



---

# **MAINTENANCE PRÉDICTIVE POUR DRONES : EXTRACTION, APPRENTISSAGE ET INFÉRENCE EN TEMPS RÉEL DE MODÈLES POUR PRÉDICTION DES DÉFAILLANCES VIBRATOIRES**

---

---

**MOUBARAK HAMIDOU**

**Étudiant à la maîtrise en ingénierie**

## MISE EN CONTEXTE



Les drones sont devenus des outils incontournables dans l'inspection, la surveillance et la logistique. Leur utilisation permet d'atteindre des zones difficiles d'accès tout en optimisant temps, coûts et sécurité.

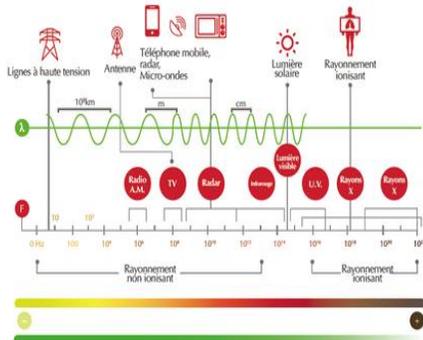
## PROBLÉMATIQUE



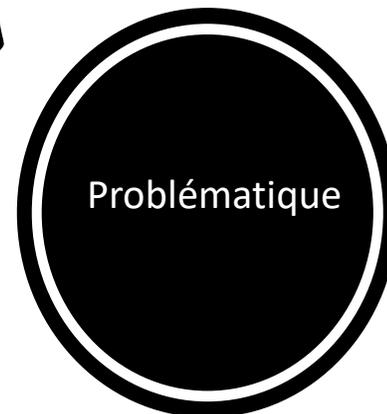
Météo défavorable



Hautes températures



Interférences  
électromagnétiques



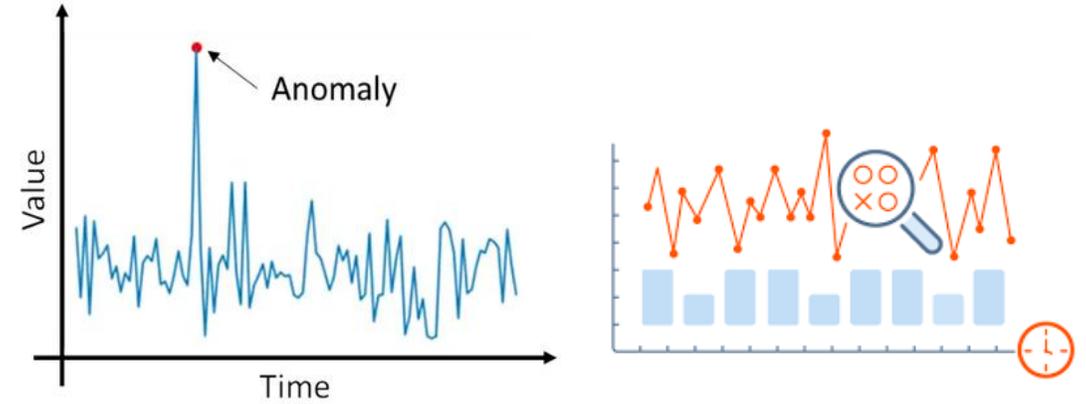
- Instabilité en vol
- Perte de précision de la position
- Détérioration des images et vidéos
- Risque de perte de contrôle
- Risque de défaillance des composants



## OBJECTIFS

### Signes précurseurs :

- Perturbations du signal ou des connexions
- Diminution anormale de l'autonomie de la batterie
- Vibrations excessives



