MEMOIRE DE MASTER PROFESSIONNEL

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à ma grand-mère, qui m'a toujours appris que la curiosité est le plus beau des voyages. C'est grâce à elle que j'ai la soif d'apprendre.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'aide précieuse de nombreuses personnes.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur académique, **Dr. MESSI NGUELE Thomas**, pour sa disponibilité, ses conseils avisés et sa patience tout au long de ce travail. Ses remarques pertinentes ont grandement contribué à la qualité de mon travail.

Je tiens ensuite à remercier **Dr HALIDOU AMINOU**, Chef du Département Informatique de l’Université de Yaoundé 1 pour l’encadrement dont nous avons grandement bénéficié tout au long de notre cycle de Master professionnel. Grâce à lui, nous avons apprendre à gérer la pression du travail au quotidien.

Je remercie également **Madame GUIEGOU Hélène Hortense** pour ses précieux éclairages sur la méthodologie de l'enquête, ainsi que tout le personnel de la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance pour m'avoir ouvert ses portes et permis de mener mes entretiens.

J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont accepté de répondre à mes questions. Votre générosité et votre confiance ont été essentielles pour enrichir ce mémoire.

Enfin, je voudrais remercier ma famille et mes amis, pour leur soutien moral constant et leur patience pendant cette période intense de rédaction.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

DEFINITION DES SIGLES ET ACRONYMES

LISTE DES FIGURES

AVANT-PROPOS

Ce mémoire de Master 2 professionnel en Système d’Information est le prolongement d'une expérience professionnelle riche et formatrice. Mon stage au sein de la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance du Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF) m'a permis de mettre en pratique mes connaissances en informatique.

C'est au cours de cette immersion que j'ai pu observer de près les défis liés à la gestion des infrastructures publiques, notamment le manque d'outils numériques centralisés pour le suivi et la maintenance des équipements. Ce constat a été le point de départ de ma réflexion et m'a conduit à me pencher sur la problématique de la modernisation des administrations par le numérique.

Ce travail n'est pas seulement un exercice académique, mais une tentative d’apporter une réponse concrète à un besoin réel et d’apporter une contribution modeste à l'amélioration de l'efficacité de la gestion publique au Cameroun. J'espère que cette étude ouvrira la voie à d'autres réflexions sur la transformation numérique des institutions étatiques. 781392S

RESUME

A l’ère de la transformation sans précédent de nos sociétés par le biais des technologies de l’information et de la communication (TIC), plusieurs administrations publiques camerounaises font face à de véritables défis d’adaptation. Ainsi par exemple, j’ai pu observer la persistance de méthodes de gestion manuelles, avec des fiches dispersées çà et là, ayant comme conséquence une absence de données fiables dans le suivi quotidien de leurs infrastructures. Le Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF) n’échappe pas à cette réalité.

Ce mémoire de Master 2 en Systèmes d’Information et Génie Logiciel s’inscrit dans cette problématique en proposant une solution numérique simple et concrète : une application de gestion des infrastructures. Conçue pour moderniser l’inventaire et automatiser le suivi des équipements — depuis leur acquisition jusqu’à leur mise hors service ou recyclage — cette application vise à pallier les insuffisances actuelles.

Au-delà de sa faisabilité technique démontrée, notre solution s’inscrit dans cet objectif du gouvernement camerounais de favoriser la transparence dans la gestion des ressources de l’Etat et contribue à accroître l’efficacité administrative du MINPROFF. Au final, implémentée pour le cas particulier du MINPROFF, notre solution peut être reproductible pour d’autres institutions publiques.

**Mots-clés** : Gestion des infrastructures, administration publique, application numérique, modernisation, MINPROFF, maintenance.

