécessité stratégique pour garantir son attractivité, renforcer sa compétitivité et améliorer durablement la qualité de vie de ses citoyens.



## Approche Intégrée

Synergie des différentes filières d'ingénierie pour créer une ville intelligente et connectée.



## Optimisation Lean

Élimination des gaspillages (Muda) pour optimiser l'efficacité urbaine et améliorer la qualité de vie.



## Résilience

Capacité de la ville à anticiper, résister et se remettre des défis climatiques et structurels.



## Citoyens Centric

Conception d'une ville qui répond aux besoins réels des citoyens par des services fluides et optimisés.

“ Dans cette perspective, notre étude vise à transformer les contraintes actuelles en véritables opportunités de progrès, grâce à une vision globale, agile et orientée vers l'amélioration continue ”



# Contexte et Problématique d'Oujda



## Risques Climatiques et Naturels

Exposition aux inondations due à l'Oued Isly et Nachef. Risque de ruptures de canalisations et de coupures électriques.

⚠ Gestion proactive des risques hydriques



## Pressions sur les Infrastructures

Contraintes liées à la gestion de l'énergie, de l'eau et de la voirie.

⚠ Continuité de service des infrastructures critiques



## Gaspillages dans les Services Urbains

Déplacements inutiles pour la collecte des déchets, surconsommation énergétique.

⚠ Effet Muda - Entrave à l'efficacité



Oujda, ville confrontée à des défis urbains nécessitant une approche innovante

💡 Ces problématiques justifient l'implémentation d'un modèle de ville résiliente et intelligente.

# Solution Génie Industriel - Lean City



## Concept de "Lean City"

Élimination des gaspillages (Muda) pour optimiser l'efficacité urbaine.  
Inspiration du système Toyota appliqué à la gestion ville.



## Collecte Intelligente des Déchets

Algorithmes calculant des itinéraires dynamiques basés sur le taux de remplissage prédit des conteneurs connectés.



## Maintenance Prédictive

Analyse des données vibratoires pour identifier les dégradations avant qu'elles ne deviennent critiques, réduisant le temps de réparation.

## Exemples Concrets d'Application de Lean + Tech

Exemples concrets d'application Lean + Tech

Gaspillage	Problème	Solution Smart
Défauts	lampadaires en panne	maintenance prédictive
Surproduction	Éclairage excessif la nuit	Lampadaires LED à détection de mouvement
Attente	Feux rouges inutiles, collecte des déchets inefficace	Feux adaptatifs, capteurs de remplissage des poubelles
Transport inutile	Recherche de stationnement, tournées de maintenance	Capteurs de parking, sondes d'humidité pour l'arrosage
Stocks inutiles	Encombrement par objets réutilisables	Plateforme de réemploi citoyen (don d'objets)
Talents non exploités	Compétences locales sous-utilisées	Maison des talents : ateliers partagés, échange de services
Mouvement inutile	Démarches administratives chronophages	Kiosques digitaux de quartier avec scan et suivi en temps réel
Processus excessif	Surcharge administrative	Attestation Express via smartphone (dématérialisation)



La synergie avec les autres filières : Mécatronique (capteurs) et Data Science (analyse prédictive) permet d'éliminer les gaspillages et optimiser les ressources urbaines.


# Solution Génie Civil - Infrastructures Résilientes

Le Génie Civil se concentre sur le renforcement de la résilience des infrastructures physiques d'Oujda face aux défis environnementaux et structurels.



## Gestion des Risques d'Inondation


Mise en place de bassins de rétention et de systèmes de drainage intelligents pour prévenir les débordements de l'Oued Isly/Nachef.

 Data Science (Hydra)



## Renforcement des Bâtiments


Conception et mise en œuvre de normes de construction parasismiques pour protéger les infrastructures critiques.

 Résilience Structurelle



## Voiries Durables

Utilisation de matériaux innovants et de techniques de construction résilientes pour prolonger la durée de vie des routes.

 Matériaux Durables



## Intégration avec les Autres Filières

La Data Science (module "Hydra") fournit des prévisions de crues pour une gestion proactive. Elle aide également à cartographier les zones à risque récurrent pour prioriser les chantiers d'investissement.

