
Application Web pour la Gestion des Stocks Industriels et la Maintenance



Web Application for Industrial Stock Management and Maintenance

Réalisé par :
TAMIM Yassine
Elève ingénieur

Tuteur Entreprise :
TAMIM Abderrahim
Responsable Maintenance

Stage réalisé du 15/04/2024 Au 15/07/2024

Année académique 2023-2024

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce stage et à l'élaboration de ce rapport.

Mes sincères remerciements vont à :

- M. TAMIM Abderrahim, mon tuteur en entreprise, pour son encadrement exceptionnel, ses conseils précieux et sa confiance tout au long de ce projet. Sa vaste expérience et son soutien constant ont été déterminants dans la réussite de ce stage.
- La direction et le personnel de Proinsur Procesos Industriales del Sur, pour leur accueil chaleureux et leur soutien indéfectible. Leur ouverture d'esprit et leur volonté de partager leurs connaissances ont grandement enrichi mon expérience.
- L'équipe de maintenance et les opérateurs, pour leur collaboration étroite et leurs retours constructifs qui ont été essentiels à la réussite de ce projet. Leur expertise pratique a apporté une valeur inestimable au développement de la solution.
- Mes professeurs et l'administration de l'Ecole Centrale Casablanca pour la formation de qualité et les opportunités offertes. Leur enseignement rigoureux et leur soutien continu ont posé les bases solides nécessaires à la réalisation de ce projet.
- Ma famille et mes amis, pour leur soutien, leurs encouragements et leur compréhension tout au long de cette expérience. Leur présence et leur soutien moral ont été une source de motivation inestimable.

Je suis profondément reconnaissant envers tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à faire de ce stage une expérience formatrice et inoubliable.

Executive Summary

Problem Statement and Client Challenges:

Proinsur Procesos Industriales del Sur faced inefficiencies in their stock management and maintenance processes due to manual, paper-based systems. This led to data inaccuracies, time-consuming operations, and difficulties in tracking maintenance activities and inventory levels.

Key Approach Elements:

- Adoption of agile methodologies for project management
- Iterative development with continuous user feedback
- Implementation of a two-tier architecture for robust data management
- Utilization of modern web technologies (Django, React.js, ElectronJS) for a user-friendly interface

Solutions Provided:

- Development of a comprehensive web application for industrial stock management and maintenance
- Implementation of modules for preventive and corrective maintenance
- Creation of an intuitive stock management system with real-time inventory tracking
- Integration of KPI dashboards for performance monitoring

Results Achieved:

- Significant time savings in daily operations
- Improved accuracy in stock management and maintenance scheduling
- Enhanced data accessibility and reporting capabilities
- Positive user feedback, citing ease of use and efficiency gains
- Streamlined processes leading to reduced maintenance costs and improved equipment availability

The project successfully addressed Proinsur's operational challenges, providing a scalable and user-friendly solution that has positively impacted the company's efficiency and decision-making processes.

Résumé

Énoncé du problème et défis du client :

Proinsur Procesos Industriales del Sur était confronté à des inefficacités dans ses processus de gestion des stocks et de maintenance en raison de systèmes manuels basés sur le papier. Il en résultait des inexactitudes dans les données, des opérations fastidieuses et des difficultés dans le suivi des activités de maintenance et des niveaux de stock.

Éléments clés de l'approche :

- Adoption de méthodologies agiles pour la gestion de projet
- Développement itératif avec un retour d'information continu de la part des utilisateurs
- Mise en œuvre d'une architecture à deux niveaux pour une gestion robuste des données
- Utilisation de technologies web modernes (Django, React.js, ElectronJS) pour une interface conviviale

Solutions fournies :

- Développement d'une application web complète pour la gestion des stocks industriels et la maintenance
- Mise en place de modules de maintenance préventive et corrective
- Création d'un système de gestion des stocks intuitif avec suivi des stocks en temps réel
- Intégration de tableaux de bord KPI pour le suivi des performances

Résultats obtenus :

- Gain de temps significatif dans les opérations quotidiennes
- Amélioration de la précision de la gestion des stocks et de la programmation de la maintenance
- Amélioration de l'accessibilité des données et des capacités de reporting
- Commentaires positifs des utilisateurs, citant la facilité d'utilisation et les gains d'efficacité
- Rationalisation des processus conduisant à une réduction des coûts de maintenance et à une meilleure disponibilité de l'équipement

Le projet a permis de relever avec succès les défis opérationnels de Proinsur, en fournissant une solution évolutive et conviviale qui a eu un impact positif sur l'efficacité et les processus de prise de décision de l'entreprise.

Sommaire

| | |
|--|----|
| 1. Introduction..... | 6 |
| <u>CHAPITRE I : Présentation de l'Entreprise d'accueil et du Cadre du Projet</u> | |
| 2. Présentation de l'organisme d'accueil..... | 7 |
| 3. Intégration dans l'Entreprise..... | 8 |
| 4. Contexte et Etude de l'existant..... | 9 |
| 4. 1. Généralités sur la maintenance et la gestion assistée par ordinateur GMAO..... | 9 |
| 4. 2. Description du système de gestion de maintenance existant..... | 10 |
| <u>CHAPITRE II : Analyse et Spécifications des Besoins</u> | |
| 5. Problématisation..... | 12 |
| 6. Objectifs spécifiques de la mission..... | 13 |
| 6. 1. Cahier de charge et exigences..... | 13 |
| 6. 2. Organisation du travail..... | 15 |
| <u>CHAPITRE III : Conception et Réalisation de la Solution</u> | |
| 7. Approche et Méthodologies Utilisées..... | 16 |
| 7.1. Approche adoptée pour résoudre le problème..... | 16 |
| 7.2. Méthodes utilisées..... | 17 |
| 8. Etude conceptuelle de la solution..... | 18 |
| 8. 1. Architecture du système..... | 18 |
| 8. 2. Diagramme de classe de la solution | 19 |
| 8. 3 Diagramme de cas d'utilisation..... | 20 |
| 8. 4. Diagrammes d'activité (Maintenance et Gestion de stock) | 21 |
| 9. Résultats Obtenus..... | 24 |
| 9.1. Présentation des interfaces..... | 24 |
| 9.2. Présentation des fonctionnalités..... | 25 |
| <u>CHAPITRE IV : Bilan Général</u> | |
| 10. Evaluation des Résultats..... | 31 |
| 11. Perspectives d'Évolution..... | 32 |
| 12. Bilan des Apprentissages..... | 33 |
| 13. Conclusion | 35 |
| 14. Table des figures..... | 36 |
| 15. Bibliographie..... | 37 |

1. Introduction

Dans un contexte industriel en perpétuelle mutation, la gestion optimale des stocks et de l'entretien est devenue un enjeu stratégique majeur pour les industries manufacturières. Le rapport présent ci-dessous a été rédigé à l'issue d'un stage de trois mois au sein de Proinsur Procesos Industriales del Sur, une entreprise leader dans le domaine de l'injection et de l'assemblage industriel des thermoplastiques.

L'objectif central était donc celui de la conception et du développement d'une application web innovante liée à la gestion des stocks industriels et la maintenance. Cette démarche entre dans le cadre plus large d'une digitalisation totale qui vise notamment à rendre opérationnelles ses activités tout en renforçant sa compétitivité.

En somme, ce projet a constitué un challenge intéressant alliant des aspects techniques pointus avec une bonne maîtrise des besoins fonctionnels spécifiques à cette industrie spécialisée dans l'injection plastique. Il a fallu adopter une approche pluridisciplinaire pour y parvenir, marier les compétences en développement logiciel avec celles en agile project management avant d'y adjoindre solide connaissance des processus industriels.

Au cours de ce rapport, nous explorerons en détail les différentes phases du projet, depuis l'analyse initiale des besoins jusqu'à la mise en œuvre de la solution finale. Nous mettrons en lumière les choix technologiques effectués, les méthodologies adoptées, et les résultats obtenus. Une attention particulière sera portée aux défis rencontrés et aux solutions innovantes apportées pour y répondre.

Ce stage a été une opportunité unique d'appliquer concrètement les connaissances acquises au cours de ma formation d'ingénieur, tout en acquérant une expérience précieuse dans un environnement industriel réel. Il a également permis de développer des compétences transversales essentielles, telles que la gestion de projet, la communication interpersonnelle, et la résolution de problèmes complexes.

À travers ce rapport, nous verrons comment ce projet a non seulement répondu aux besoins spécifiques de Proinsur, mais a également ouvert la voie à de nouvelles perspectives d'amélioration continue et d'innovation dans la gestion des opérations industrielles.

2. Présentation de l'organisme d'accueil

2.1. Description de Proinsur Procesos Industriales del Sur

Proinsur Procesos Industriales del Sur (PROINSUR) est une entreprise fondée en 1993 et située à Martos, Jaén, en Espagne. Elle est spécialisée dans l'injection et l'assemblage industriel de thermoplastiques, particulièrement pour le secteur automobile. PROINSUR s'est positionnée comme un leader dans ce domaine grâce à son engagement envers la qualité, l'innovation technologique et la diversification de ses produits. L'entreprise dispose de deux usines de production : l'une à Martos, couvrant une superficie de 10 500 m², et l'autre à Tanger, au Maroc, avec 14 000 m² de bureaux, entrepôts et usines d'injection et d'assemblage.

| Localisation | Superficie totale (m ²) | Usine (m ²) | Entrepôt (m ²) |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Martos | 10 500 | 3 500 | 7 000 |
| Tanger | 14 000 | 6 500 | 7 500 |

Tableau 1 : Superficie et capacité des usines de PROINSUR

2.2. Rôle et missions de Proinsur

La mission principale de PROINSUR est de fournir des composants plastiques de haute qualité pour divers secteurs industriels, y compris l'automobile, l'électroménager, l'électronique, l'électricité et le ferroviaire. L'entreprise se distingue par son utilisation des meilleures technologies disponibles et son engagement envers la qualité. PROINSUR collabore étroitement avec ses clients pour développer de nouveaux produits, en s'assurant que chaque conception répond à des normes de qualité strictes. En outre, PROINSUR est certifiée par plusieurs normes de qualité, y compris IATF 16949, ISO 9001, ISO 14001 et ISO 45001, pour ses usines de Martos et de Tanger.

| Usine | IATF 16949 | ISO 9001 | ISO 14001 | ISO 45001 |
|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| Martos | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Tanger | Oui | Oui | Oui | Oui |

Tableau 2 : Certifications de qualité obtenues par PROINSUR

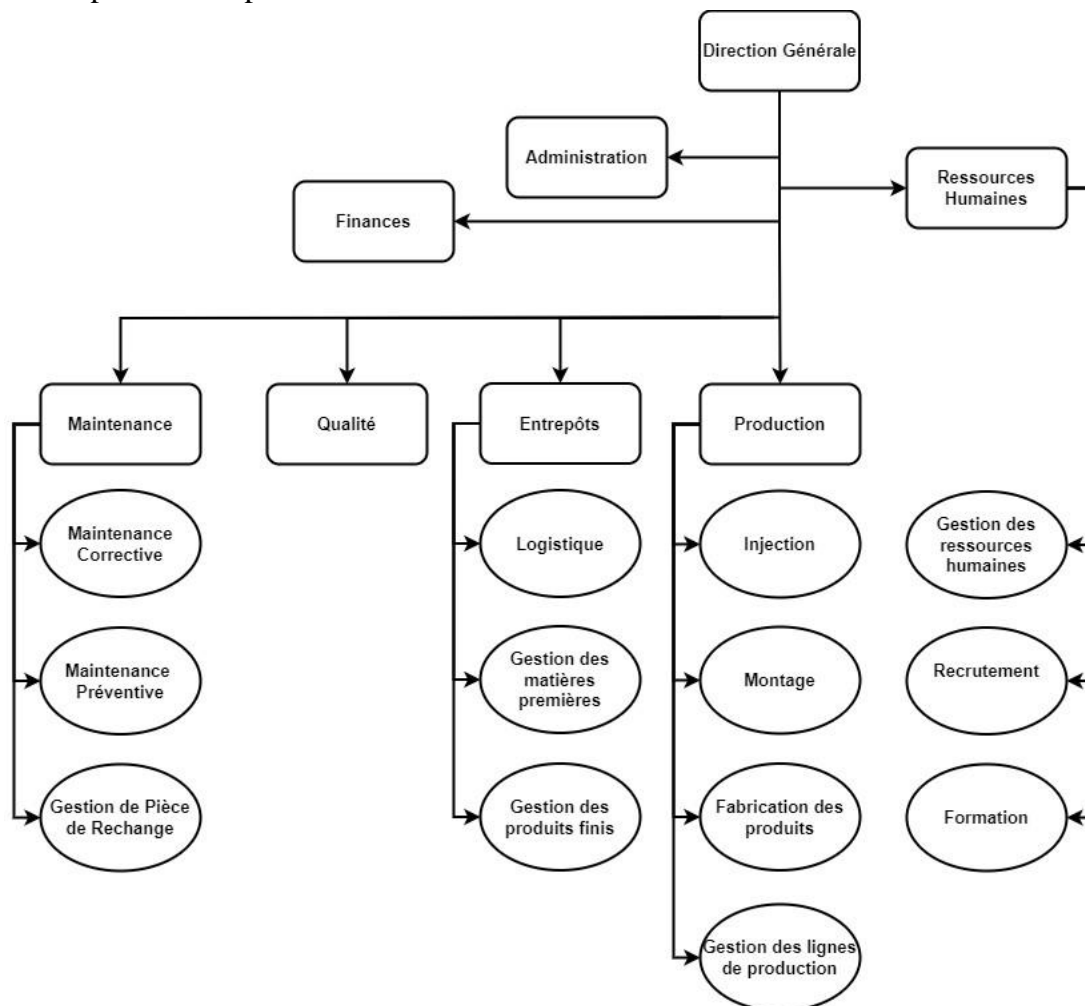
3. Intégration dans l'Entreprise

3.1. Prise de poste

Mon intégration chez PROINSUR a débuté par une présentation de l'entreprise et de ses différents départements. Lors des premiers jours, j'ai été familiarisé avec les installations, les équipes et les équipements de l'entreprise. J'ai également assisté à des séances d'orientation pour comprendre les processus de travail et les attentes relatives à mon poste.