ABSTRACT

### Abstract

The management of public infrastructure is a major issue for the efficiency of administrations. This Master's thesis analyzes the problem of physical asset management within the Ministry for the Promotion of Women and the Family (MINPROFF) and proposes the design of a digital application to address it. The work is based on a diagnosis of current practices, revealing manual processes and a lack of reliable data. Consequently, a prototype application was developed, integrating inventory, maintenance tracking, and reporting functionalities. Tests and analysis of the results demonstrate the relevance and feasibility of the tool. This thesis offers a solution model adapted to the context of African public administrations for more efficient and transparent management of material resources.

**Keywords** : Infrastructure management, public administration, digital application, modernization, MINPROFF, maintenance.

MOTS-CLES

INTRODUCTION GENERALE

1. **Contexte**

Le développement d'un pays est intimement lié à la qualité de ses infrastructures publiques, qu'elles soient routières, énergétiques, sanitaires ou administratives. Au Cameroun, ces infrastructures sont reconnues comme des leviers essentiels de la croissance économique et de l'amélioration des conditions de vie des citoyens. Cependant, leur gestion est confrontée à des **défis majeurs**.

Malgré d'importants investissements, souvent soutenus par des financements externes, le secteur public camerounais fait face à des **problématiques persistantes** :

* **Maintenance insuffisante** : Le sous-investissement chronique dans la maintenance et l'entretien des infrastructures existantes entraîne leur dégradation précoce.
* **Manque de suivi et de visibilité** : La gestion manuelle ou fragmentée des données rend difficile le suivi en temps réel de l'état des infrastructures, de leurs besoins en réparation ou de leur cycle de vie.
* **Complexité administrative** : Les processus de gestion sont souvent lourds et non automatisés, ce qui ralentit la prise de décision et l'efficacité des interventions.
* **Financement et gouvernance** : Des retards dans le décaissement des fonds et des défis de coordination entre les différentes entités publiques peuvent freiner la réalisation des projets.

Ces enjeux traduisent un besoin crucial d'optimisation et de modernisation des méthodes de gestion. Il devient impératif d'adopter des solutions innovantes, notamment basées sur les technologies de l'information, pour garantir la durabilité et l'efficacité des actifs publics. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude, qui vise à proposer une solution concrète pour un ministère clé : le Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF).

1. **Problématique**

La gestion des infrastructures publiques au MINPROFF a une incidence sur le rendement du personnel ; elle pourrait aussi contribuer à réduire les dépenses de matériel en utilisant au mieux les ressources préexistantes. Sur un plan purement académique, c’est l’occasion pour nous de nous frotter à un besoin réel en milieu professionnel dont la satisfaction toucherait l’ensemble des services du Ministère car le nombre d’outils numériques est très insuffisant. Ce thème trouve toute sa place dans ce monde où le respect des normes occupe une place de choix dans la consommation : du simple consommable papier à l’infrastructure internet.

La question est donc comment améliorer la gestion des infrastructures au MINPROFF au moyen d’une application numérique.

1. **Objectifs**

L’objectif principal de ce mémoire est d’analyser les besoins du MINPROFF en matière de gestion d'infrastructures et proposer une solution numérique adaptée. Par la suite, il sera question d’évaluer l’état actuel de la gestion des infrastructures (inventaire, suivi, etc.), d’identifier les fonctionnalités clés d’une application de gestion des infrastructures pour un ministère public et enfin de proposer un modèle d’application qui répond aux besoins spécifiques du MINPROFF.

Le présent travail s’inscrit dans cette optique et vise à concevoir et implémenter une application web capable de :

* Gérer la réception et l’enregistrement des équipements.
* Suivre l’utilisation et l’état des infrastructures dans le temps.
* Encadrer les processus de maintenance préventive et corrective.
* Assurer la gestion des incidents et interventions techniques.
* Produire des tableaux de bord et rapports décisionnels dynamiques.

1. **Méthodologie**

Une démarche structurée a été adoptée, reposant sur les étapes suivantes :

* Étude du contexte organisationnel à travers un stage au sein de la Cellule Informatique du MINPROFF.
* Revue bibliographique des approches existantes en matière de gestion d’infrastructures et des technologies associées.
* Analyse des besoins fonctionnels et non fonctionnels.
* Conception et implémentation selon une architecture client/serveur.
* Implémentation de l’application à l’aide de Reactjs pour l’interface utilisateur et de plateforme Spring Boot, pour la logique métier.
* Test, déploiement en environnement de validation, et présentation des résultats observés.