### Objectif principal :

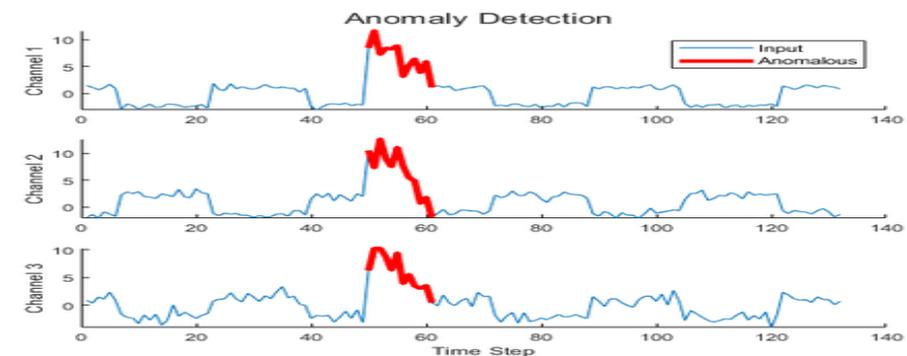
Fournir une solution de maintenance prédictive efficace et fiable qui permettra de détecter les vibrations excessives avant qu'elles ne causent des dommages.

## OBJECTIFS

- **Objectifs spécifiques :**
- Développer des algorithmes de traitement de données pour extraire les caractéristiques clés liées aux vibrations des données collectées par les capteurs.
- Entraîner des modèles de maintenance prédictive en utilisant des algorithmes d'apprentissage automatique et des données historiques de vol pour détecter les vibrations excessives en temps réel.



- Intégrer la méthode de maintenance prédictive dans les drones pour une utilisation pratique sur le terrain.