3.2. Compréhension de l'organisation et des enjeux de PROINSUR

L'organisation de PROINSUR est méticuleusement structurée pour maximiser l'efficacité et la qualité de la production. La direction générale est au cœur de cette structure, supervisant directement plusieurs départements clés



3.3. Compréhension de l'évaluation en entreprise

L'évaluation des performances chez PROINSUR repose sur plusieurs critères, incluant la qualité des produits, le respect des délais de production, l'innovation et la satisfaction des clients. Des évaluations régulières sont effectuées pour mesurer l'efficacité des processus et identifier les domaines nécessitant des améliorations.

| Critère | Description |
|--------------------------|--|
| Qualité des produits | Conformité aux normes et exigences des clients |
| Respect des délais | Punctualité dans les livraisons |
| Innovation | Développement et intégration de nouvelles technologies |
| Satisfaction des clients | Retours et évaluations des clients |

Tableau 3 : Critères d'évaluation de la performance chez PROINSUR

4. Contexte et Etude de l'existant

4. 1. Généralité sur la maintenance et la gestion assistée par ordinateur GMAO

La maintenance est un ensemble d'actions visant à maintenir ou à rétablir un bien dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. Elle inclut diverses activités telles que la réparation, le dépannage, la révision, le réglage, ainsi que le contrôle et la vérification des équipements. Ces activités sont essentielles pour assurer le bon fonctionnement et la disponibilité des équipements dans un environnement industriel, les objectifs de la maintenance sont multiples

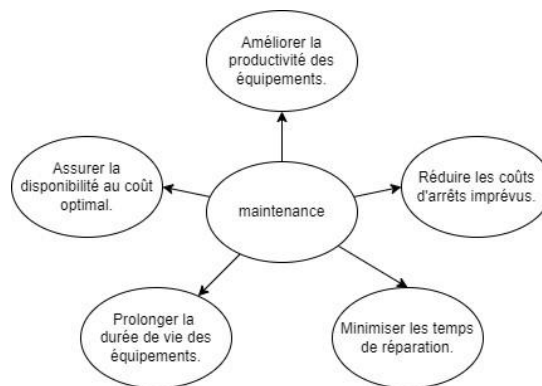


Diagramme 2 : Les objectifs de la maintenance

Il existe plusieurs types de maintenance, dont la maintenance préventive et la maintenance corrective :

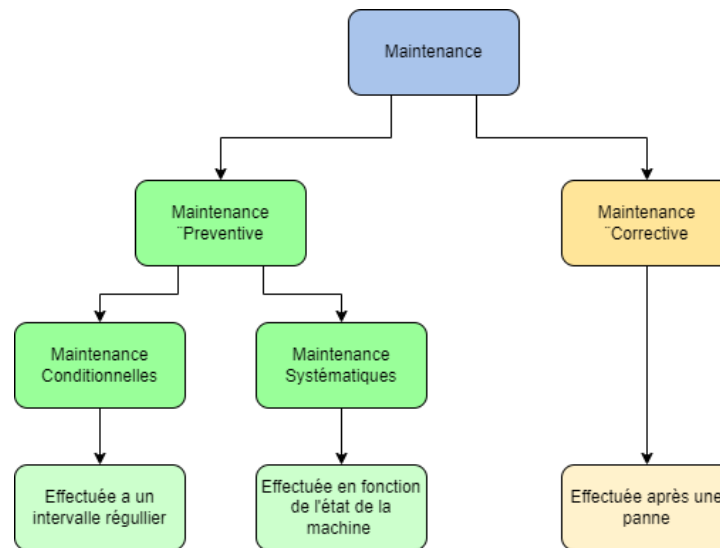


Diagramme 3 : Les types de maintenances

4.2. Description du système de gestion de maintenance existant

Chez PROINSUR, le système de gestion de maintenance actuel repose principalement sur des méthodes manuelles et l'utilisation de tableaux Excel. Voici une description détaillée des processus en place :

❖ Enregistrement des interventions

Les techniciens de maintenance utilisent des fiches papier pour consigner les détails de chaque intervention. Ces fiches comprennent des informations essentielles. Une fois l'intervention terminée, les techniciens remettent les fiches au responsable du département de maintenance, qui est chargé de les centraliser et de les analyser.

❖ Gestion des stocks

La gestion des stocks chez PROINSUR est également effectuée manuellement, avec un système de codification pour les pièces de rechange. Le processus de gestion des stocks comprend plusieurs aspects:

- **Inventaire manuel** : Comptage physique périodique des pièces de rechange.
- **Codification des pièces** : Attribution de codes non facilement interprétables.
- **Enregistrement des mouvements de stock** : Suivi des entrées et sorties via Excel, nécessitant des mises à jour constantes.
- **Consultation des listes de codes** : Consultation fréquente des listes pour identifier les pièces, causant erreurs et retards.

❖ **Compilation et rapport mensuel**

Le responsable de la maintenance collecte toutes les fiches papier et les utilise pour créer un rapport mensuel. Ce rapport est élaboré à l'aide de tableaux Excel, dans lesquels les données des interventions sont saisies manuellement. Ce processus comprend plusieurs étapes:

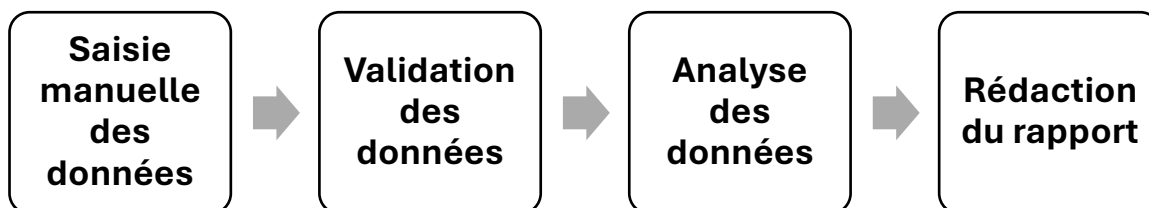


Diagramme 4 : Processus de création de rapport

En conclusion le système de gestion de maintenance actuel chez PROINSUR présente plusieurs défis et limitations qui pourraient être surmontés par l'adoption d'une solution GMAO. Cette transition permettrait d'améliorer l'efficacité, la précision et la traçabilité des opérations de maintenance, tout en optimisant les coûts et la disponibilité des équipements.

5. Problématisation

5.1 Analyse des besoins

L'analyse des besoins a été réalisée à travers une série d'entretiens avec les parties prenantes, des observations sur le terrain, et une étude approfondie des processus existants. Cette démarche a permis d'identifier les principaux besoins de PROINSUR en matière de gestion des stocks et de maintenance. Les besoins ont été regroupés en trois catégories principales : la gestion de stock, la maintenance préventive, et la maintenance corrective.

1. Gestion de Stock :

- Suivi en temps réel des niveaux de stock
- Système de codification unifié et facilement interprétable
- Automatisation des processus de réapprovisionnement
- Génération de rapports d'inventaire détaillés

2. Maintenance Préventive :

- Planification automatisée des interventions de maintenance
- Suivi des équipements et de leur historique de maintenance
- Gestion des plans de maintenance spécifiques aux machines Arburg
- Alertes proactives pour les maintenances planifiées

3. Maintenance Corrective :

- Enregistrement rapide des interventions non planifiées
- Suivi de l'état des interventions en cours
- Analyse des causes racines des pannes récurrentes
- Rapports mensuels automatisés sur les interventions correctives

5.2 Problématique

La problématique principale réside dans l'inefficacité des processus actuels de maintenance et de gestion des stocks chez PROINSUR, qui reposent sur des méthodes manuelles et l'utilisation de tableaux Excel. Cette situation entraîne plusieurs défis :

- **Erreurs et omissions** : Les processus manuels sont sujets à des erreurs humaines et des omissions, affectant la précision des données.

- **Temps et ressources** : La gestion manuelle des interventions et des stocks nécessite beaucoup de temps et de ressources, réduisant l'efficacité globale.
- **Suivi limité** : L'absence de traçabilité numérique limite la capacité de l'entreprise à suivre les interventions de maintenance en temps réel et à analyser les données pour une prise de décision éclairée.
- **Réactivité réduite** : La difficulté à prévoir les pannes et à planifier les interventions de maintenance limite la réactivité de l'entreprise, augmentant les temps d'arrêt des équipements et les coûts de maintenance.

5.3 Enjeux de la mission

Les enjeux de la mission sont multiples et visent à améliorer l'efficacité opérationnelle de PROINSUR :

- **Réduction des coûts** : En optimisant les processus de maintenance et de gestion des stocks, la solution proposée permettra de réduire les coûts opérationnels et d'améliorer la rentabilité.
- **Amélioration de la disponibilité des équipements** : Une gestion efficace de la maintenance préventive et corrective permettra de réduire les temps d'arrêt des équipements et d'améliorer la disponibilité des machines.
- **Augmentation de la précision des données** : La transition vers une solution numérique réduira les erreurs et augmentera la précision des données, facilitant l'analyse et la prise de décision.
- **Gain de temps et de ressources** : L'automatisation des processus permettra de gagner du temps et des ressources, permettant au personnel de se concentrer sur des tâches à plus forte valeur ajoutée.

6. Objectifs spécifiques de la mission

6.1 Cahier de charge et exigences

Pour répondre aux besoins identifiés et relever les défis de la problématique, la solution doit inclure les exigences suivantes

| Exigences Fonctionnelles | Module | Exigence | Description |
|-------------------------------------|--|---------------------------------|---|
| | Interface utilisateur | Interface utilisateur intuitive | Une interface simple et conviviale pour faciliter l'utilisation par les techniciens de maintenance et les gestionnaires de stock. |
| | | Système de login | Un système de login avec des niveau d'accès selon le type d'utilisateur |
| | Gestion des interventions correctives | Gestion du flux informationnel | Création et mise en place d'une procédure de gestion du flux informationnel de la maintenance corrective. |
| | | Tableau de bord et historique | Création d'un historique et d'un tableau de bord pour suivre les activités et l'état des interventions correctives. |
| | | Ajouter les interventions | Ajouter les interventions rapidement et facilement, puis suivre leurs états |
| | | Codification des pannes | Codification de toutes les pannes des différents équipements et les tâches à réaliser. |
| | Gestion de la maintenance préventive | Plans de maintenance préventive | Créer, ajouter, modifier, supprimer et codifier les plans de maintenance préventive. |
| | | Plans automatiques | Lancer des plans automatiques en se basant sur des mesures physiques (compteurs – conditions). |
| | | Calendrier des plans | Afficher le calendrier et les plans par travaux ou par employés. |
| | | Historique et recherche avancée | Consulter l'historique et filtrer la recherche avancée. |
| | Gestion du stock | Gestion des entrées et sorties | Enregistrer toutes les entrées et sorties de stock pour une traçabilité complète. |
| | | Inventaire en temps réel | Fournir un inventaire en temps réel pour une vue d'ensemble des stocks disponibles. |
| | | Gestion des fournisseurs | Intégrer la gestion des fournisseurs pour faciliter les commandes et le réapprovisionnement. |
| | | Identification et Codification | Generer un code pour chaque item dans le système , le code doit être facilement interprétables |
| Exigences Non Fonctionnelles | Utilisabilité | | L'ergonomie informatique pour une exploitation facile par le personnel afin de réaliser les tâches prévues. |
| | Évolutivité | | La solution GMAO doit être modulaire et permettre l'intégration de nouvelles fonctionnalités. |
| | Sécurité | | Traçage des mises à jour des données, gestion de la confidentialité, gestion de l'intégrité des données, protection des données personnelles. |
| | Portabilité | | Compatibilité avec les différents systèmes d'exploitation, facilité d'installation et de désinstallation. |

Tableau 4 : Matrice d'exigences

6.2 Organisation du travail

Pour la réalisation de ce projet, une organisation méthodique du travail est nécessaire :

1. **Phase de planification** : Définition des objectifs, élaboration du cahier des charges, et planification des étapes du projet.
2. **Phase de conception** : Conception de l'architecture du système, création des diagrammes d'activités et des diagrammes de classes.
3. **Phase de développement** : Développement du projet en utilisant Django pour la création de l'application web, suivi de l'intégration avec Electron.js pour la transformation en application de bureau.
4. **Phase de test** : Tests unitaires et tests d'intégration pour vérifier le bon fonctionnement de toutes les fonctionnalités.
5. **Phase de déploiement d'amélioration** : Déploiement de la solution chez PROINSUR et formation des utilisateurs. Suivi par support et amélioration.