1. **Résultats attendus**

L’issue de ce projet devrait permettre au MINPROFF de disposer d’un outil performant capable de :

* Centraliser les informations relatives aux infrastructures.
* Automatiser la gestion des incidents et de la maintenance.
* Améliorer la transparence dans le suivi des équipements.
* Faciliter la prise de décisions grâce à des rapports en temps réel.

Nous nous attendons à ce que notre travail puisse permettre de déployer une application qui sera accessible par le personnel du MINPROFF selon le rôle de chacun afin d’accomplir des tâches spécifiques dans le domaine la gestion des infrastructures, plus précisément de la réception des équipements à la distribution, au suivi et à la maintenance ainsi qu’au recyclage.

### ****Plan du mémoire****

Dans le chapitre qui suit, nous présenterons la structure dans laquelle nous avons effectué notre stage, ses missions ainsi que le cadre organisationnel du projet

Puis, suivra le chapitre brossant les travaux existants relatifs à la gestion des infrastructures publiques.

Le chapitre d’après est consacré à la conception de notre solution baptisée : « INFRAS-MANAGEMENT »

Le chapitre 5 sera dédié à la description de la phase d’implémentation de notre solution tandis que le chapitre 6 décrira les résultats concrets obtenus.

Enfin en guise de conclusion, un bilan du travail réalisé sera établi avec les limites identifiées et des perspectives d’évolution de l’application.

* **~~Chapitre 2~~** ~~: Présentation de la structure d’accueil du stage, de ses missions, et du cadre organisationnel du projet.~~
* **~~Chapitre 3~~** ~~: Revue de la littérature traitant des systèmes de gestion d’infrastructures, des modèles architecturaux et des technologies web employées.~~
* **~~Chapitre 4~~** ~~: Démarche de conception de l’application, avec modélisation des processus et choix techniques.~~
* **~~Chapitre 5~~** ~~: Description de la phase d’implémentation, des outils utilisés et des difficultés rencontrées.~~
* **~~Chapitre 6~~** ~~: Présentation et analyse des résultats obtenus lors des tests fonctionnels et de l’évaluation du système.~~
* **~~Conclusion Générale~~** ~~: Bilan du travail réalisé, limites identifiées, et perspectives d’évolution de l’application.~~

**CHAPITRE 2 : STRUCTURE DE STAGE**

1.1. Historique et missions du MINPROFF

Le Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF) est une institution stratégique de l'administration camerounaise. Sa création et son évolution reflètent la volonté du gouvernement de répondre aux enjeux de l'égalité des genres et du bien-être familial.

1.1.1. Historique

Le ministère a été officiellement créé sous l'appellation de Ministère de la Condition Féminine (MINCOF) en 1984. Cette création a marqué un tournant, consacrant une structure gouvernementale dédiée spécifiquement à la cause de la femme. Au fil des années, le Ministère a connu plusieurs réaménagements pour s'adapter à l'évolution des politiques publiques :

En 2004, le décret n° 2004/238 du 29 septembre a transformé le MINCOF en Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF).

L'ajout de l'aspect "Famille" a élargi son champ de compétence pour inclure la protection, l'encadrement et le renforcement des structures familiales, perçues comme le socle de la société.

Cette évolution a également renforcé sa place au sein de l'administration, le positionnant comme un acteur clé dans la mise en œuvre des engagements nationaux et internationaux du Cameroun en matière de droits de la femme et de la famille.

