

🔧 NLP & Maintenance Prédictive

🔖 Titre :

Prediction des défaillances dans les installations solaires/éoliennes via l'analyse sémantique

🎯 Objectifs du Projet

Objectifs principaux :

- Analyser automatiquement les rapports techniques des installations solaires et éoliennes.
- Détecter précocement les signaux faibles (anomalies récurrentes, pannes critiques) grâce aux techniques NLP.
- Aider les équipes techniques à identifier rapidement les équipements à risque afin d'améliorer la réactivité face aux défaillances potentielles.

Objectifs secondaires :

- Explorer les performances d'un modèle NLP supervisé pour prédire la criticité des incidents.
- Développer une application web intuitive permettant la consultation, la saisie et la gestion proactive des rapports techniques.
- Visualiser les résultats de prédiction et les performances du modèle via des tableaux de bord interactifs (Power BI).

📊 Sources de Données

💎 Données utilisées :

- **Structurées** : Dataset synthétique CSV (`rapport_maintenance_synthetique.csv`)
 - Colonnes : `rapport` (texte), `panne_critique` (0 ou 1).
- **Non structurées** : Rapports textuels simulés, inspirés des incidents fréquents dans les installations solaires/éoliennes réelles.

💎 Description :

Ces données synthétiques simulent de manière réaliste les descriptions des pannes et anomalies couramment rencontrées dans les équipements industriels spécifiques aux secteurs solaire et éolien.

🧠 Traitements NLP effectués

💎 Prétraitement des textes :

- Nettoyage avancé des textes (minuscules, suppression ponctuations et chiffres).
- Lemmatisation et suppression des stopwords français avec `spaCy` (`fr_core_news_lg`).
- Génération d'une colonne nettoyée `rapport_clean`.

💎 Vectorisation & Modélisation :

- Transformation des textes via **TF-IDF** (Term Frequency-Inverse Document Frequency).
- Classification supervisée par **régression logistique** (`scikit-learn`).
- Séparation entraînement/test : 70/30.

💎 Évaluation & Interprétabilité :

- Mesure des performances : Accuracy, Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC.
- Courbes de performance (ROC, calibration, gain cumulée).
- Matrice de confusion.
- Analyse LIME (contribution des mots aux prédictions).

🌐 Présentation de l'Application Web

Une plateforme web interactive (Django) a été développée afin d'exploiter efficacement le modèle NLP et fournir aux utilisateurs un outil pratique pour :

💎 Saisie des Rapports :

- Formulaire intuitif permettant la rédaction de nouveaux rapports techniques (auteur, dispositif, élément concerné, texte libre).
- Possibilité d'indiquer si la panne a été corrigée lors de la saisie initiale.

M-Report

ECRIRE RAPPORT D'INCIDENT OU DE MAINTENANCE

Nom du rédacteur:
Alex Lefèvre

Nom du dispositif (ex. Éolienne Nord #2):
Station solaire de Perpignan

Élément ou pièce concerné(e):
Corrosion / Humidité

Rapport d'incident ou de maintenance:
Pellicule de rouille sur l'ossature

Les pannes ont-elles été corrigées ? ☐

Enregistrer le rapport

Retour à la liste

💎 Consultation Dynamique :

- Page principale affichant deux catégories :
 - **Incidents à traiter** : Rapports non résolus, avec criticité prédite affichée sous forme de barre colorée (vert-jaune-rouge).
 - **Incidents résolus / archivés** : Historique des rapports clôturés.
- Tri rapide et interactif des rapports par date, dispositif ou criticité.

M-Report

LISTE DES RAPPORTS

+

Écrire un rapport

Incidents à traiter

| DATE | DISPOSITIF | ÉLÉMENT CONCERNÉ | CRITICITÉ | STATUT |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------|
| 2025-05-24 16:40 | Station photovoltaïque de Strasbourg | Réducteur De Vitesse Flender | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:39 | Centrale solaire de Bordeaux | Analyse/Logs | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:39 | Parc hybride de Grenoble | Captur Uv | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:38 | Station solaire de Perpignan | Charge / Impédance | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:37 | Station photovoltaïque de Strasbourg | Comportement Sous Charge / Vent | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 15:28 | Parc éolien d'Amiens | Captur Irradiance | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 15:24 | Centrale solaire de Bordeaux | Bollier Captur | <div></div> | À traiter |

Rapports résolus / archivés

| DATE | DISPOSITIF | ÉLÉMENT CONCERNÉ | CRITICITÉ | STATUT |
|------------------|-------------------------|--------------------|-------------|--------|
| 2025-05-24 15:31 | Unité solaire d'Avignon | Endpoints/Api | <div></div> | Résolu |
| 2025-05-24 15:29 | Unité solaire d'Avignon | Charge / Impédance | <div></div> | Résolu |

💎 Visualisation détaillée :

- Modal interactif affichant les détails complets du rapport (texte intégral, auteur, dispositif concerné).
- Option pour marquer directement depuis le modal qu'un incident est résolu.