# Solution Mécatronique - Système Nerveux IoT

La Mécatronique agit comme le "système nerveux" physique de la ville, déployant un réseau étendu de capteurs et d'actionneurs pour collecter des données en temps réel et permettre des interventions automatisées.



## Réseau de Capteurs IoT

- Surveillance des niveaux d'eau (Oued Isly/Nachef)
- Hygrométrie des sols et qualité de l'air
- Consommation d'énergie (Smart Meters)
- Taux de remplissage des conteneurs de déchets



## Systèmes de Surveillance Intelligents

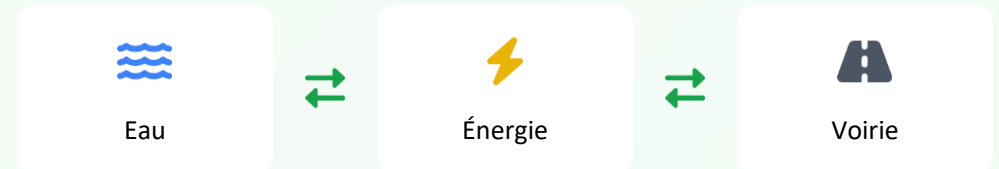
- Caméras intelligentes pour la surveillance des infrastructures
- Drones pour la détection rapide des anomalies
- Systèmes de vision par ordinateur pour la sécurité urbaine



## Automatisation des Infrastructures

- Systèmes d'éclairage adaptatif basés sur la luminosité ambiante et la présence
- Vannes de régulation des eaux pour une gestion intelligente
- Gestion intelligente des feux de circulation

## Système Nerveux IoT : Interconnexion



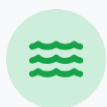
**i** Ces données brutes sont le carburant essentiel pour le "noyau prédictif" développé par la Data Science

# Solution Data Science - Noyau Prédictif







## Noyau Prédictif Multi-Risques

Architecture algorithmique unifiée qui intègre l'interconnexion des crises urbaines et fournit une intelligence décisionnelle aux partenaires. Le système est conçu autour de deux modules fonctionnels interdépendants qui analysent les données collectées pour anticiper les risques et optimiser les flux urbains selon l'approche LEAN.



### Module "Hydra"





#### Anticipation des Risques

-  Time Series Forecasting (LSTM)
-  Prévisions de crues et sécheresses
-  Calcul du "Time-to-Overflow"
-  Alertes ciblées et spatialisées



### Module "Grid"





#### Optimisation des Flux "LEAN"

-  Détection d'anomalies en temps réel
-  Prédiction des pics de consommation
-  Identification des zones prioritaires
-  Élimination des gaspillages (Muda)



### Applications Concrètes

#### Intelligence Décisionnelle

-  Collecte des déchets optimisée
-  Maintenance prédictive infrastructure
-  Planification des ressources urbaines
-  Tableaux de bord pour partenaires

# Architecture Technique Intégrée

Structure multicouche allant des capteurs physiques aux interfaces décisionnelles.



## Couche Physique (Mécatronique)

Réseau de capteurs IoT déployés pour collecter des données en temps réel sur l'environnement (niveaux d'eau, qualité de l'air, état des infrastructures).



## Couche de Collecte et Traitement

Architecture ETL standardisée responsable de l'ingestion et du stockage des flux de données provenant des capteurs et autres sources.



## Couche d'Analyse (Data Science)

"Noyau Prédictif" utilisant des algorithmes avancés pour analyser les données, anticiper les risques et optimiser les processus urbains.



## Couche de Visualisation et Décision

Fournit des tableaux de bord intuitifs aux décideurs urbains pour visualiser l'état actuel et futur de la ville.

Physique

e Collecte

'Analyse

Visualisation



# Synergie Interdisciplinaire

La force du projet réside dans la synergie concrète entre les différentes filières d'ingénierie, où chaque spécialité enrichit et complète les autres pour atteindre des objectifs communs.



## Collecte de déchets optimisée

Solution collaborative pour réduire les déplacements inutiles et optimiser les itinéraires.