1.1.2. Missions et attributions

Conformément au décret n° 2012/385 du 12 septembre 2012, le MINPROFF a pour mission principale l'élaboration et la mise en œuvre de la politique du gouvernement dans les domaines de la promotion de la femme et de la famille. Ses missions se déclinent en plusieurs axes majeurs :

Promotion des droits de la femme : Le ministère œuvre pour l'instauration de l'égalité des genres et la lutte contre toutes les formes de discriminations et de violences faites aux femmes. Cela inclut la sensibilisation, l'éducation et l'encadrement des femmes et des jeunes filles.

Intégration de la femme dans le développement : Il s'assure de l'intégration effective de la femme dans les circuits économiques, sociaux, culturels et politiques. Il soutient les initiatives des femmes, favorise leur autonomisation et leur accès aux ressources.

Protection et promotion de la famille : Le MINPROFF veille à la protection des droits de la famille, particulièrement des enfants et des groupes vulnérables. Il met en place des programmes d'encadrement pour renforcer la cohésion familiale et prévenir les dysfonctionnements.

Développement social : Le Ministère est également un acteur de développement social, en s'occupant des questions relatives au bien-être des populations à la base, en collaboration avec d'autres ministères et organisations.

La gestion efficace de ses infrastructures, qui sont des outils essentiels à l'accomplissement de ces missions, est donc cruciale pour la performance du MINPROFF. Votre projet, en proposant une solution de gestion informatisée, s'inscrit directement dans cette dynamique de modernisation et de renforcement des capacités du ministère.

**Section 1 : Présentation du Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF)**

1.2. Organisation et structure du MINPROFF

Pour comprendre le fonctionnement du Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF), il est essentiel d'en connaître la structure organisationnelle. Son organigramme reflète une hiérarchie claire et une répartition des responsabilités qui permettent au ministère d'accomplir ses missions de manière efficace.

**Organigramme général**

Au sommet de la hiérarchie se trouve le Ministre, qui est l'autorité suprême du ministère. Il est chargé de concevoir, de mettre en œuvre et d'évaluer la politique gouvernementale en matière de promotion de la femme et de la famille. Le Ministre est assisté dans ses fonctions par un Secrétaire Général, qui assure la coordination des services et le bon fonctionnement de l'ensemble des structures. Le Secrétaire Général est souvent considéré comme le véritable chef de l'administration du ministère.

Directions et services centraux

Le MINPROFF s'appuie sur plusieurs directions et services centraux, chacun ayant des attributions spécifiques :

La Direction des Affaires Générales (DAG) : C'est le cœur administratif du ministère. Elle est responsable de la gestion des ressources humaines, du budget, des finances et du matériel. C'est à la DAG que l'on retrouve la gestion des infrastructures, ce qui justifie l'intérêt de notre projet pour ce service.

La Direction de la Promotion Economique de la Femme (DPEF) : Cette direction est chargée de l'élaboration et du suivi des programmes d'autonomisation économique des femmes, de leur intégration dans la vie politique et sociale, et de la lutte contre les discriminations.

La Direction de la Promotion et de la Protection de la Famille et des Droits de l’Enfant(DPPFDE) : Elle se concentre sur les politiques de soutien et de protection des familles. Ses attributions incluent l'encadrement de la petite enfance, la protection des droits de l'enfant et l'assistance aux familles en difficulté.

La Direction des Études, de la Planification et de la Coopération (DEPC) : Comme son nom l'indique, cette direction est responsable des études stratégiques, de la planification des projets du ministère et de la coordination des partenariats avec les organisations nationales et internationales.

Services déconcentrés

En plus des services centraux basés à Yaoundé, le MINPROFF dispose de services déconcentrés pour étendre son action sur l'ensemble du territoire :

Les Délégations Régionales et Départementales : Elles représentent le Ministère dans les régions et les départements. Elles sont les relais des politiques nationales et assurent la mise en œuvre des projets et programmes du ministère au niveau local.

Les Centres de Promotion de la Femme et de la Famille (CPFF) : Ces centres sont la base opérationnelle du ministère. Ils accueillent et forment les femmes et les familles, les accompagnent dans leurs projets et servent de lieu d'écoute et de sensibilisation. C'est souvent dans ces centres que les problèmes de maintenance des infrastructures sont les plus critiques.