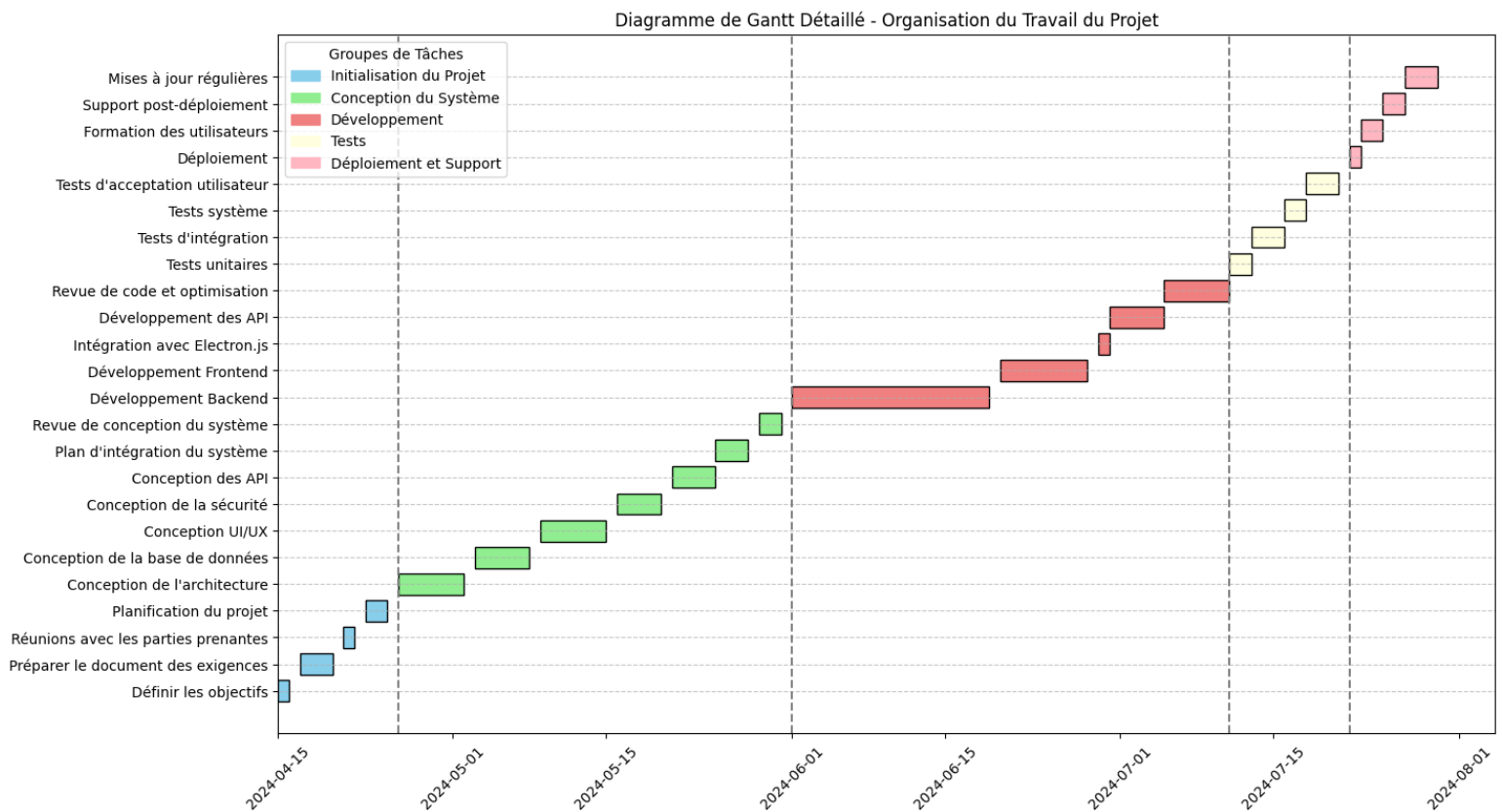


Diagramme 5 : Planification en diagramme de GANTT

7. Approche et Méthodologies Utilisées

7.1. Approche adoptée pour Pilotage de projet

Pour résoudre le problème de gestion des stocks et de maintenance, une approche agile a été adoptée. Cette méthodologie permet une grande flexibilité et une adaptation rapide aux besoins évolutifs de l'entreprise. J'ai commencé, par rapport aux documents fournis par le tuteur, à découper l'application en parties (thèmes) bien distinctes d'envergures réduites (méthode itérative). Puis, pour chaque thème, j'ai travaillé sur les fonctionnalités principales et les ai enrichis (méthode incrémentale) au fur et à mesure des découvertes et des nouveaux besoins communiqués par le tuteur. Pour chaque itération j'ai ensuite suivi le cycle de développement en V. Cette approche favorise une collaboration étroite avec les utilisateurs finaux et assure que les solutions développées répondent précisément à leurs attentes.

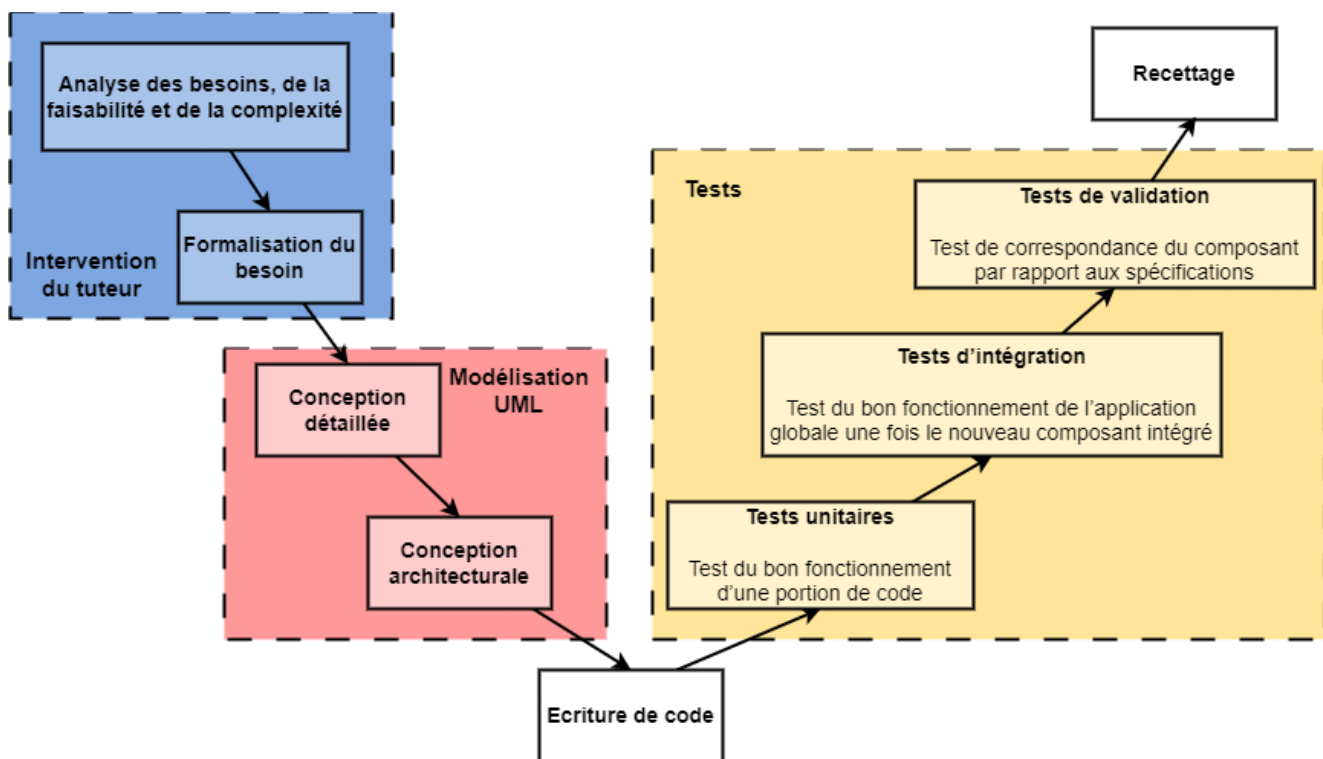


Diagramme 6 : Cycle en v pour gestion de projet

7.2. Méthodes utilisées

Pour la conception et le développement de l'application, plusieurs méthodes et outils techniques ont été sélectionnés et justifiés comme suit :

- **Python** est choisi pour sa simplicité, sa robustesse et son vaste écosystème de bibliothèques. Il facilite le développement rapide et efficace des applications web.
- **Django** est un framework Python hautement sécurisé et évolutif, idéal pour les projets nécessitant une structure solide et des fonctionnalités avancées. Il offre des fonctionnalités intégrées pour la gestion des utilisateurs, la sécurité et la compatibilité avec les bases de données.
- **SQLite3** est une base de données relationnelle légère, intégrée et facile à utiliser. Elle est particulièrement adaptée pour les phases de développement et de test grâce à sa simplicité de configuration. Elle est entièrement compatible avec Django, facilitant ainsi l'intégration et la gestion des données.
- **AdminLTE** est un tableau de bord d'administration open-source basé sur Bootstrap. Il offre une interface utilisateur moderne, réactive et personnalisable, facilitant la gestion et la visualisation des données. AdminLTE est utilisé pour créer un backend attrayant et fonctionnel pour les administrateurs.
- **ElectronJS** permet de créer des applications de bureau multiplateformes avec des technologies web comme JavaScript, HTML et CSS. Il est utilisé pour emballer l'application web en une application de bureau, permettant ainsi une installation et une utilisation faciles sur différents systèmes d'exploitation.
- **HTML, CSS, JavaScript (React.js)** sont choisis pour leur capacité à créer des interfaces utilisateur dynamiques et réactives. Il permet de développer des composants réutilisables et de gérer efficacement l'état de l'application.
- **Git, GitHub** sont essentiels pour le contrôle de version et la collaboration en équipe. Ils permettent de suivre les modifications de code, de gérer les branches et de faciliter le travail collaboratif.
- **Docker** est utilisé pour créer des environnements de développement cohérents et reproductibles. Il permet de containeriser l'application avec toutes ses dépendances, assurant ainsi que le logiciel fonctionne de manière identique sur toutes les machines.
- **Django REST Framework** est utilisé pour créer des API robustes et flexibles, permettant une communication efficace entre le front-end et le back-end. Cela facilite l'intégration avec d'autres systèmes et l'extension future de l'application.

