



Fondation de Recherche de Développement  
et d'Innovation en Sciences et Ingénierie

ROYAUME DU MAROC

Université Hassan Premier

Faculté des Sciences et Techniques de Settat (FST Settat)



Département : Génie Électrique

Spécialité : Génie Électrique et Industrie Numérique

Sous le thème :

Automatisation de la détection et localisation des défauts de  
surface sur les trains à grande vitesse

Soutenu par :

Présenté par : Mr. EL JAZOULY Mohamed

Encadré par :

Encadrant : Pr. Hassan Gziri

Co-encadrante : Pr. Wafaa

Dachry

# PLAN



1

*Contexte et Problématique*

2

*Revue de Littérature et État de l'Art*

3

*Limites des solutions existantes*

4

*Positionnement et Questions*



Fondation de Recherche de Développement  
et d'Innovation en Sciences et Ingénierie

# Contexte et Problématique

1

**Dans le cadre de l'Industrie 4.0, la maintenance des trains à grande vitesse doit répondre à des exigences élevées de sécurité, de disponibilité et de réduction des coûts. Les méthodes d'inspection manuelles atteignent aujourd'hui leurs limites. Les avancées en systèmes cyber-physiques, intelligence artificielle et vision par ordinateur offrent désormais la possibilité d'automatiser, en temps réel, la détection et la localisation des défauts de surface**

**objectif**

**Développer un système intelligent et autonome capable de détecter et localiser en temps réel les défauts de surface et de optimiser la maintenance prédictive des trains à grande vitesse.**

# Revue de Littérature et État de l'Art

## **Article 1 :**

**Titre : A Study on Railway Surface Defects Detection Based on Machine Vision**

**Auteurs : Tangbo Bai.**

### **Ce qu'il dit :**

Propose une version améliorée de YOLOv4 avec MobileNetV3 comme backbone et convolution séparable en profondeur pour alléger le réseau.

Réduit de 78,04% le nombre de paramètres et augmente la vitesse de détection (44,64 FPS).

Teste la robustesse en ajoutant du bruit gaussien aux images.

Montre que l'approche légère est adaptée à la détection embarquée en temps réel, avec un bon compromis précision/vitesse.

# Revue de Littérature et État de l'Art

## Article 2 :

**Titre : Automated Identification and Localization of Rail Internal Defects Based on Object Detection Networks**

**Auteurs : Sicheng Wang .**

### **Ce qu'il dit :**

Utilise des réseaux de détection d'objets (YOLOv8, YOLOv5, DETR, Faster R-CNN) pour identifier et localiser des défauts internes de rails à partir d'images ultrasonores B-scan.

YOLOv8 obtient la meilleure performance : mAP de 93,3% et temps d'inférence 58,9% plus rapide que YOLOv5.

Introduit un prétraitement spécifique (débruitage directionnel, augmentation de données) pour les images B-scan.

Souligne la supériorité des méthodes one-stage (YOLO) pour la détection en temps réel par rapport aux two-stage (Faster R-CNN).