En conclusion, la gestion des infrastructures au MINPROFF est une problématique transversale qui affecte le bon fonctionnement de l'ensemble de ces structures, depuis la DAG qui gère les budgets, jusqu'aux CPFF qui sont les bénéficiaires finaux. Notre mémoire, en proposant une application de gestion, vise à moderniser le fonctionnement de l'ensemble de ces services et à par ricochet améliorer l'efficacité globale du Ministère.

**Section 2 : Le service d'accueil : la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM)**

### 2.1. Missions et responsabilités de la SDBMM

La Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM) est l'un des piliers opérationnels de la Direction des Affaires Générales (DAG). Son rôle est fondamental car elle est en charge de la gestion logistique, financière et matérielle, garantissant ainsi le bon fonctionnement des services centraux et déconcentrés du ministère. Ses missions se déclinent en trois axes principaux, tous directement liés à la problématique de votre mémoire :

#### 1. Préparation et Exécution du Budget

La SDBMM est responsable de la **préparation des propositions budgétaires** du Ministère. Elle évalue les besoins financiers des différentes directions pour leurs activités, notamment pour l'acquisition de nouveaux équipements ou la réalisation de travaux de maintenance sur les infrastructures existantes. Une fois le budget alloué, elle assure son **exécution** en procédant aux engagements, liquidations et ordonnancements des dépenses. Une gestion inefficace à ce niveau peut entraîner des retards dans l'entretien des bâtiments ou l'achat de matériel, ce qui souligne le besoin d'un suivi précis et informatisé.

#### 2. Gestion du Matériel

Cette mission est au cœur de notre thème. La SDBMM gère l'ensemble des biens matériels du ministère, qu'il s'agisse de biens immobiliers (bâtiments, terrains) ou mobiliers (véhicules, équipements de bureau). Ses responsabilités incluent :

* **L'acquisition** : Elle organise les procédures d'achat de nouveaux équipements ou fournitures, en respectant les règles de passation des marchés publics.
* **L'inventaire** : Elle tient à jour un inventaire détaillé et régulier des biens du ministère. Cela permet de connaître l'état du patrimoine, de suivre les affectations du matériel et de prévenir les pertes ou les vols.
* **La gestion des stocks** : Elle assure la bonne gestion des stocks pour les fournitures et les petits équipements.

#### 3. Maintenance des Équipements et des Infrastructures

La SDBMM est en première ligne pour ce qui concerne l'entretien du patrimoine immobilier du ministère. Elle est chargée de :

* **La maintenance préventive** : Mettre en place des calendriers de vérification et d'entretien pour anticiper les pannes et les dégradations.
* **La maintenance corrective** : Gérer les interventions en cas de panne ou de dégradation constatée.
* **La planification des travaux** : Établir un plan de maintenance pluriannuel pour les infrastructures les plus importantes, comme les bâtiments des services centraux et les Centres de Promotion de la Femme et de la Famille (CPFF) à travers le pays.

En résumé, la SDBMM est un acteur vital pour la santé opérationnelle et financière du MINPROFF. Une gestion inefficiente de ses missions, souvent due à l'utilisation d'outils de suivi manuels ou obsolètes, a un impact direct sur la performance de l'ensemble du ministère. C'est précisément à cette lacune que notre application de gestion des infrastructures entend répondre en proposant une solution numérique intégrée.

**2.2. Place et rôle de la Cellule Informatique**

La Cellule Informatique du MINPROFF joue un rôle de support technique et de modernisation essentiel au fonctionnement du ministère. Contrairement aux directions opérationnelles, elle est rattachée directement au **Secrétariat Général**, ce qui lui confère un rôle transversal et stratégique. Cette position hiérarchique lui permet d'intervenir sur l'ensemble des services, garantissant ainsi la cohérence et la sécurité du système d'information.