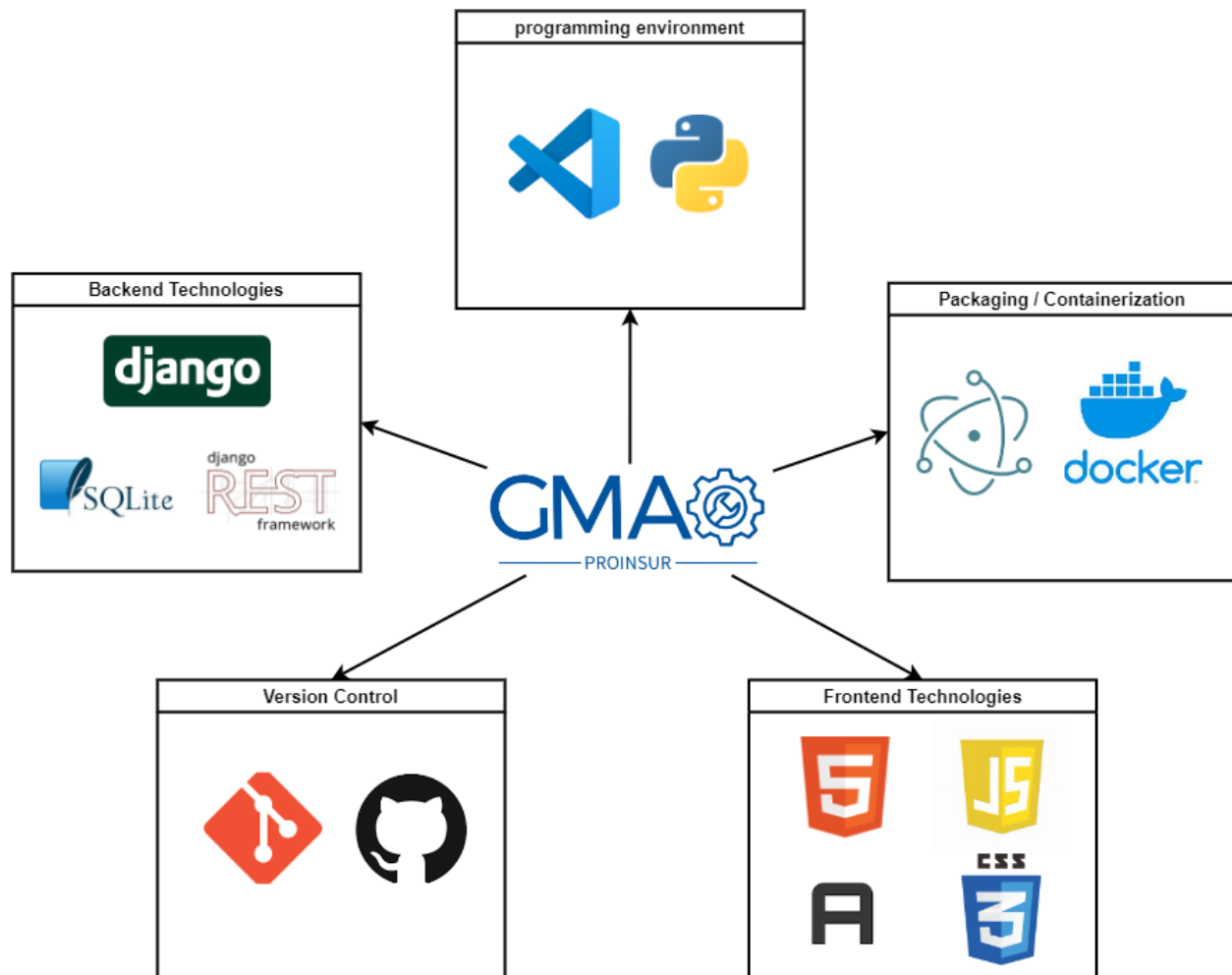


Diagramme 7 : Distribution des outils utilisés

8. Etude conceptuelle de la solution

8. 1. Architecture du système

L'architecture utilisée dans le développement du module de maintenance et de la solution GMAO adopte principalement une architecture deux tiers, aussi connue sous le nom de client-serveur de première génération ou client-serveur de données. Dans ce modèle, le poste client délègue la gestion des données à un service dédié, souvent un système de gestion de base de données (SGBD) centralisé. Cette approche est couramment utilisée pour les applications de gestion fonctionnant sous Windows ou Linux, où un SGBD centralisé gère les données.

La gestion des données est centralisée et gérée par le SGBD, habituellement exécuté sur un serveur dédié. Les requêtes sont envoyées au serveur à l'aide d'un langage de requête tel que SQL (Structured Query Language). La communication entre le client et le serveur se limite ainsi à l'envoi de requêtes et à la réception des données correspondant à ces requêtes, assurant une gestion efficace et sécurisée des données dans l'application de gestion des stocks industriels et de la maintenance.

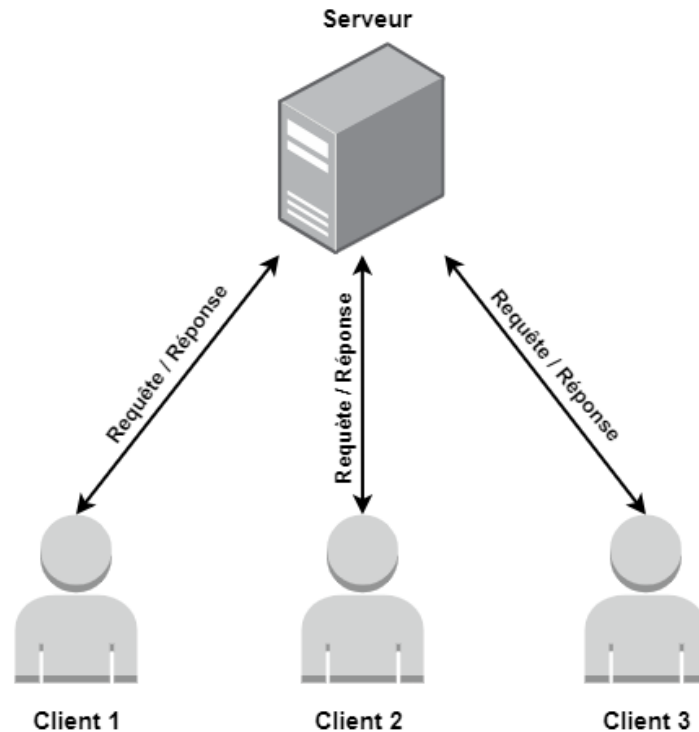


Diagramme 8 : Architecture 2-tiers

8.2. Diagramme de classe de la solution

Un diagramme de classe est un type de diagramme statique dans le langage de modélisation unifié (UML), qui décrit la structure d'un système en montrant ses classes, ses attributs, ses opérations et les relations entre les objets. Les diagrammes de classe sont essentiels pour la conception de logiciels car ils permettent de visualiser les différents composants du système et leurs interactions. Ils facilitent la compréhension de la structure globale et servent de guide pour le développement et la maintenance.

Le diagramme de classe ci-dessous présente la structure principale de notre solution de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO). Il montre les différentes classes et leurs relations, couvrant les aspects de la maintenance préventive, la gestion des utilisateurs, les stocks et la maintenance corrective.

Ce diagramme illustre les responsabilités et les interactions entre les différentes entités du système, facilitant une gestion efficace des tâches de maintenance.

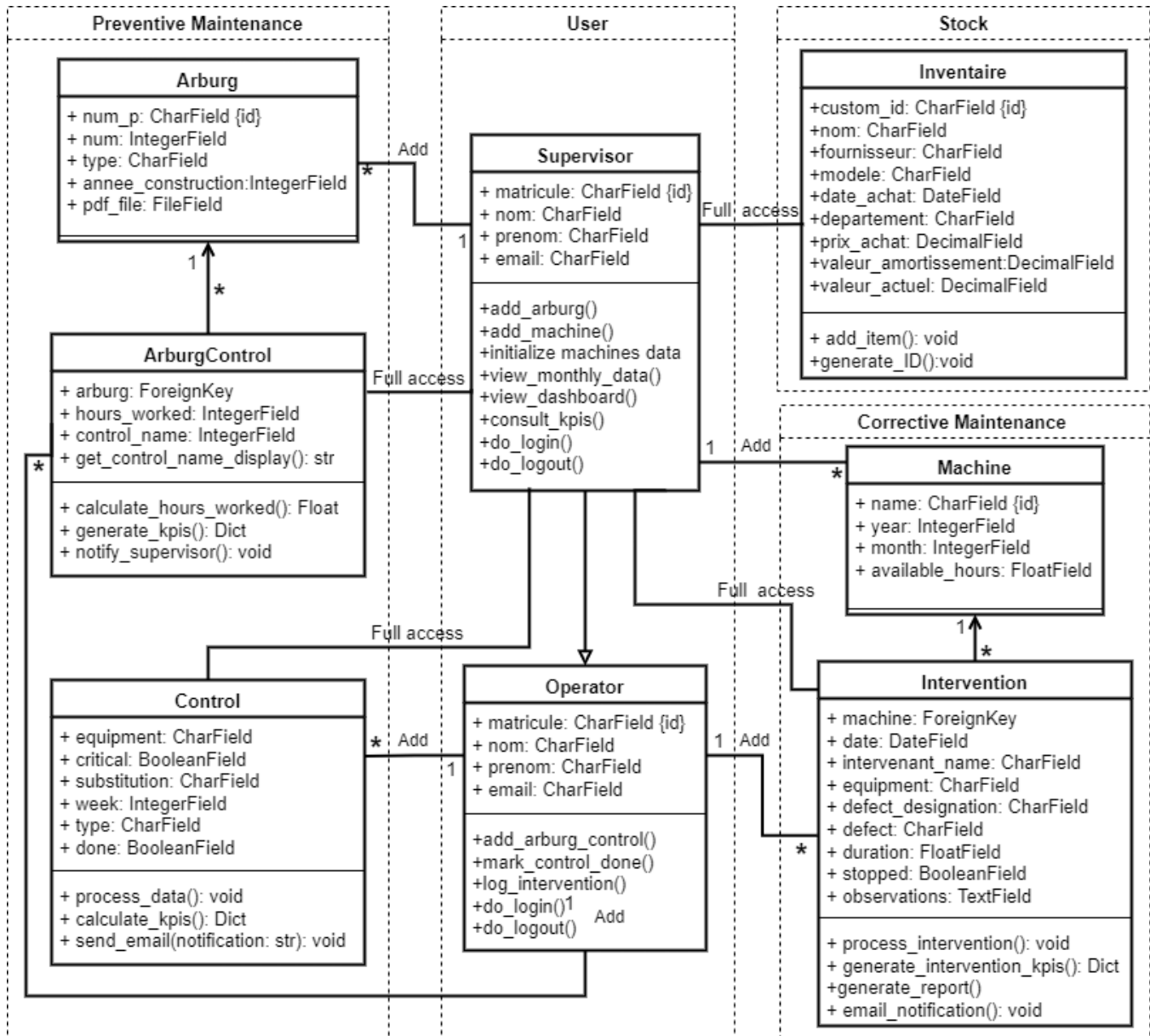


Diagramme 9 : Diagramme de classe de la solution

8.3 Diagramme de cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation du système GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) illustre les interactions entre les utilisateurs et les différentes fonctionnalités du système, mettant en avant deux principaux acteurs : l'Admin et le Technicien.

Acteurs:

- **Superviseur** : A un accès complet au système, permettant l'ajout et la modification d'articles dans l'inventaire, la consultation des statistiques financières et techniques, la

gestion des contrôles de maintenance (préventive et corrective), ainsi que l'administration des utilisateurs.

- **Opérateur** : Principalement impliqué dans les processus de maintenance, il peut marquer les contrôles comme terminés, ajouter des interventions, et consulter les statistiques techniques et les rapports de maintenance.

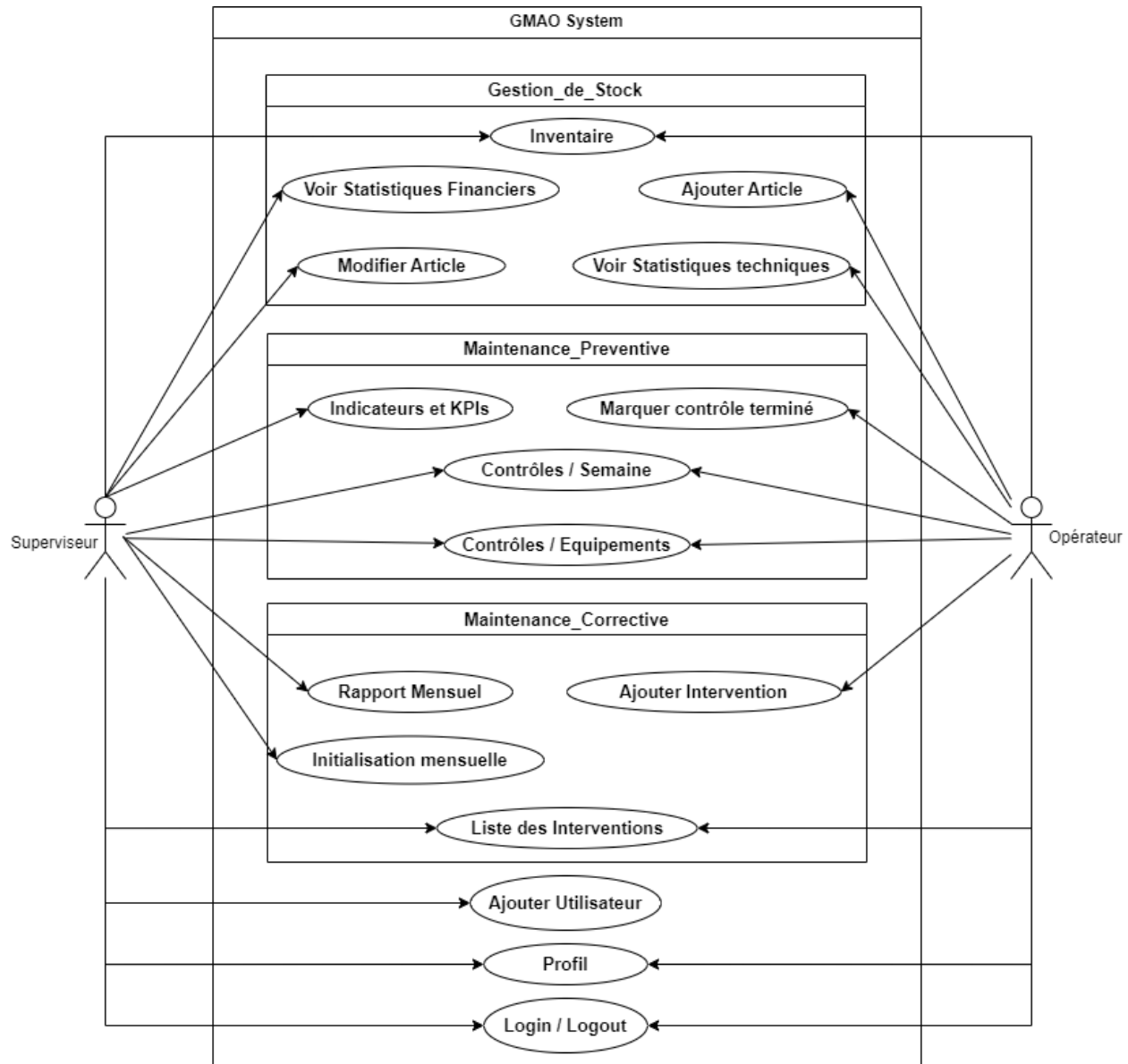


Diagramme 10 : Diagramme des cas d'utilisation

8.4. Diagrammes d'activité

Les diagrammes d'activité sont utilisés pour modéliser le flux de contrôle à travers différentes activités dans un système. Ils permettent de visualiser les étapes et les décisions prises lors de l'exécution des processus, facilitant ainsi la compréhension et l'analyse des workflows.