M-Report

LISTE DES RAPPORTS

+

Écrire un rapport

Incidents à traiter

| DATE | DISPOSITIF | ÉLÉMENT CONCERNÉ | CRITICITÉ | STATUT |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------|
| 2025-05-24 16:40 | Station photovoltaïque de Strasbourg | Réducteur De Vitesse Flender | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:39 | Centrale solaire de Bordeaux | Analyse/Logs | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:39 | Parc hybride de Grenoble | Captur Uv | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:38 | Station solaire de Perpignan | Charge / Impédance | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 16:37 | Station photovoltaïque de Strasbourg | Comportement Sous Charge / Vent | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 15:28 | Parc éolien d'Amiens | Captur Irradiance | <div></div> | À traiter |
| 2025-05-24 15:24 | Centrale solaire de Bordeaux | Bollier Captur | <div></div> | À traiter |

Rapports résolus / archivés

| DATE | DISPOSITIF | ÉLÉMENT CONCERNÉ | CRITICITÉ | STATUT |
|------------------|-------------------------|--------------------|-------------|--------|
| 2025-05-24 15:31 | Unité solaire d'Avignon | Endpoints/Api | <div></div> | Résolu |
| 2025-05-24 15:29 | Unité solaire d'Avignon | Charge / Impédance | <div></div> | Résolu |

Comportement Sous Charge / Vent

Dispositif : Station photovoltaïque de Strasbourg

Auteur : Antoine Giraud

Créé le : 2025-05-24 16:37

Mouvement anormal lors des rafales de vent.

✓ Marquer comme corrigé

💎 Interface claire et intuitive :

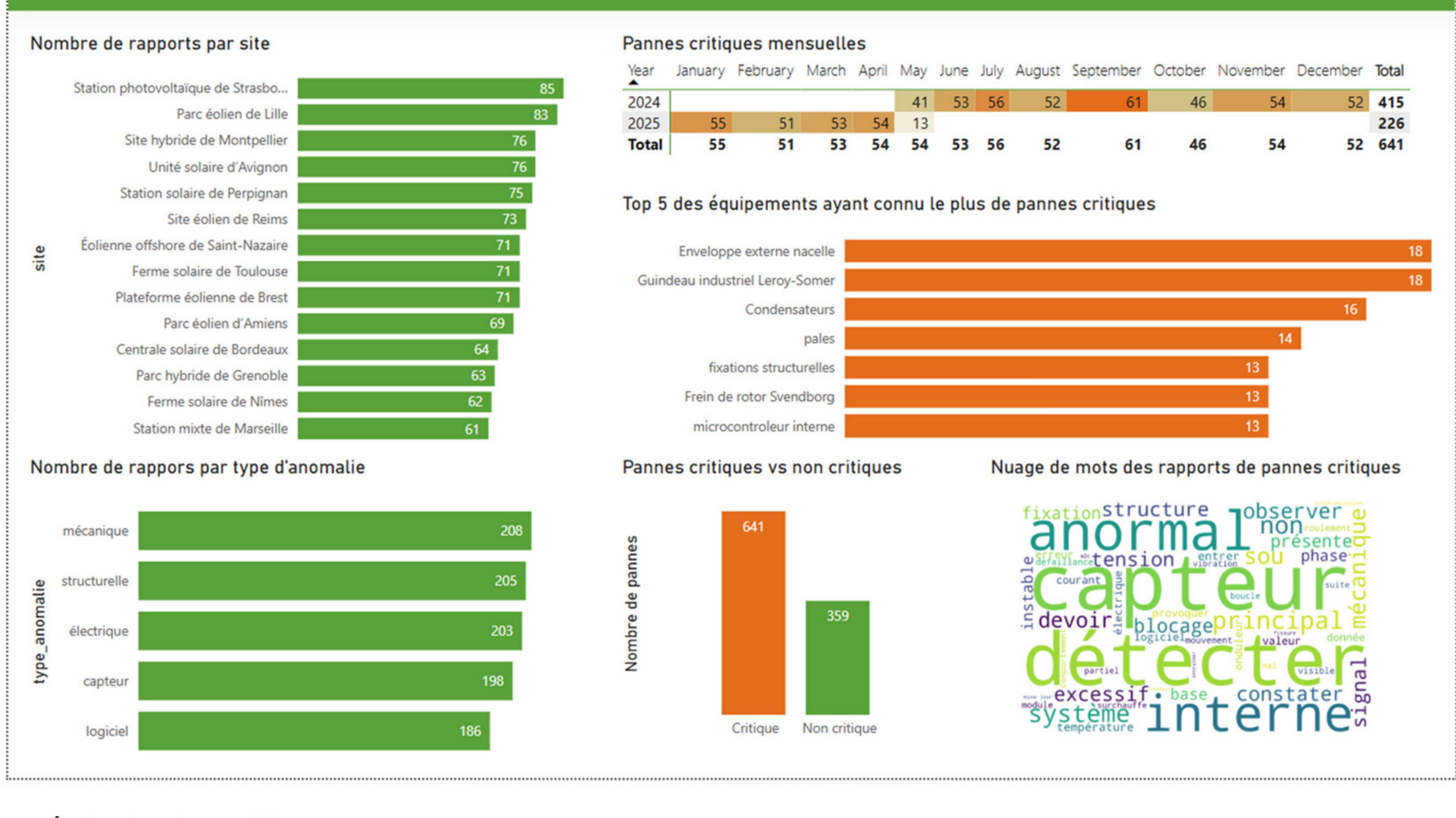
- Style dark-mode, ergonomique et facile à lire.
- Utilisation de Tailwind CSS pour un design réactif et agréable.
- Icônes interactives (FontAwesome) pour améliorer la navigation et l'interaction utilisateur.