**Missions et responsabilités clés**

Le rôle de la Cellule Informatique est de garantir la disponibilité, l'efficacité et l'évolution des outils numériques au sein du ministère. Ses missions principales sont :

Elle assure le support technique et l’assistance aux utilisateurs. De ce fait, elle demeure le point de contact unique pour toutes les problématiques liées aux équipements informatiques (ordinateurs, imprimantes, serveurs) et aux logiciels

Elle est aussi responsable de la gestion du parc informatique, notamment l’inventaire, la maintenance et le renouvellement de tous les équipements informatiques et des logiciels installés ainsi que de leur déploiement.

Elle est chargée de déployer des solutions informatiques pour le compte du Ministère: C'est la mission la plus pertinente pour notre mémoire. La Cellule Informatique est le maître d'œuvre technique du déploiement de toute nouvelle application ou solution logicielle. Elle gère l'installation, la configuration et le paramétrage des systèmes d'information, assure la formation des utilisateurs.

Elle assure la sécurité pour protéger le Système d'Information.

**Section 3 : Tâches et missions en tant qu'Informaticien-Stagiaire**

### 3.1. Description du poste et des tâches

En tant qu'Informaticien-Stagiaire au sein du Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF), ma mission principale était d'apporter un appui technique à la **Cellule Informatique**, sous la supervision directe du mon supérieur hiérarchique, le Chef de la Cellule Informatique. Mon rôle ne s'est pas limité à des tâches de support, mais a été orienté vers la mise en œuvre de solutions concrètes pour répondre à des besoins identifiés.

Mes tâches et responsabilités se sont articulées autour de plusieurs axes majeurs :

1. **Assistance et support technique aux utilisateurs** : J'ai été directement impliqué dans la maintenance corrective quotidienne. Cela incluait la résolution de pannes matérielles et logicielles, l'installation de logiciels, et l'assistance aux agents du Ministère confrontés à des difficultés d'utilisation de leurs outils informatiques.
2. **Maintenance préventive du parc informatique** : J'ai participé activement à des opérations de maintenance préventive pour assurer le bon fonctionnement du matériel. Ces tâches comprenaient la vérification des équipements, le nettoyage des ordinateurs, et la mise à jour des systèmes d'exploitation et des logiciels de sécurité.
3. **Gestion et inventaire du matériel informatique** : En collaboration avec le personnel de la Cellule Informatique, j'ai aidé à mettre à jour l'inventaire du matériel. Cela a permis de documenter l'état des équipements, de suivre leur affectation et de mieux planifier les besoins futurs.
4. **Conception et développement d'un projet applicatif** : C'est la partie la plus importante de mon stage et le cœur de ce mémoire. Après une analyse des besoins de la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM), la mission principale qui m'a été confiée était la **conception et la réalisation d'une application de gestion des infrastructures du Ministère**. Ce projet m'a permis de mettre en pratique mes connaissances en génie logiciel et d'apporter une solution durable à une problématique métier concrète.

En somme, mon stage au MINPROFF a été une expérience enrichissante, combinant des missions de support opérationnel essentielles au quotidien du Ministère et un projet de développement majeur qui a fait l'objet de mon travail de fin d'études. Ce double rôle m'a permis de comprendre les enjeux techniques et organisationnels d'une administration publique et de proposer une solution qui s'inscrit dans la stratégie de modernisation du ministère.

### 3.2. Rappel de l'objectif du stage

Mon stage au MINPROFF ne se limitait pas à la réalisation de tâches de support, il avait pour objectif initial de m'immerger dans un environnement professionnel pour **comprendre les processus de gestion des infrastructures** et **identifier les défis opérationnels** qui y sont liés.

Au fil de mes missions de terrain au sein de la Cellule Informatique, j'ai rapidement pu observer que les défis ne se situaient pas tant au niveau de la maintenance elle-même, mais dans la manière dont elle était gérée. Les processus étaient essentiellement manuels et non interconnectés. J'ai constaté un **manque criard de centralisation de l'information** et, par conséquent, une **absence de données fiables** pour le suivi et la prise de décision. Cette observation a cristallisé mon projet de fin d'études.