8.4.1. Section Maintenance

Le diagramme d'activité suivant illustre les processus de maintenance mis en place dans notre système GMAO. Ce diagramme se divise en deux branches principales : la maintenance préventive avec une section spéciale dédiée aux machines Arburg avec des processus de suivi spécifiques, et la maintenance corrective. Il met en évidence l'interconnexion entre les processus de maintenance, ainsi que la circulation des données à travers le système. Il souligne également les rôles distincts du superviseur et de l'opérateur dans la gestion de la maintenance, tout en montrant comment leurs actions s'intègrent dans un flux de travail cohérent et efficace.

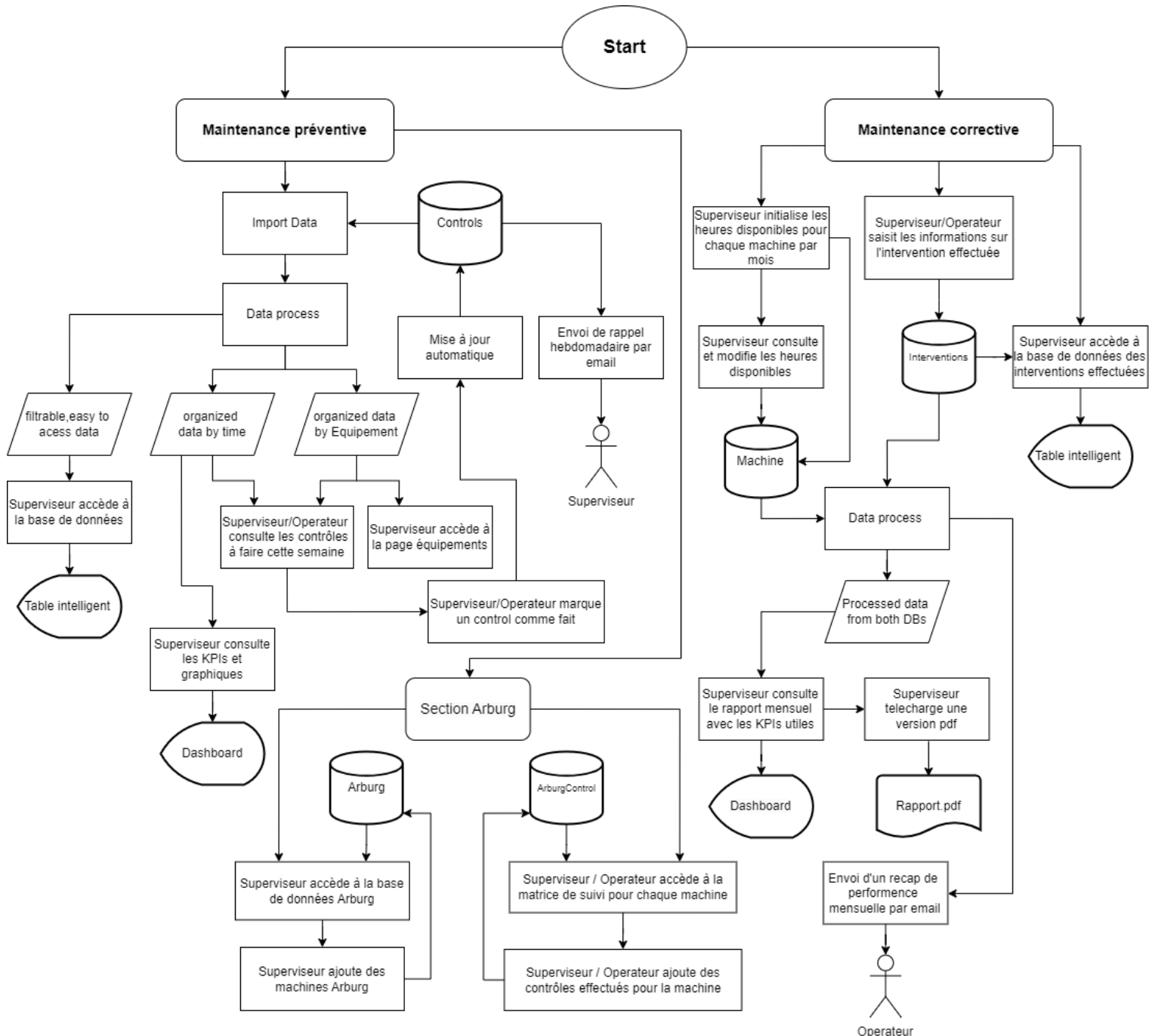


Diagramme 11 : Diagrammes d'activité -Maintenance-

8.4.1. Section Gestion de Stock

Le diagramme d'activité ci-dessous illustre le processus de gestion de stock dans notre système GMAO. Il met en évidence les différentes actions possibles selon le rôle de l'utilisateur (Superviseur ou Opérateur) et montre le flux des opérations liées à la gestion des articles dans l'inventaire. Voici un résumé concis du diagramme d'activité pour la gestion de stock :

- Le Superviseur peut gérer intégralement les articles (ajout, modification, suppression) et visualiser tous les KPIs.
- L'Opérateur a des accès limités : visualisation des KPIs techniques et ajout de nouveaux articles.
- Toutes les actions mettent à jour une base de données d'inventaire centrale.
- Le système confirme chaque opération réussie par un message de succès.

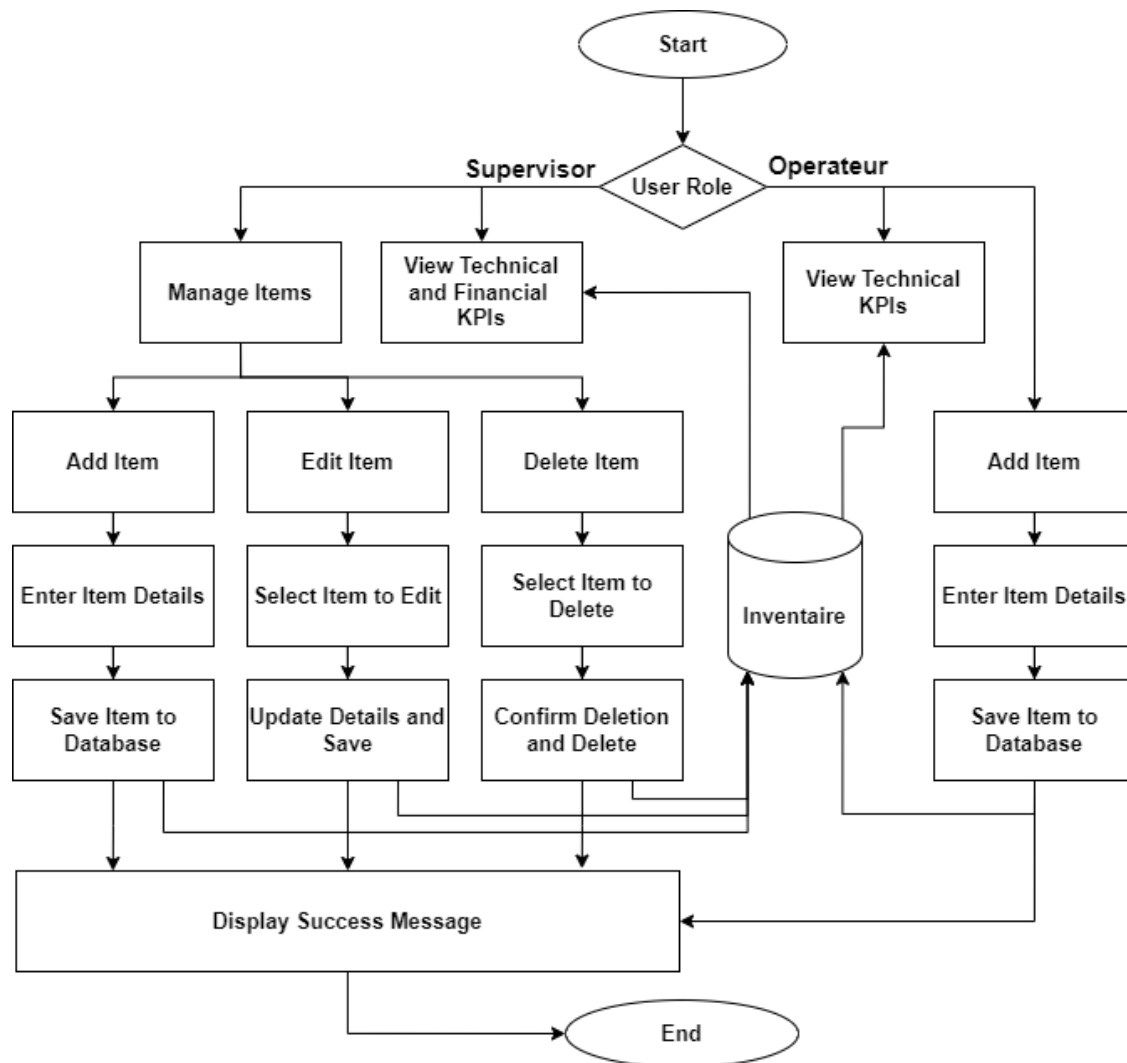


Diagramme 12 : Diagrammes d'activité -Gestion de stock-

9. Résultats Obtenus

9.1. Présentation des interfaces

9.1.1. Page de Connexion (Login)

L'interface de connexion permet aux utilisateurs autorisés d'accéder à l'application sécurisée. Elle assure l'authentification et la gestion des sessions utilisateur, garantissant un accès contrôlé aux fonctionnalités de gestion des stocks et de maintenance.

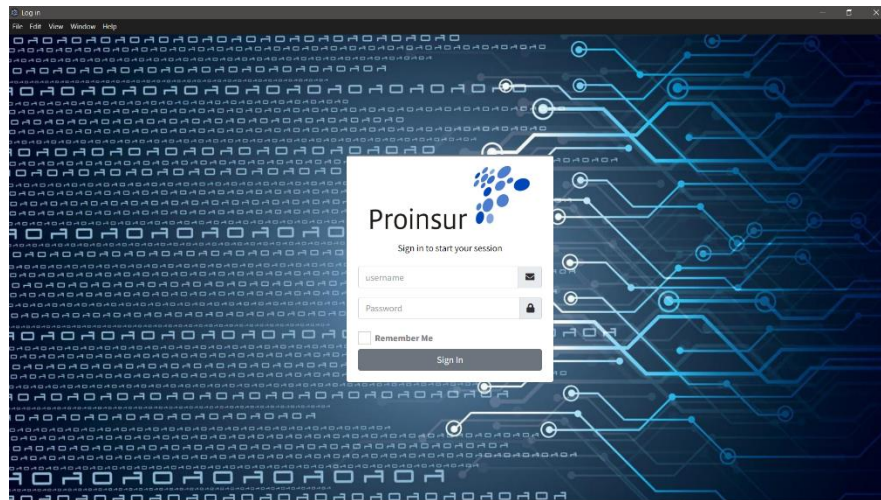


Figure 1 : L'interface de connexion

9.1.2. Interface Superviseur

L'interface du superviseur offre une vue consolidée des opérations de gestion des stocks et de maintenance. Elle permet au superviseur de surveiller les activités, de gérer les permissions des utilisateurs, d'accéder aux rapports de performance et créer des comptes pour l'équipe.

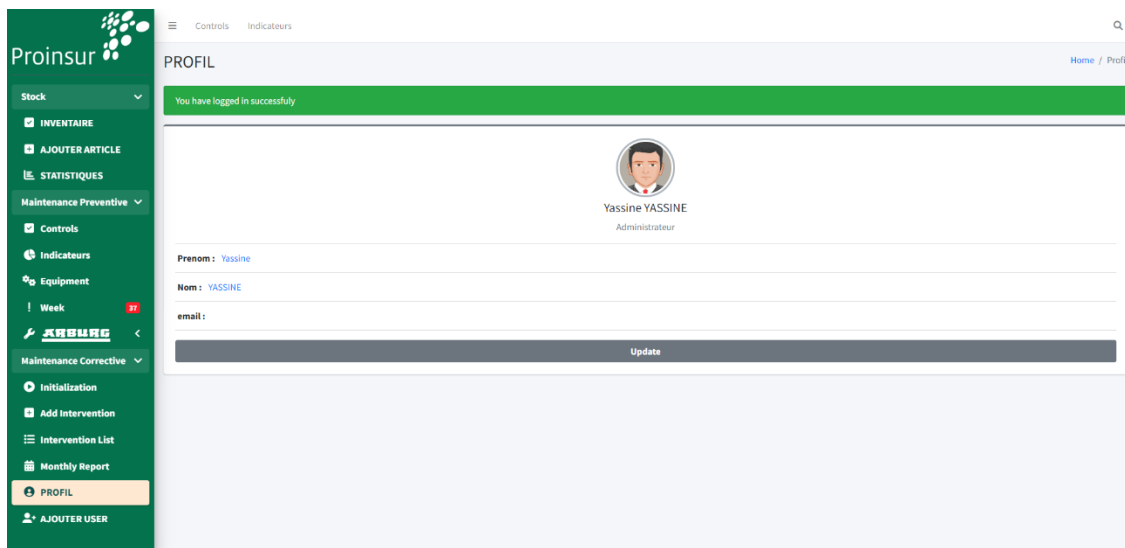


Figure 2 : L'interface du superviseur

9.1.3. Interface Opérateur

L'interface de l'opérateur est optimisée pour une utilisation quotidienne efficace. Elle offre des outils pour la gestion opérationnelle des stocks et des interventions de maintenance, permettant aux opérateurs d'effectuer leurs tâches de manière efficace et conforme aux normes de l'entreprise.