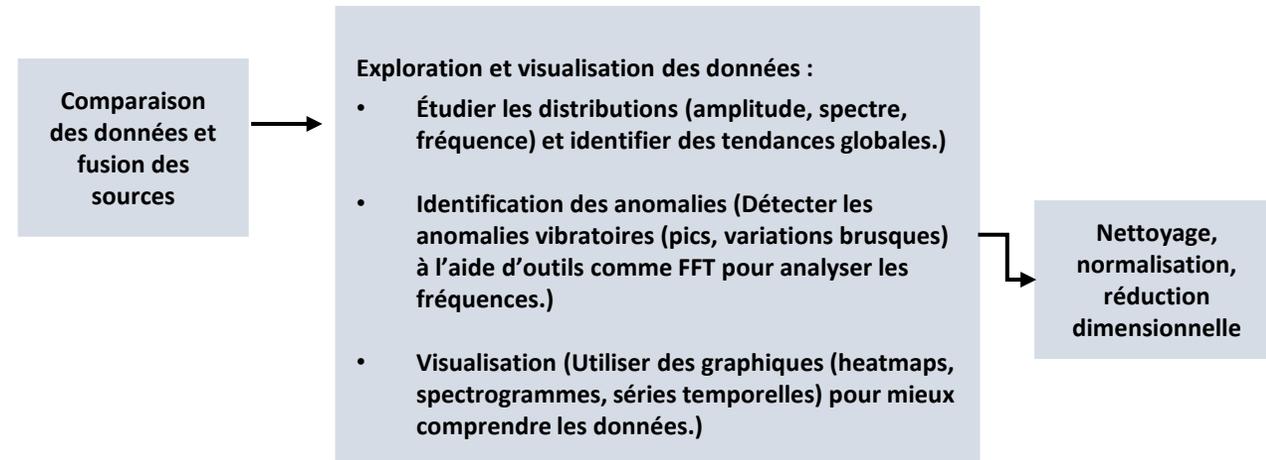


## MÉTHODOLOGIE

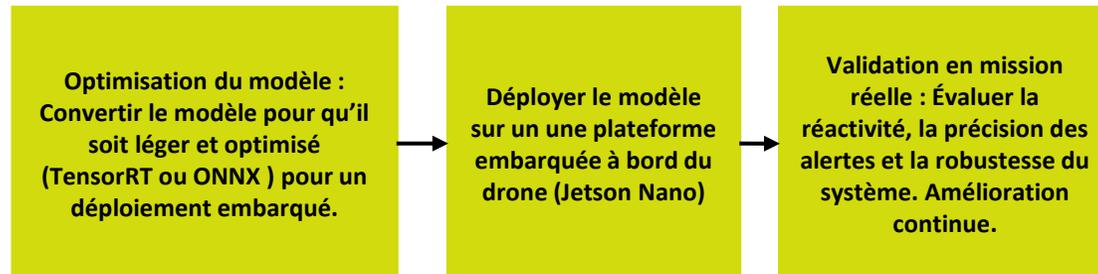
### 1. Préparation et collecte de données



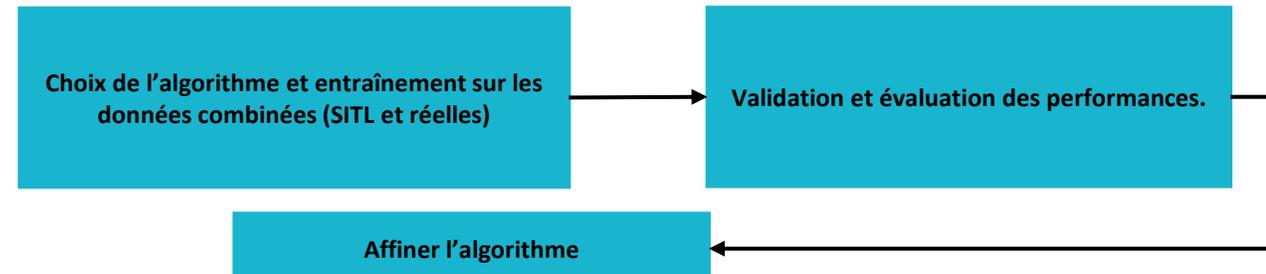
### 2. Préparation et exploration des données



### 4. Déploiement pour l'inférence en temps réel



### 3. Développement et validation des modèles



## RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Les données utilisées proviennent de plusieurs capteurs embarqués sur le drone **VTOL Baby Shark** de **ATLAN SPACE**, notamment l'**IMU**, le **GPS**, l'**altimètre**, ainsi que les **capteurs de vibrations**.



Ces capteurs mesurent en temps réel les mouvements, la vitesse, l'altitude et les vibrations du drone. Ces informations ont été essentielles pour entraîner nos modèles.

Les premiers tests sur le drone **VTOL Baby Shark** de **ATLAN SPACE** montrent des résultats prometteurs. Les modèles, notamment **LSTM**, **GRU** et **XGBoost**, prédisent efficacement les vibrations anormales.

Modèles	MSE	MAE
LSTM	1.10	0.58
GRU	0.98	0.55
XGBOOST	0.51	0.39

- **MSE (Mean Squared Error)** — Erreur quadratique moyenne, mesure la moyenne des carrés des écarts entre les valeurs réelles et les valeurs prédites. Sensible aux grandes erreurs.
- **MAE (Mean Absolute Error)** — Erreur absolue moyenne, calcule la moyenne des écarts absolus. Fournit une interprétation plus directe de l'erreur moyenne en unité physique.

## SUITE DU PROJET

Dans la suite du projet, il est prévu :

→L'optimisation du modèle.

→Conversion du modèle pour qu'il soit léger et optimisé au format **TensorRT** ou **ONNX** pour un déploiement embarqué.

→Déploiement du modèle sur la **Jetson Nano** (image ci-contre) qui est une carte de calcul compacte développée par **NVIDIA**, conçue pour l'intelligence artificielle embarquée et le traitement en temps réel. Elle permet d'exécuter des modèles de machine learning, de vision par ordinateur et d'analyse de capteurs directement à bord d'appareils comme les drones.

→Validation en mission réelle et amélioration continue.



**MERCI DE VOTRE ATTENTION.**