L'objectif de mon stage, initialement axé sur l'observation et la compréhension, a ainsi évolué pour devenir la résolution de cette problématique majeure. Mon mémoire est la matérialisation de cette démarche, qui consiste à proposer une solution informatique pour pallier ce manque de centralisation et de fiabilité des données.

**3.3. Problématique rencontrée et lien avec le mémoire**

Au cours de mon stage au sein du Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF), mes missions quotidiennes de support technique et de maintenance m'ont permis de réaliser un constat fondamental : la gestion des infrastructures et du matériel était largement manuelle et fragmentée.

Voici les **observations clés** qui ont mené à la problématique de ce mémoire :

1. **Absence d'un outil de suivi centralisé** : La Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM), en charge de l'inventaire et des interventions, gérait ses données sur des feuilles de calcul ou des documents papier. Il n'existait pas de base de données unifiée permettant de connaître en temps réel l'état des infrastructures, leur historique de maintenance, et les besoins en réparation.
2. **Difficulté de traçabilité des interventions** : Les demandes d'intervention, de la SDBMM à la Cellule Informatique, étaient souvent communiquées verbalement ou par des notes de service qui se perdaient facilement. Cela rendait difficile le suivi des actions menées, le calcul des coûts de maintenance et l'évaluation de l'efficacité des réparations.
3. **Manque de visibilité et d'aide à la décision** : L'absence d'un système d'information intégré empêchait le ministère d'avoir une vue d'ensemble de son patrimoine immobilier et de ses équipements. Il était difficile de prioriser les interventions urgentes, de planifier les budgets d'entretien de manière stratégique ou de générer des rapports fiables pour la prise de décision.

C'est de ce constat qu'est née la problématique de ce mémoire : *Comment concevoir et réaliser une application de gestion des infrastructures qui permette au Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille de centraliser l'information, d'automatiser le suivi des interventions et d'optimiser la prise de décision en matière de maintenance et de gestion de son patrimoine ?*

Mon projet, en tant qu'informaticien-stagiaire, vise donc à apporter une réponse concrète à cette problématique. En développant une application sur mesure, je propose de passer d'un système de gestion réactif, manuel et inefficace à un système proactif, automatisé et performant. Ce mémoire documente chaque étape de cette démarche : de l'analyse des besoins à la conception technique et à la mise en œuvre de la solution, démontrant ainsi la capacité du génie logiciel à résoudre des problèmes concrets d'une administration publique.

**3.4. Synthèse des résultats obtenus**

Le travail d'observation et d'analyse mené durant mon stage a permis de dresser un constat précis des dysfonctionnements liés à la gestion des infrastructures au sein du MINPROFF. Ces observations constituent les principaux résultats de mon travail de terrain et sont à la source même de ce projet de mémoire.

**Synthèse des observations clés**

1. **Procédures de gestion manuelles et non centralisées** :
   * La gestion des interventions de maintenance et l'inventaire des équipements reposaient sur des documents papier et des tableurs Excel.
   * Ces informations étaient souvent dispersées entre différents services, rendant la communication et la coordination complexes.
   * Cette approche manuelle engendrait des erreurs de saisie, des pertes d'information et un double travail récurrent.
2. **Manque de visibilité sur le patrimoine** :
   * La SDBMM (Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance) n'avait pas de vue d'ensemble sur l'état du patrimoine du ministère.
   * Il était difficile de savoir rapidement quels équipements nécessitaient une réparation, lesquels étaient obsolètes ou quelles infrastructures étaient en cours de maintenance.
   * Ce manque de visibilité empêchait un suivi efficace du cycle de vie des équipements, de leur acquisition à leur mise au rebut.
3. **Difficultés dans la planification stratégique** :
   * L'absence d'un historique des pannes et des interventions passées rendait la planification de la maintenance préventive pratiquement impossible.
   * Les décisions de réparation ou de remplacement étaient souvent prises de manière réactive, en réponse à une panne, plutôt que de façon proactive pour les anticiper.
   * Cela se traduisait par des interruptions de service imprévues et une augmentation des coûts de maintenance à long terme.