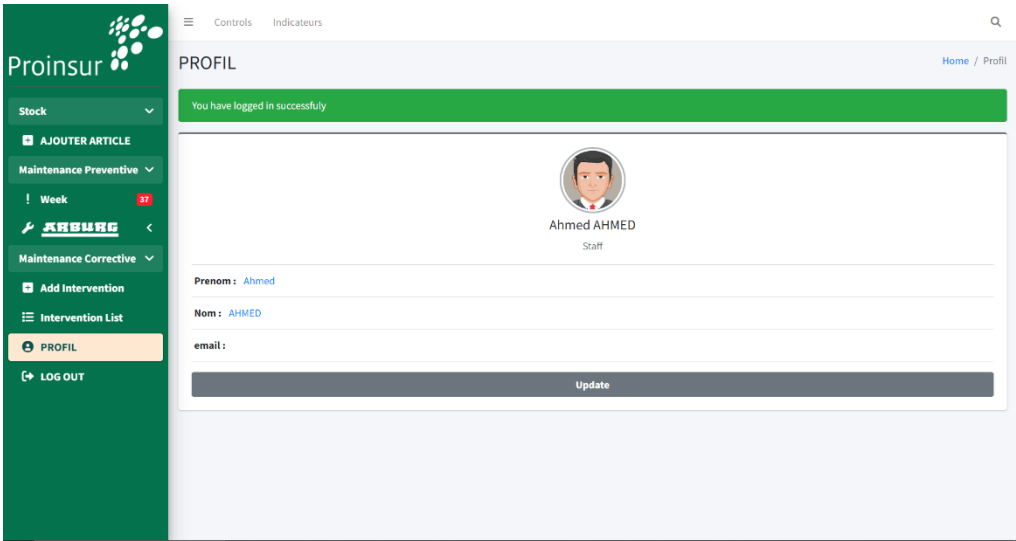


Figure 3 : L'interface de l'opérateur

9.2. Présentation des fonctionnalités

9.2.1. Module Gestion de Stock

- **Ajouter, Modifier, Supprimer un Article** : L'application permet aux utilisateurs autorisés d'ajouter de nouveaux articles, de modifier les détails existants et de supprimer les articles obsolètes ou inutilisés.

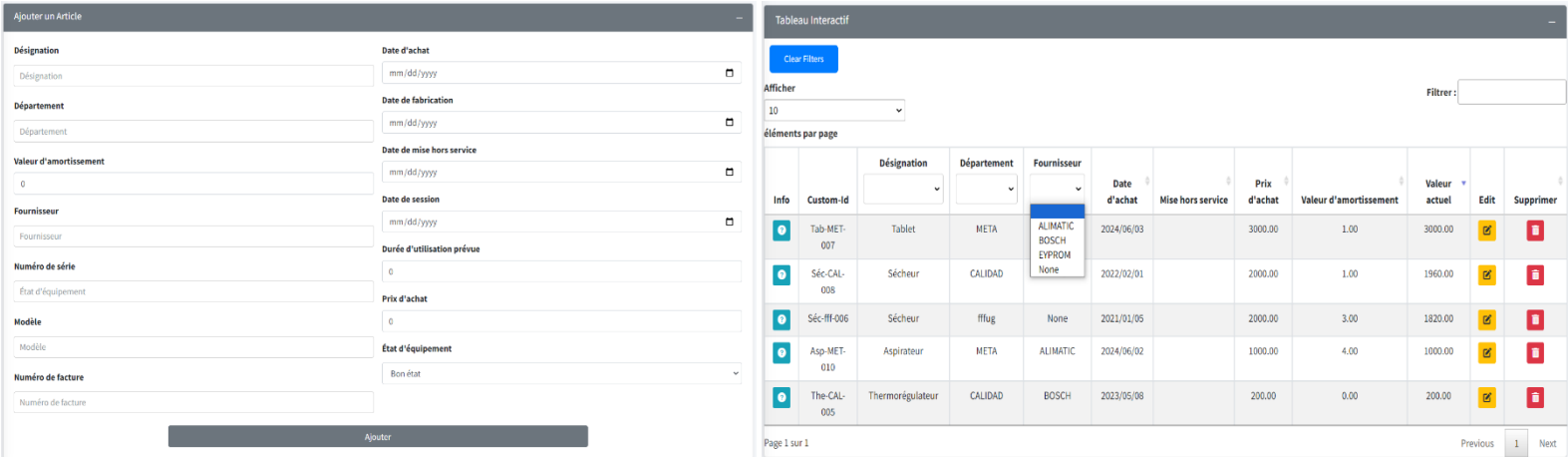


Figure 4 : Les interfaces de gestion de stock

- **Statistiques** : Des graphiques et des tableaux statistiques fournissent une vue d'ensemble des niveaux de stock, des mouvements d'inventaire et des tendances historiques, facilitant ainsi la prise de décision informée.



Figure 5 : l'interface des KPIs -gestion de stock-

9.2.2. Module Maintenance Préventive

- **Informations sur les Équipements :** Les détails complets des équipements, y compris les spécifications techniques et l'historique des maintenances sont accessibles pour une gestion proactive.

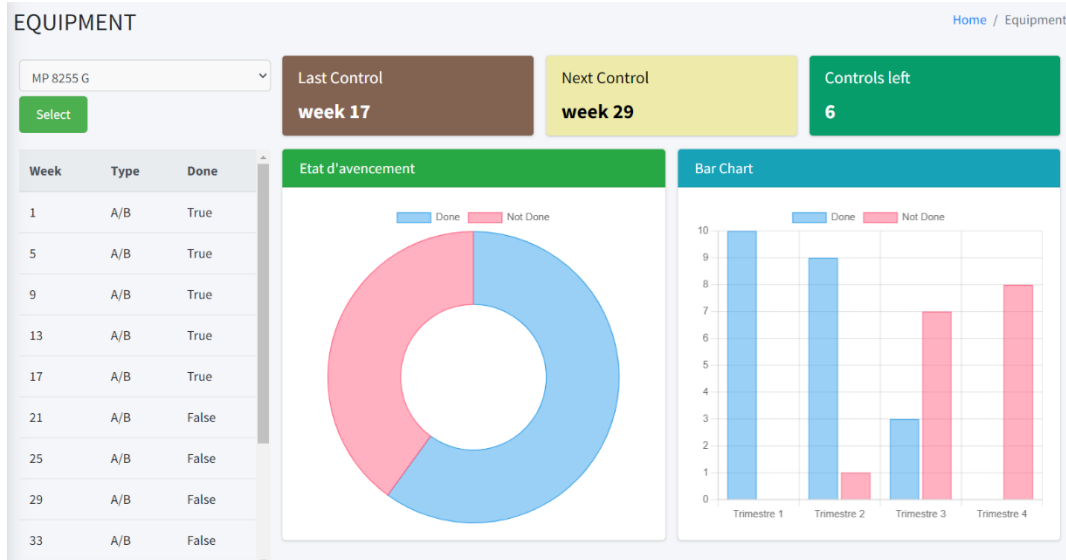


Figure 6 : L'interface des équipements

- **KPIs (Key Performance Indicators) :** Les indicateurs de performance clés permettent d'évaluer l'efficacité des stratégies de maintenance préventive, assurant une optimisation continue des opérations.

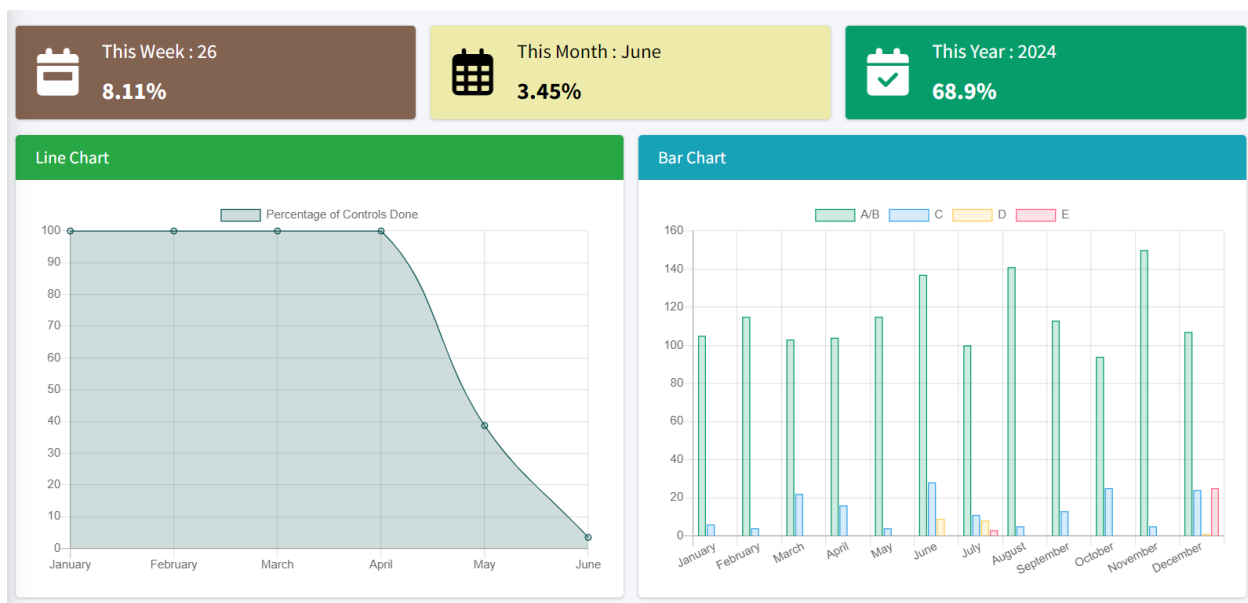


Figure 7 : L'interface des KPIs - Maintenance Préventive -

- **Contrôles Hebdomadaires et Suivi des Tâches :** Les tâches de maintenance planifiées sont répertoriées avec des rappels automatiques, assurant que chaque contrôle nécessaire est effectué à temps. Les techniciens peuvent facilement marquer les tâches de maintenance comme complétées via une interface conviviale, mettant à jour automatiquement les données de l'historique des maintenances.

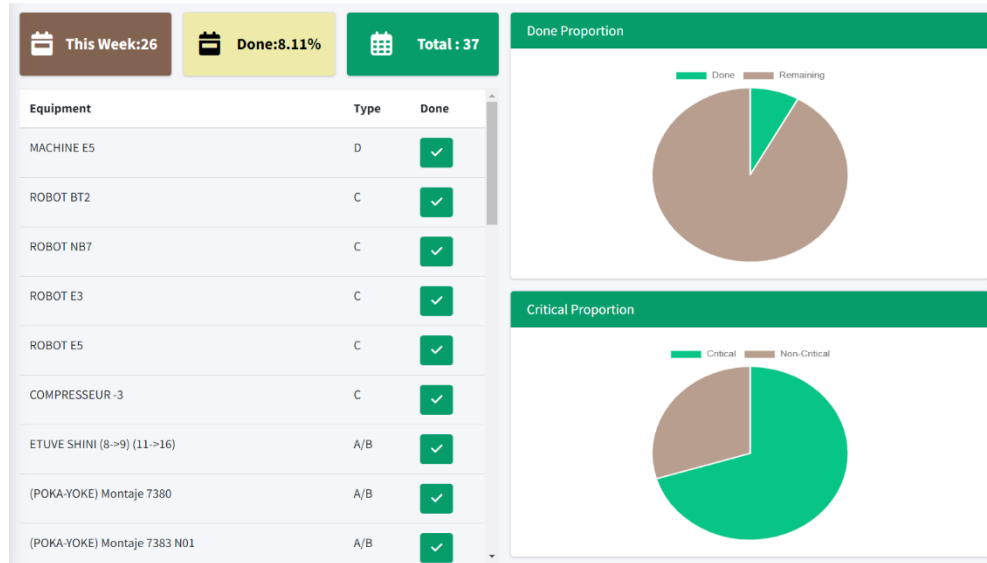


Figure 8 : L'interface de suivi hebdomadaire

- **Suivi des Machines Arburg :** Ce module permet d'ajouter un contrôle, d'ajouter une machine, de consulter le suivi de chaque machine selon la durée d'activité, le type et la fréquence de control à faire de la machine. Avec la documentation associée.