📊 Tableaux de bord Power BI

Des tableaux de bord interactifs ont été créés pour explorer les données, évaluer les performances du modèle et fournir une interprétation claire des résultats :

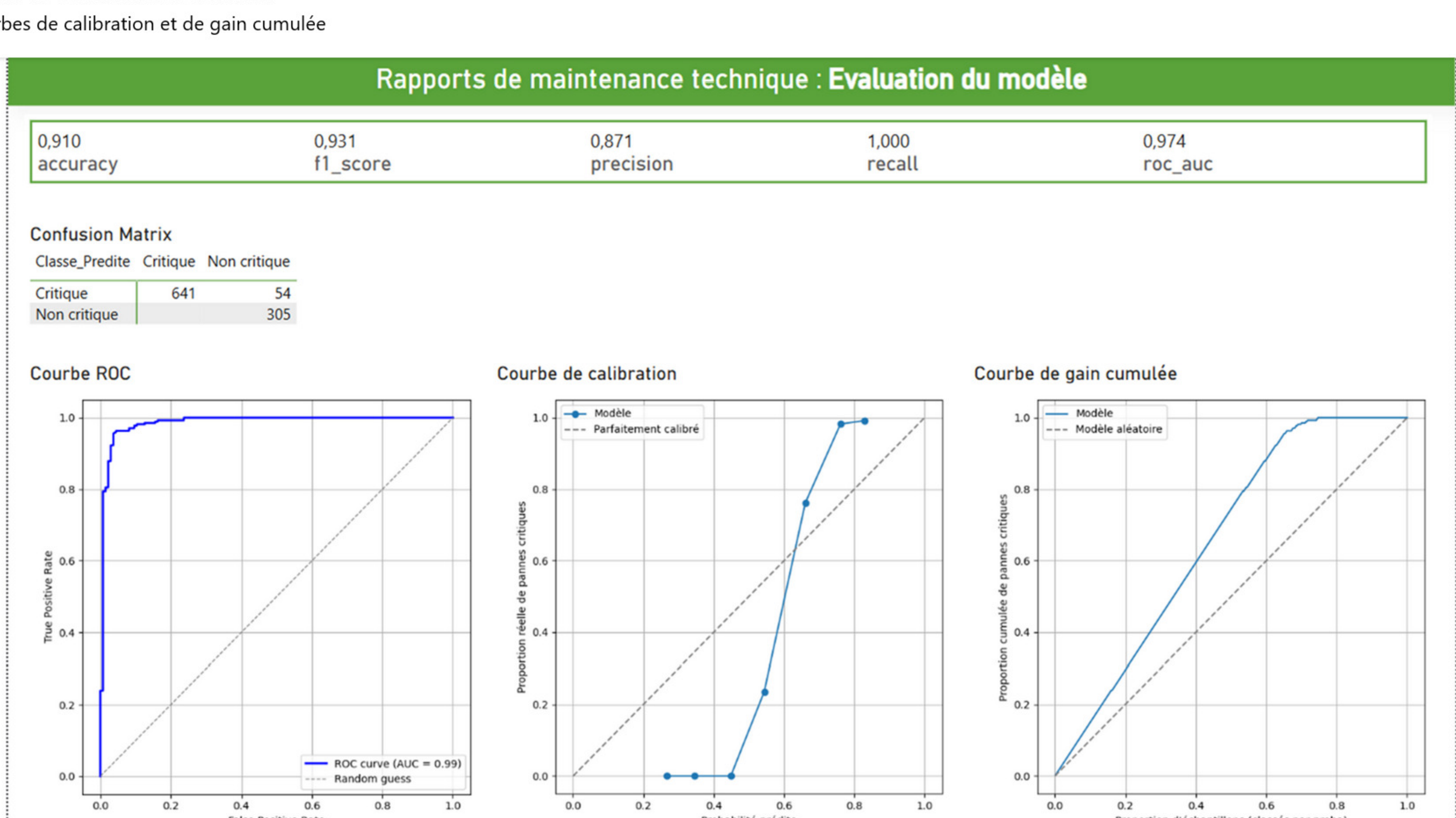
🔖 Page 1 — Exploration des données :