# Revue de Littérature et État de l'Art

## Article 3 :

**Titre : Défauts ferroviaires : vers une détection visuelle embarquée**

**Auteurs : Saša Radosavljevic .**

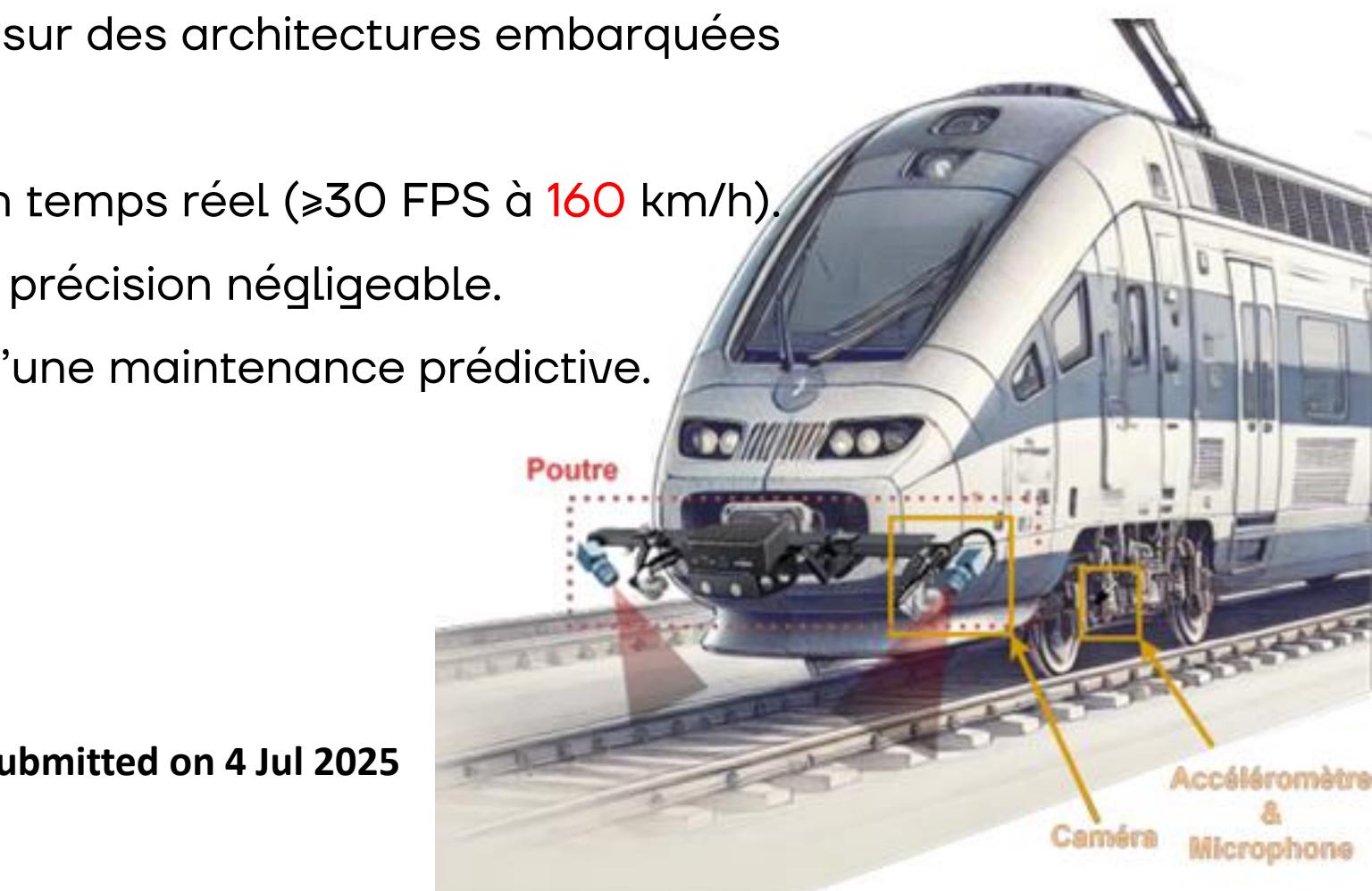
### Ce qu'il dit :

Propose un système de détection de défauts visuels sur rails basé sur **YOLOv8** déployé sur des architectures embarquées (Jetson Xavier/Orin Nano).

Évalue les compromis entre précision, temps de traitement et contraintes matérielles en temps réel ( $\geq 30$  FPS à **160 km/h**).

Montre que la quantification FP16 réduit le temps d'inférence de 40% avec une perte de précision négligeable.

Met en avant l'intérêt des systèmes embarqués pour une inspection à la volée, en vue d'une maintenance prédictive.



# Limites des solutions existantes

- Manque de robustesse environnementale (lumière, météo, vibrations).
- Besoins en données annotées importantes et équilibrées.
- Modèles lents ou lourds pour un déploiement embarqué temps réel.
- Faible généralisation entre différents réseaux ferroviaires.
- Difficulté à détecter les petits défauts et les défauts contextuels.

# Positionnement et Questions

**Contrainte de vitesse de roulement pour le choix de la caméra : vitesses de roulement des trains à grande vitesse du Maroc**

Al Boraq – Ligne à grande vitesse Tanger ↔ Casablanca

Vitesse commerciale maximale :  $V = 320 \text{ km/h}$

FPS	Temps entre images (ms)	Distance parcourue entre 2 images (m)	Distance parcourue (cm)	Qualité image
30 FPS	33 ms	2,93 m	293 cm	Flou important
60 FPS	16 ms	1,42 m	142 cm	Flou modéré
120 FPS	8 ms	0,71 m	71 cm	Acceptable
500 FPS	2 ms	0,18 m	18 cm	Bonne
1000 FPS	1 ms	0,089 m	8,9 cm	Très nette
2000 FPS	0,5 ms	0,044 m	4,4 cm	Idéale (sans flou)

# Positionnement et Questions

**Quels** sont les temps de réponse des cartes Jetson Nano, Jetson Orin Nano et Raspberry Pi 5 lors de l'exécution de YOLO ?

**Quels** sont les temps d'inférence estimés de YOLOv11 et YOLOv12 , et ces dernières versions offrent-elles un avantage significatif en vitesse par rapport à YOLOv8 tout en maintenant une précision suffisante pour un déploiement embarqué temps réel ?

---

*Merci pour votre attention*