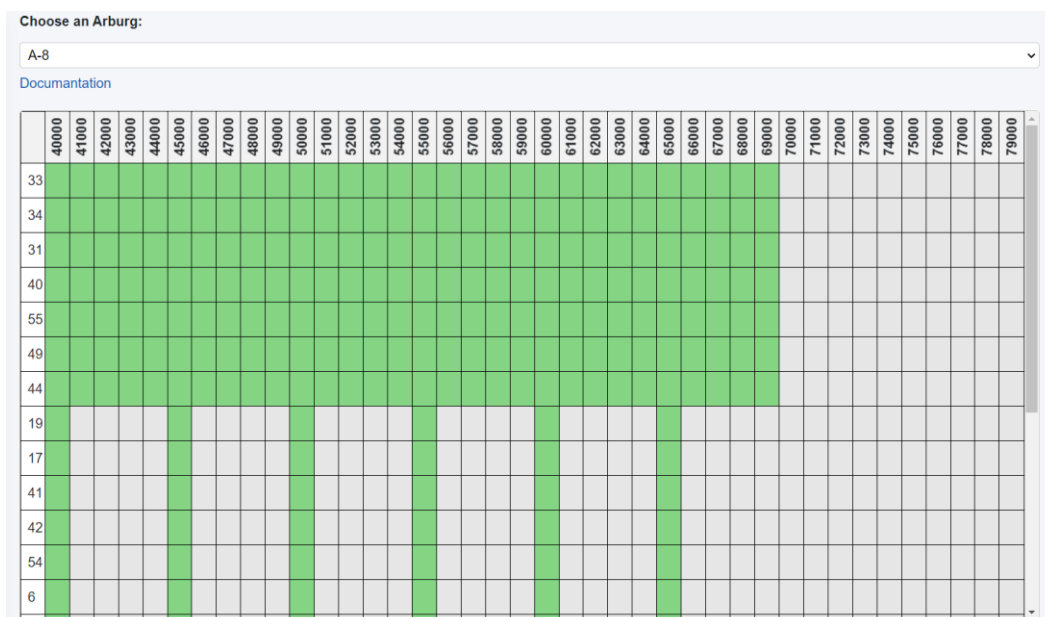
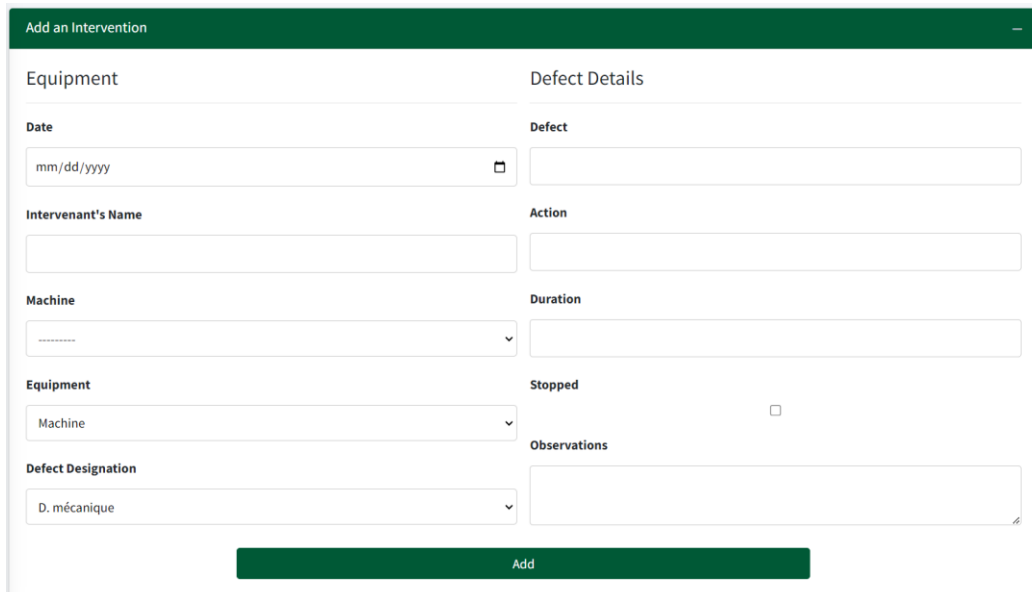


Figure 9 : L'interface de suivi des machines Arburg

9.2.3. Module Maintenance Corrective

Ajouter une Intervention : Les techniciens peuvent enregistrer de nouvelles interventions de manière détaillée, incluant les informations sur l'équipement concerné et les diagnostics effectués.



The form is titled "Add an Intervention" and is divided into two main sections: "Equipment" and "Defect Details".

Equipment Section:

- Date:** A text input field with a calendar icon, showing the placeholder "mm/dd/yyyy".
- Intervenant's Name:** A text input field.
- Machine:** A dropdown menu with a downward arrow.
- Equipment:** A dropdown menu with "Machine" selected.
- Defect Designation:** A dropdown menu with "D. mécanique" selected.

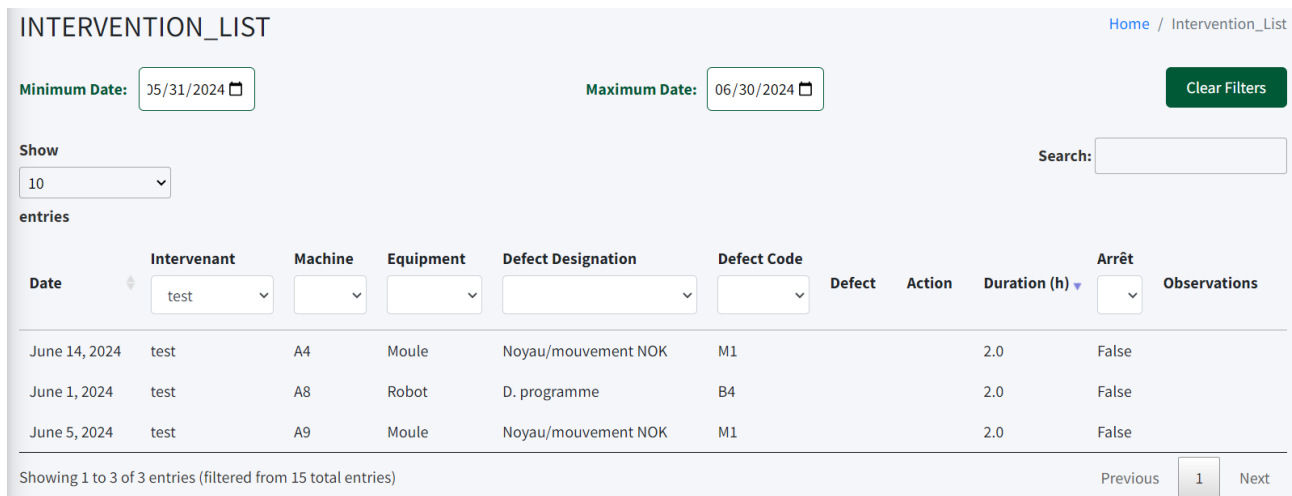
Defect Details Section:

- Defect:** A text input field.
- Action:** A text input field.
- Duration:** A text input field.
- Stopped:** A checkbox.
- Observations:** A large text area with a small icon at the bottom right.

At the bottom center is a green button labeled "Add".

Figure 10 : Ajouter une intervention

Tableau des Interventions : Ce module permet de gérer et de suivre les interventions de maintenance corrective, y compris les diagnostics et les solutions apportées. Le tableau est filtrable et ordonnable, facilitant ainsi l'accès aux informations essentielles pour les techniciens et les superviseurs.



The table is titled "INTERVENTION_LIST" and includes a breadcrumb "Home / Intervention_List". It features filters for "Minimum Date" (05/31/2024) and "Maximum Date" (06/30/2024), a "Clear Filters" button, a "Show" dropdown (set to 10), and a "Search:" input field.

| Date | Intervenant | Machine | Equipment | Defect Designation | Defect Code | Defect | Action | Duration (h) | Arrêt | Observations |
|---------------|-------------|---------|-----------|---------------------|-------------|--------|--------|--------------|-------|--------------|
| June 14, 2024 | test | A4 | Moule | Noyau/mouvement NOK | M1 | | | 2.0 | False | |
| June 1, 2024 | test | A8 | Robot | D. programme | B4 | | | 2.0 | False | |
| June 5, 2024 | test | A9 | Moule | Noyau/mouvement NOK | M1 | | | 2.0 | False | |

Showing 1 to 3 of 3 entries (filtered from 15 total entries)

Previous 1 Next

Figure 11 : Suivi des interventions

- **Rapport Mensuel** : La génération automatisée de rapports mensuels récapitule les incidents de maintenance corrective, les temps de réponse, les coûts associés et les mesures correctives recommandées.

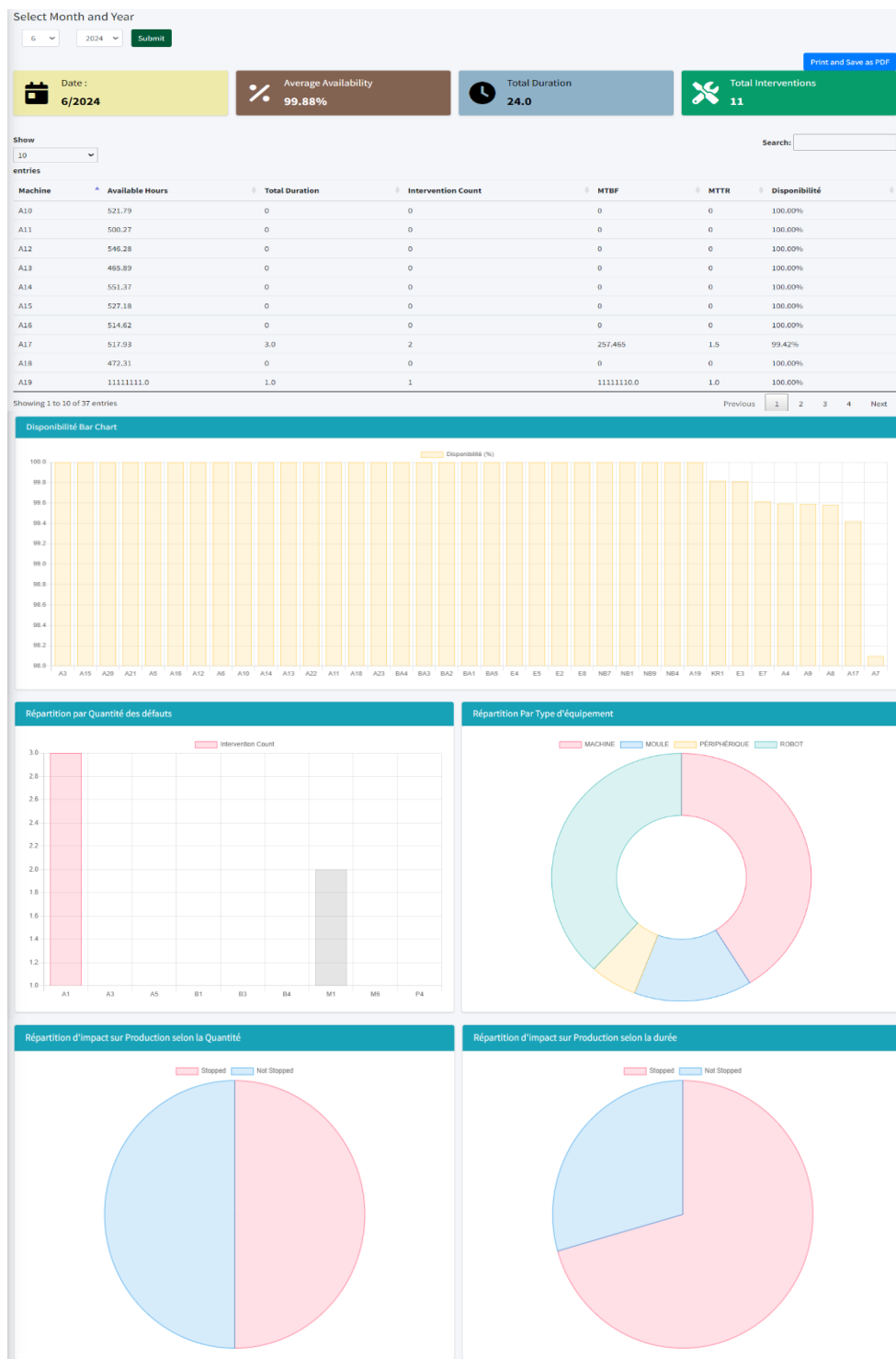


Figure 12 : Rapport Mensuel

10. Synthèse des Résultats

10.1 Retour des Utilisateurs

Après avoir livré l'application au tuteur, j'ai organisé une session de tests et de formation avec les opérateurs destinés à utiliser l'application. Les retours reçus ont été extrêmement positifs, soulignant plusieurs bénéfices clés apportés par la solution développée.