- Nombre de rapports par site d'installation
- Répartition des types d'anomalies
- Analyse temporelle des incidents critiques
- Équipements les plus souvent sujets aux pannes critiques
- Nuage de mots représentant les mots-clés associés aux incidents critiques



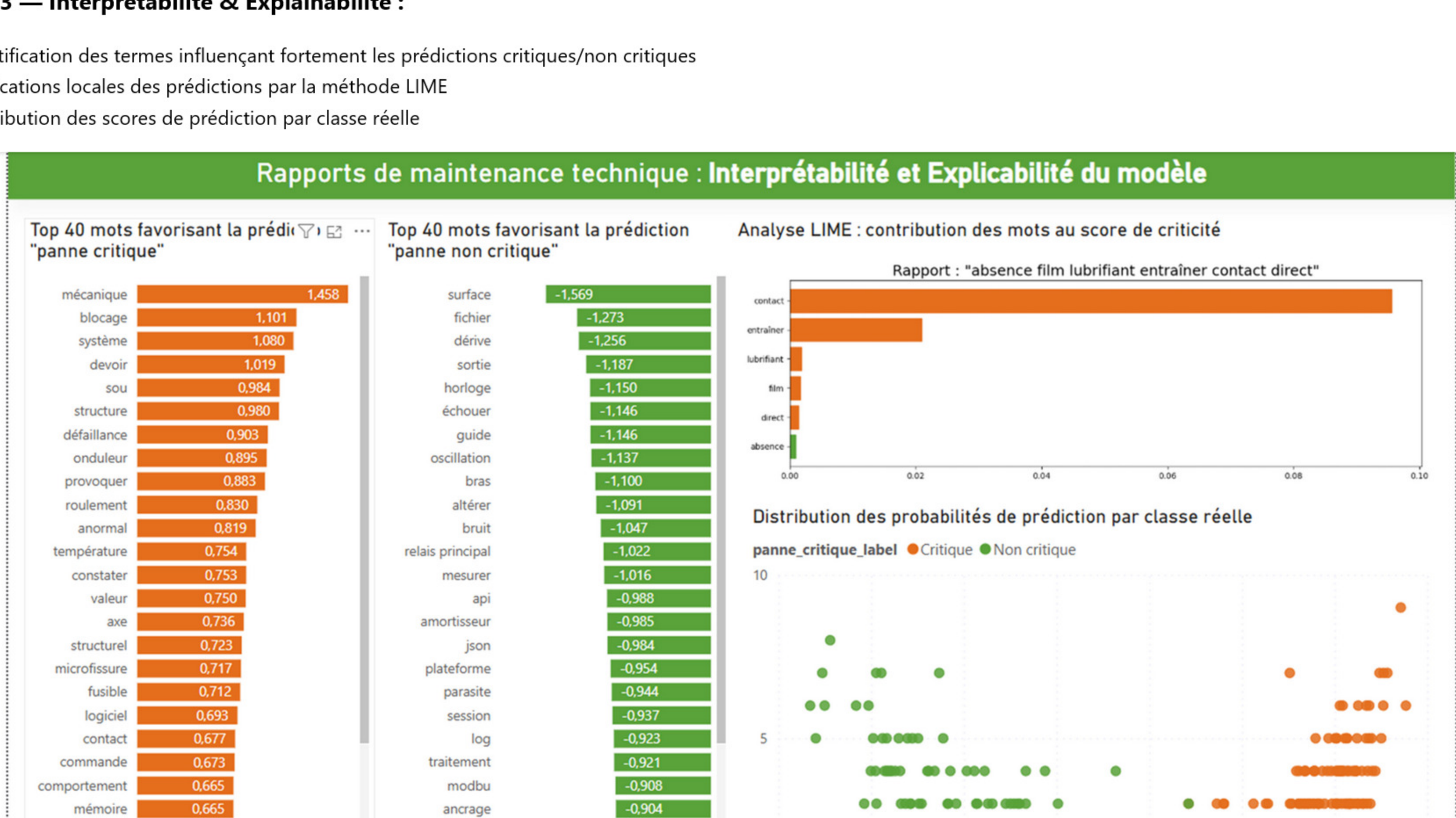
🔖 Page 2 — Évaluation du modèle :

