

Projet M2 : Dashboard Intelligent pour l'Optimisation de la Maintenance Prédicative dans l'Industrie Aéronautique

Contexte et Mise en Situation

Vous êtes une équipe de data scientists recrutée par **AeroMaintain Solutions**, une entreprise spécialisée dans la maintenance d'avions commerciaux. L'entreprise gère une flotte de 150 turbofans et fait face à des coûts de maintenance imprévus importants et des temps d'arrêt non planifiés.

Votre mission : Créer un dashboard intelligent pour anticiper les pannes et optimiser les stratégies de maintenance.

Dataset Réel

NASA Turbofan Engine Degradation Simulation Dataset (C-MAPSS)

- Source : [NASA Prognostics Data Repository](#)
- Contenu : Données de capteurs multivariés (température, pression, vibrations, etc.) de moteurs d'avions depuis leur état neuf jusqu'à la panne
- ~100 moteurs avec 21 capteurs différents
- Variables opérationnelles et conditions de fonctionnement

Alternative si besoin : Predictive Maintenance Dataset (Kaggle) - données de machines industrielles avec pannes réelles.

Objectifs Pédagogiques

Compétences Techniques

1. **Analyse exploratoire avancée** (EDA avec détection d'anomalies)
2. **Feature engineering** pour séries temporelles
3. **Clustering** (segmentation des profils de dégradation)
4. **Prédiction** (régression pour RUL - Remaining Useful Life, classification pour alertes)
5. **Visualisation interactive** avec Plotly/Dash
6. **Storytelling** avec les données

Livrables Attendus

- Dashboard interactif avec au moins 4 onglets thématiques
- Modèles ML entraînés et évalués
- Présentation de 15 min avec storytelling business

Exemples KPIs attendus :

KPIs Opérationnels

- **RUL moyen** par segment de moteurs
- **Taux de moteurs à risque** ($RUL < \text{seuil critique}$)
- **Distribution des cycles avant panne**

KPIs Financiers

- **Coût évité** grâce à la maintenance prédictive
- **ROI de la maintenance préventive** vs corrective
- **Économies potentielles** par anticipation des pannes

KPIs de Performance Modèle

- **Précision de prédiction** du RUL (MAE, RMSE)
- **Taux de faux positifs/négatifs** des alertes
- **Score de clustering** (silhouette, Davies-Bouldin)

Structure du Dashboard Suggérée

Onglet 1 : Vue d'Ensemble Executive

- KPIs clés en cartes (cards)
- Graphique : évolution du nombre de moteurs par niveau de risque
- Alerte visuelle pour moteurs critiques

Onglet 2 : Analyse de Flotte (Clustering)

- Visualisation interactive des clusters de moteurs
- Caractéristiques moyennes par cluster
- Filtres par conditions opérationnelles

Onglet 3 : Prédiction & Maintenance

- Graphique de prédiction RUL par moteur (sélection interactive)
- Timeline des maintenances recommandées
- Courbe de dégradation avec intervalle de confiance

Onglet 4 : Monitoring Temps Réel

- Heatmap des capteurs pour détection d'anomalies

- Comparaison moteur sélectionné vs profil normal
- Historique des alertes

Critères d'Évaluation de la Présentation

Storytelling (40%)

- Structure narrative claire (problème → solution → impact)
- Utilisation de personas ou scénarios concrets
- Capacité à vulgariser pour un public non-technique

Aspects Techniques (40%)

- Pertinence des KPIs choisis
- Qualité et rigueur des modèles ML
- Interactivité et UX du dashboard
- Qualité du code (si code review)

Impact Business (20%)

- Chiffrage des bénéfices (économies, réduction temps d'arrêt)
- Recommandations actionnables
- Conscience des limites et axes d'amélioration

Stack Technique Recommandée

Bibliothèques principales

- pandas, numpy : manipulation de données
- scikit-learn : clustering, régression, classification
- plotly, dash : visualisation interactive

Exemple de Structure de Présentation

1. **Accroche** (1 min) : "Imaginez qu'un A320 reste cloué au sol 24h car un moteur tombe en panne..."
2. **Problématique** (2 min) : Contexte, enjeux financiers, objectifs
3. **Approche** (3 min) : Méthodologie, choix des KPIs, modèles
4. **Démonstration** (7 min) : Live demo du dashboard avec scénarios d'usage
5. **Impact & Recommandations** (2 min) : Bénéfices chiffrés, prochaines étapes