**Génie Industriel** : Application des principes LEAN pour éliminer les gaspillages (Muda) dans les circuits de collecte

**Mécatronique** : Capteurs de niveau dans les conteneurs

**Data Science** : Calcul d'itinéraires dynamiques basés sur le taux de remplissage prédit

**Génie Civil** : Analyse de l'accessibilité des voiries et identification des zones à risque pour les camions



## Maintenance prédictive de la voirie

Techniques pour identifier les dégradations avant qu'elles ne deviennent critiques.

**Mécatronique** : Capteurs vibratoires sur les véhicules municipaux

**Data Science** : Analyse des données vibratoires pour identifier les dégradations (nids-de-poule)

**Génie Civil** : Évaluation structurelle et priorisation des interventions de réhabilitation

**Génie Industriel** : Planification optimale des chantiers de réparation pour minimiser les perturbations



## Prévention des inondations

Système intégré pour anticiper et prévenir les débordements d'Oued Isly/Nachef.

**Mécatronique** : Capteurs de niveau d'eau et hygrométrie des sols

**Data Science** : Modèles de prédiction des crues ('Hydra') et calcul du 'Time-to-Overflow'

**Génie Civil** : Conception et dimensionnement des bassins de rétention et systèmes de drainage intelligents

**Génie Industriel** : Optimisation de la planification des interventions d'urgence et gestion des flux d'évacuation



## Résilience énergétique

Système pour détecter les anomalies et prévoir les pics de charge.

**Mécatronique** : Smart Meters pour la consommation en temps réel

**Data Science** : Détection d'anomalies et prédiction de pics de charge ('Grid')

**Génie Industriel** : Optimisation de la distribution énergétique et réduction des gaspillages (Muda énergétique)

**Génie Civil** : Conception de bâtiments énergétiquement efficaces et intégration des infrastructures résilientes

# Modèle Réaliste et Duplicable



## Technologies Open Source

Nous utilisons des solutions open source pour réduire les coûts et garantir la durabilité du projet.



ThingsBoard



FixMyStreet



## Standards Nationaux

Nous exploitons les standards de données nationaux pour assurer l'intégration avec les systèmes existants.



HCP



ONEE



## Coût d'Implémentation

Modèle à bas coût avec impact social significatif, rendant la solution accessible aux autorités locales.



## Duplicabilité

Architecture modulaire permettant de dupliquer le modèle pour d'autres villes marocaines et au-delà.



## Partenariats Stratégiques

Collaboration avec les autorités locales et les acteurs économiques pour assurer la pérennité du projet.

“ Notre solution combine efficacité et accessibilité, offrant un modèle réaliste pour Oujda et replicable ailleurs. ”

# Conclusion - Vision d'Avenir

Notre projet pour le Pentathlon ENSAO 2025 représente un **changement de paradigme fondamental** dans la gestion urbaine - le passage d'une approche réactive et fragmentaire à une gouvernance proactive, intégrée et efficiente.



## Synergie Interdisciplinaire

Collaboration concrète entre Mécatronique, Génie Civil, Génie Industriel et Informatique pour créer un système urbain unifié et résilient face aux crises multiples et interconnectées.



## Approche LEAN Urbaine

Utilisation efficace des ressources grâce à l'élimination des gaspillages (Muda), l'optimisation des flux et la maintenance prédictive - transformation des principes industriels pour la ville.



## Technologies Accessibles

Développement basé sur des technologies Open Source et respect des standards de données nationaux pour une implémentation réaliste et répliquable dans d'autres villes marocaines.



## Intelligence Décisionnelle

Transformation des données brutes en informations exploitables pour les partenaires institutionnels et économiques, créant un écosystème décisionnel collaboratif et transparent.

“ Notre proposition ne vise pas uniquement à rendre la ville "connectée", mais à la transformer en un organisme résilient face aux crises et optimisé dans ses flux quotidiens. Le modèle intègre sécurité physique, efficacité opérationnelle et intelligence collective pour une gestion urbaine durable et intelligente.

”



**Vision d'Avenir :** Oujda devient un laboratoire vivant d'innovation urbaine durable où méthodologies LEAN, technologies IoT et intelligence artificielle convergent pour créer un modèle de ville non seulement intelligente mais aussi résiliente, inclusive et économe en ressources.

« Une ville intelligente commence par l'optimisation des gestes du quotidien. »