- Affichage des métriques (Accuracy, Precision, Recall, F1-score, ROC AUC)
- Courbe ROC et matrice de confusion
- Courbes de calibration et de gain cumulée



🔖 Page 3 — Interprétabilité & Explicabilité :

- Identification des termes influençant fortement les prédictions critiques/non critiques
- Explications locales des prédictions par la méthode LIME
- Distribution des scores de prédiction par classe réelle



📊 Résultats et Analyses

- Le modèle NLP permet une identification précise des rapports critiques grâce à une bonne performance générale.
- Certains équipements (turbines éoliennes spécifiques, onduleurs solaires) montrent une fréquence élevée de rapports critiques, clairement identifiés par le modèle.
- L'analyse sémantique a permis d'isoler des mots-clés (ex. « fuite », « usure », « température élevée », « bruit ») associés aux défaillances critiques.

⚠️ Limites Actuelles du Projet

- **Données synthétiques** : absence de nuances et diversité réelles.
- **Données réelles** : données temporelles réelles à analyser la séquence d'événements et la temporalité des pannes.
- **Modèle simple** : la régression logistique reste efficace mais limitée face à des modèles NLP plus complexes tels que BERT ou Transformers.

🔮 Perspectives et Améliorations Futures

Afin d'étendre la portée prédictive du projet, les points suivants sont explorés dans les développements futurs :

- **Intégration d'un jeu de données réel** :
 - Collecte de données historiques de maintenance avec horodatages précis.
 - Analyse des successions d'événements pour anticiper les pannes futures.
- **Utilisation de modèles NLP avancés** :
 - Application de modèles Transformers (BERT, RoBERTa) pour une meilleure compréhension sémantique contextuelle.
- **Développement d'une plateforme complète d'analyse prédictive** :
 - Système de bord en temps réel pour prédire les incidents avant leur apparition.
 - Système d'alerte préventif intégré à l'application web.
- **Mise en place d'une validation croisée robuste** pour améliorer la généralisation du modèle.

📁 Annexes et Ressources du Projet

📁 Fichier Python de création du modèle :

```
model_creation/Maintenance_predictive.py
```

📁 Dataset synthétique (CSV) :

```
model_creation/rapport_maintenance_synthetique.csv
```

📁 Rapport interactif Power BI :

```
model_creation/rapport_BI.pbix
```

📁 Captures d'écran du projet :

```
screen_shots/  
├── LIST_REPORTS.png  
├── MODAL_REPORT.png  
├── CREATE_REPORT.png  
├── BI_Visual_Exploratory.png  
├── BI_Model_Evaluation.png  
└── BI_Interpretability_Explainability.png
```

🌐 Dépôt GitHub complet :

```
https://github.com/<votre-utilisateur>/NLP_Maintenance_Predictive.git
```

👤 Auteur du Projet

Tombo H. ANDRIAMAHATANA ✉ tomixbo@gmail.com 🌐 GitHub : [Tomixbo](#)