- **Facilité d'Utilisation** : Les opérateurs ont unanimement salué la facilité et l'intuitivité de l'application. Comparée à la méthode précédente qui impliquait la rédaction manuelle des interventions sur papier, l'application leur a semblé nettement plus conviviale et efficace.
- **Économie de Temps** : L'automatisation des processus, notamment pour la gestion des stocks et des interventions de maintenance, a permis une économie de temps significative. Les opérateurs ont souligné qu'ils peuvent désormais accéder rapidement aux données techniques et financières pertinentes, facilitant ainsi leur travail quotidien.
- **Système de Codification Unifié** : La mise en place d'un système de codification unifié a simplifié la gestion et le suivi des pièces et des équipements. Cela a contribué à améliorer la cohérence et la transparence dans la gestion des stocks.

10.2 L'évaluation des Résultats

L'évaluation des résultats se base sur les objectifs initiaux fixés pour le projet ainsi que sur les performances réelles obtenues à travers l'application mise en place. Les critères d'évaluation incluent la fiabilité, l'efficacité, l'utilisabilité, et l'impact global sur les processus de gestion des stocks et de maintenance.

- **Fiabilité** : L'application a démontré une haute fiabilité en assurant une disponibilité constante et une gestion stable des données. Les tests effectués ont montré une faible occurrence de bogues, et les fonctionnalités de sauvegarde et de récupération de données ont fonctionné de manière optimale, assurant la sécurité et l'intégrité des informations.
- **Efficacité** : L'application a significativement amélioré l'efficacité des processus de gestion des stocks et de maintenance. Les utilisateurs ont rapporté une réduction notable du temps nécessaire pour effectuer les tâches quotidiennes grâce à l'automatisation des processus et à l'accès rapide aux informations critiques.

- **Utilisabilité** : L'interface utilisateur, basée sur AdminLTE, a été jugée intuitive et facile à utiliser par les opérateurs et les superviseurs. Les retours d'expérience montrent que les utilisateurs ont rapidement pris en main l'application, grâce à une conception centrée sur l'utilisateur et une navigation simplifiée.
- **Impact Global** : L'intégration des modules de gestion de stock et de maintenance préventive et corrective a permis une gestion plus cohérente et proactive des ressources. L'application a également contribué à réduire les coûts de maintenance et à améliorer la disponibilité des équipements, impactant positivement la production et les opérations globales de l'entreprise.

11. Perspectives d'Évolution

11.1. Prolongements Possibles

Plusieurs pistes de prolongements sont envisageables pour enrichir et étendre les fonctionnalités de l'application :

- **Module de Gestion des Achats** : Intégrer un module dédié à la gestion des achats pour centraliser les commandes d'approvisionnement, la gestion des fournisseurs et le suivi des factures. Cela permettra une meilleure synchronisation des flux de travail liés à la gestion des stocks, assurant une approche intégrée de la gestion des ressources matérielles.
- **Analyse Prédictive** : Exploiter les techniques avancées de machine learning pour développer une capacité d'analyse prédictive. Cette fonctionnalité permettra de prédire les pannes d'équipements avant qu'elles ne surviennent, facilitant ainsi la planification proactive des maintenances préventives et réduisant les interruptions de production.
- **Extension de la Compatibilité Multiplateforme** : Adapter l'application pour qu'elle soit pleinement compatible avec les appareils mobiles et les tablettes. Cette extension améliorera la flexibilité opérationnelle en permettant aux techniciens sur le terrain d'accéder aux fonctionnalités critiques de l'application où qu'ils se trouvent, renforçant ainsi la réactivité et l'efficacité globale.
- **Conformité Réglementaire** : Renforcer les mécanismes de sécurité existants en mettant en œuvre des mesures supplémentaires telles que l'authentification à deux facteurs (2FA) et des audits de sécurité réguliers. Cela garantira que l'application reste conforme aux normes industrielles et aux réglementations gouvernementales en matière de gestion des données sensibles, assurant ainsi la protection et la confidentialité des informations.

- **Intégration totale du système dans la bibliothèque de l'entreprise (Martos et Tanger) et avec les autres systèmes existants :** Établir des interfaces robustes et sécurisées pour intégrer pleinement l'application avec les systèmes de gestion déjà en place au sein de l'entreprise. Cette intégration optimisera la circulation des données et favorisera une synchronisation efficace des processus, renforçant ainsi la cohérence et la centralisation des opérations.

Ces prolongements stratégiques visent à enrichir les capacités de l'application, à améliorer la gestion des ressources et à répondre aux exigences croissantes de l'environnement opérationnel. Chaque initiative est conçue pour renforcer la compétitivité de l'entreprise tout en assurant une meilleure maîtrise des opérations et une optimisation continue des performances.

11.2 Prochaines Étapes

Pour l'avenir immédiat, je continue à travailler activement sur l'application, en explorant de nouvelles fonctionnalités et en optimisant les performances existantes. Des tests supplémentaires sont en cours d'exécution pour valider les dernières améliorations et ajustements. Je reste en contact régulier avec le tuteur pour discuter des développements futurs et des priorités. La prochaine étape importante consistera à rendre l'application compatible avec les appareils mobiles, répondant ainsi à la demande des opérateurs qui préfèrent utiliser des smartphones pour leurs opérations quotidiennes. Cette initiative vise à améliorer encore l'accessibilité et la convivialité de l'application, tout en renforçant son adoption et son utilisation sur le terrain.

12. Bilan des Apprentissages

Le développement de cette application a été bien plus qu'un simple projet ; il a constitué une véritable opportunité d'apprentissage et de croissance professionnelle. Voici les principaux enseignements qui ont marqué cette expérience :

12.1 Compétences Techniques

- **Développement Web et Backend :** L'utilisation de Django et d'ElectronJS a permis de renforcer les compétences en développement web et backend, incluant la gestion des bases de données avec SQLite3 et la création d'API RESTful avec Django REST Framework.
- **Interfaces Utilisateur :** La mise en œuvre d'AdminLTE et de React.js a amélioré la compréhension des meilleures pratiques en matière de conception d'interface utilisateur et d'expérience utilisateur (UI/UX).

- **Intégration de Technologies Avancées :** L'intégration et la maîtrise de nouvelles technologies telles que Docker pour la gestion des conteneurs et Redux pour la gestion de l'état global ont élargi mon arsenal de compétences techniques, me permettant d'aborder des défis plus complexes dans le développement d'applications.

12.2 Méthodologies de Travail

- **Méthode Itérative et Cycle de Développement en V :** L'adoption de méthodologies de développement itératif et en V a permis d'assurer une validation continue des fonctionnalités, une réduction des risques et une amélioration continue de la solution.
- **Adaptation Agile :** La flexibilité et l'adaptabilité dans l'application des méthodologies agiles, telles que Scrum pour la gestion de projet et Kanban pour la gestion des tâches, ont permis une gestion efficace des priorités et une livraison continue de fonctionnalités en réponse aux besoins changeants des utilisateurs.

12.3 Collaboration et Communication

- **Travail d'Équipe :** La collaboration avec les parties prenantes, y compris les superviseurs, les opérateurs, et les techniciens, a été cruciale pour comprendre les besoins réels et adapter les fonctionnalités de l'application en conséquence.
- **Communication Interfonctionnelle :** La capacité à communiquer efficacement avec des équipes multidisciplinaires, y compris les départements IT, opérationnels et administratifs, a renforcé ma capacité à traduire les exigences métier en solutions techniques viables, favorisant ainsi une intégration harmonieuse des processus.
- **Gestion de la Résolution de Problèmes :** La gestion proactive des problèmes et des conflits dans un environnement collaboratif a amélioré ma capacité à identifier rapidement les obstacles potentiels et à trouver des solutions pragmatiques, soutenant ainsi une progression fluide du projet.

13.Conclusion

Après avoir consacré un engagement soutenu à chaque étape de ce projet, je suis convaincu que cette expérience a représenté bien plus qu'un simple exercice technique. C'était une immersion complète dans le monde complexe et interconnecté du développement logiciel et de la gestion de projets. De la conception initiale à l'implémentation finale, chaque décision et chaque itération ont été guidées par un désir constant d'innovation et de perfectionnement.

Sur le plan technique, ce projet m'a offert l'opportunité d'approfondir mes compétences en développement web et backend, en utilisant des technologies telles que Django, ElectronJS, et React.js. Cela m'a permis de naviguer avec confiance à travers des défis complexes comme la gestion des bases de données avec SQLite3 et la création d'API robustes avec Django REST Framework. Ces compétences techniques acquises sont non seulement pertinentes pour ce projet, mais elles constituent également une base solide pour mes futurs développements.

D'un point de vue méthodologique, l'adoption de méthodes itératives et du cycle de développement en V a été essentielle pour assurer la livraison continue de fonctionnalités testées et validées. Cette approche a non seulement réduit les risques tout au long du projet, mais elle a également favorisé une amélioration continue en réponse aux feedbacks des utilisateurs et aux évolutions des besoins.

La collaboration et la communication ont été au cœur de ce projet. Travailler en étroite collaboration avec les superviseurs, les opérateurs, et les techniciens a été une source d'inspiration et de validation constante. Ces interactions ont enrichi ma compréhension des exigences réelles du terrain et ont permis d'adapter les fonctionnalités de l'application de manière précise et pertinente.

En regardant en arrière, je suis fier des résultats obtenus, mais je suis également conscient des défis et des opportunités d'amélioration à venir. Cette expérience m'a enseigné que le succès d'un projet repose autant sur la technologie utilisée que sur la capacité à comprendre et à répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs finaux. Je suis motivé par la perspective continue de faire évoluer cette application, de l'adapter aux nouvelles exigences, et d'explorer de nouvelles pistes d'innovation pour contribuer positivement à l'efficacité opérationnelle et à la croissance de l'entreprise.

14. Table des figures

| Type | Numéro | Description |
|-------------------|--------------|--|
| Tableaux | Tableau 1 | <u>Superficie et capacité des usines de PROINSUR</u> |
| | Tableau 2 | <u>Certifications de qualité obtenues par PROINSUR</u> |
| | Tableau 3 | <u>Critères d'évaluation de la performance chez PROINSUR</u> |
| | Tableau 4 | <u>Matrice d'exigences</u> |
| Diagrammes | Diagramme 1 | <u>Organigramme de PROINSUR</u> |
| | Diagramme 2 | <u>Les objectifs de la maintenance</u> |
| | Diagramme 3 | <u>Les types de maintenances</u> |
| | Diagramme 4 | <u>Processus de création de rapport</u> |
| | Diagramme 5 | <u>Planification en diagramme de GANTT</u> |
| | Diagramme 6 | <u>Cycle en v pour gestion de projet</u> |
| | Diagramme 7 | <u>Distribution des outils utilisés</u> |
| | Diagramme 8 | <u>Architecture 2-tiers</u> |
| | Diagramme 9 | <u>Diagramme de classe de la solution</u> |
| | Diagramme 10 | <u>Diagramme des cas d'utilisation</u> |
| | Diagramme 11 | <u>Diagrammes d'activité -Maintenance-</u> |
| | Diagramme 12 | <u>Diagrammes d'activité -Gestion de stock-</u> |
| Figures | Figure 1 | <u>L'interface de connexion</u> |
| | Figure 2 | <u>L'interface du superviseur</u> |
| | Figure 3 | <u>L'interface de l'opérateur</u> |
| | Figure 4 | <u>Les interfaces de gestion de stock</u> |
| | Figure 5 | <u>L'interface des KPIs -gestion de stock-</u> |
| | Figure 6 | <u>L'interface des équipements</u> |
| | Figure 7 | <u>L'interface des KPIs - Maintenance Préventive -</u> |
| | Figure 8 | <u>L'interface de suivi hebdomadaire</u> |
| | Figure 9 | <u>L'interface de suivi des machines Arburg</u> |
| | Figure 10 | <u>Ajouter une intervention</u> |
| | Figure 11 | <u>Suivi des interventions</u> |
| | Figure 12 | <u>Rapport Mensuel</u> |

15. Bibliographie

- Django Software Foundation. (2024). Django documentation. <https://docs.djangoproject.com/> (Referenced in Chapter III, Section 7.2 - Méthodes utilisées)
- Electron. (2024). Electron documentation. <https://www.electronjs.org/docs/latest/> (Referenced in Chapter III, Section 7.2 - Méthodes utilisées)
- React. (2024). React documentation. <https://reactjs.org/docs/getting-started.html> (Referenced in Chapter III, Section 7.2 - Méthodes utilisées)
- Sweigart, A. (2020). Automate the Boring Stuff with Python: Practical Programming for Total Beginners. No Starch Press. <https://automatetheboringstuff.com/> (Relevant to Chapter III, Section 8 - Etude conceptuelle de la solution)
- Nayab, N. (2023). What is CMMS? A Comprehensive Guide to Computerized Maintenance Management Systems. Limble CMMS. <https://limblecmms.com/blog/cmms/> (Relevant to Chapter I, Section 4.1 - Généralité sur la maintenance et la gestion assistée par ordinateur GMAO)
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 55000:2014 Asset management — Overview, principles and terminology. <https://www.iso.org/standard/55088.html> (Relevant to Chapter II, Section 5.1 - Analyse des besoins)
- Agile Alliance. (2024). Agile 101. <https://www.agilealliance.org/agile101/> (Referenced in Chapter III, Section 7.1 - Approche adoptée pour résoudre le problème)