**Etude de cas**

L'entreprise **FST-INDUSTRIE** fabrique des pièces composites pour le secteur aéronautique. Son atelier de production est composé de plusieurs lignes de fabrication.

Les différentes machines de la société ont des performances industrielles qui varient en fonction des temps d'arrêt, des écarts de cadence, etc.

Le directeur d'usine, avec son équipe d'ingénieurs spécialisés en intelligence artificielle, souhaite développer un modèle prédictif capable de prévoir les performances des machines.

**Indices**

**Partie 1 : Modélisation industrielle**

1. Il serait possible de calculer d'autres indicateurs plus pertinents à partir des données existantes

**Partie 2 : IA avec application de ANN**

1. Traitement de données (Normaliser, préparer, etc.)
2. Analyser la meilleure machine (**classification et régression**)
3. Analyse la composante la plus pénalisants (action plan à base de **LIME-SHAP et Features importances**)
4. Proposer un plan d’amélioration

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Machine | Temps d’ouverture | Arrêt planifié | Durée de panne | Ecart de cadence en durée | Nombre de pièce bonne | Cadence de production |
|  |  |  |  |  |  |  |

### **Exercice : Analyse de la performance des machines de production avec ANN et Explication du Modèle**

#### ****Partie 1 : Analyse industrielle et modélisation****

Vous avez 4 machines de production (M1, M2, M3, et M4) et les paramètres suivants sont donnés pour chaque machine :

| **Machine** | **Temps d’ouverture (heures)** | **Arrêt planifié (heures)** | **Durée de panne (heures)** | **Écart de cadence en durée (heures)** | **Nombre de pièces bonnes** | **Cadence de production (pièces/minute)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M1 | 16 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 800 | 60 |
| M2 | 16 | 2.0 | 1.0 | 0.5 | 720 | 55 |
| M3 | 16 | 1.5 | 0.8 | 0.3 | 780 | 58 |
| M4 | 16 | 2.0 | 1.2 | 0.7 | 690 | 50 |

Vous devez effectuer les calculs suivants pour chaque machine :

##### 1. Calcul du temps de fonctionnement

Temps de fonctionnement=Temps d’ouverture−Arreˆt planifieˊ−Dureˊe de panne\text{Temps de fonctionnement} = \text{Temps d’ouverture} - \text{Arrêt planifié} - \text{Durée de panne}Temps de fonctionnement=Temps d’ouverture−Arreˆt planifieˊ−Dureˊe de panne

##### 2. Calcul du temps requis

Temps requis=Temps de fonctionnement−Eˊcart de cadence\text{Temps requis} = \text{Temps de fonctionnement} - \text{Écart de cadence}Temps requis=Temps de fonctionnement−Eˊcart de cadence

##### 3. Calcul du temps net

Temps net=Temps requis\text{Temps net} = \text{Temps requis}Temps net=Temps requis

##### 4. Calcul du temps utile

Temps utile=Nombre de pieˋces bonnesCadence de production×60\text{Temps utile} = \frac{\text{Nombre de pièces bonnes}}{\text{Cadence de production} \times 60}Temps utile=Cadence de production×60Nombre de pieˋces bonnes​

##### 5. Calcul de l'efficacité globale des équipements (TRS)

TRS=Temps utileTemps de fonctionnement×100\text{TRS} = \frac{\text{Temps utile}}{\text{Temps de fonctionnement}} \times 100TRS=Temps de fonctionnementTemps utile​×100

**Tâche** :

* Calculez les indicateurs ci-dessus pour chaque machine.
* Identifiez la machine ayant le meilleur TRS.

#### ****Partie 2 : Intelligence Artificielle avec application d’un ANN****

Dans cette partie, vous allez prédire et analyser les performances des machines à l'aide d'un réseau de neurones artificiels (ANN), puis interpréter les résultats avec des techniques d'explicabilité comme **LIME**, **SHAP**, et l'importance des features.

##### **Étape 1 : Préparation des données**

* Utilisez les variables calculées à partir de la Partie 1 (temps de fonctionnement, temps requis, temps net, temps utile, TRS).
* **Traitement des données** : Normalisez les données avant d’entraîner votre modèle ANN.

##### **Étape 2 : Application du modèle ANN**

* **Régression** : Utilisez un ANN pour prédire le TRS de chaque machine à partir des autres paramètres.
* **Classification** : Classez les machines en fonction de leur performance en créant des catégories basées sur le TRS (Faible, Moyenne, Élevée).

##### **Étape 3 : Analyse de la meilleure machine**

* Identifiez la machine qui a la meilleure performance selon les prédictions du modèle ANN.
* Comparez les résultats réels et prédits.

##### **Étape 4 : Analyse des composantes pénalisantes**

* **Explicabilité avec LIME et SHAP** :
  + Appliquez LIME et SHAP pour comprendre quelles variables influencent le plus les prédictions du modèle.
  + Identifiez les variables les plus pénalisantes (par exemple, arrêts planifiés, durée de panne, cadence de production).

##### **Étape 5 : Plan d'action**

* **Importance des features** : Utilisez les techniques de SHAP et LIME pour déterminer les variables les plus importantes et proposer un plan d'action pour améliorer les performances.
* Proposez des solutions concrètes pour améliorer les performances des machines avec des ajustements sur les variables influentes (ex : réduire les arrêts planifiés, optimiser la cadence de production, etc.).