En résumé, mon immersion a révélé que la gestion des infrastructures du Ministère était freinée par une approche artisanale et un manque d'outils modernes. Ces constats ont confirmé la pertinence de mon projet : l'application que je propose vise à transformer ces faiblesses en une gestion optimisée, centralisée et prédictive.

### 3.5. Perspectives et lien avec le mémoire

Les constats tirés de mon stage, notamment la gestion manuelle et fragmentée des infrastructures, ont rendu évidente la nécessité d'une solution numérique. Cette nécessité est devenue le point de départ de mon projet et la raison d'être de ce mémoire. Face aux défis observés, l'objectif n'est plus seulement de comprendre, mais d'agir en proposant une solution concrète et durable.

Mon mémoire est la réponse directe à cette problématique. Il s'agit de prouver, par la **conception et la réalisation d'une application**, qu'un système d'information centralisé peut résoudre les faiblesses identifiées lors de mon immersion.

Ce projet ouvre plusieurs perspectives essentielles pour le MINPROFF :

* **Optimisation des coûts et des délais** : En permettant un suivi précis de l'état des infrastructures, l'application facilitera la planification de la maintenance préventive. Cela devrait réduire les coûts liés aux pannes imprévues et prolonger la durée de vie des équipements.
* **Amélioration de la prise de décision** : L'accès à des données fiables et centralisées donnera aux responsables une meilleure visibilité sur le patrimoine du ministère. Ils pourront ainsi prendre des décisions éclairées, prioriser les interventions les plus urgentes et allouer les ressources de manière plus efficace.
* **Modernisation de l'administration** : La mise en place de cet outil s'inscrit dans une démarche de modernisation de l'administration publique camerounaise. Elle démontre comment les technologies de l'information peuvent transformer des processus manuels en des systèmes automatisés et performants.

En résumé, mon stage a été le laboratoire d'où est née la problématique, et ce mémoire est l'aboutissement de la démarche scientifique et technique que j'ai entreprise pour la résoudre. Il montre comment un simple constat peut se transformer en un projet de génie logiciel à forte valeur ajoutée pour une institution publique.

**CHAPITRE 3 : REVUE DE LA LITTERATURE ET CADRE THEORIQUE**

**1.Généralités sur la gestion des infrastructures publiques**

**1.1. Définition et enjeux de la gestion d'actifs physiques**

La **gestion d'actifs physiques** (GAP) dans le contexte public fait référence à la démarche stratégique et systématique qui consiste à gérer le cycle de vie complet des biens matériels et des infrastructures d'une organisation. Elle ne se limite pas aux seuls bâtiments, mais englobe également une large gamme de biens, tels que :

* **Les équipements de bureau** : ordinateurs, imprimantes, scanners, etc.
* **Le matériel roulant** : véhicules, motos.
* **Les infrastructures physiques** : bâtiments, terrains, systèmes d'approvisionnement en eau, réseaux électriques et autres installations.

Cette gestion commence dès la phase de planification de l'acquisition d'un bien jusqu'à sa mise hors service, en passant par son utilisation, son entretien et sa maintenance.

**Enjeux de la gestion d'actifs physiques dans le secteur public**

Une gestion efficace des actifs physiques est cruciale pour les organisations publiques comme le MINPROFF. Elle permet de relever plusieurs défis majeurs et d'atteindre des objectifs stratégiques :

1. **Durabilité du patrimoine** : L'enjeu principal est de préserver et de prolonger la durée de vie des infrastructures et des équipements. Une bonne gestion d'actifs permet d'éviter la dégradation prématurée des biens, de réduire les besoins en rénovations coûteuses et de garantir que les infrastructures restent fonctionnelles pour servir la population.
2. **Optimisation des coûts** : Une gestion rigoureuse aide à contrôler les dépenses. En ayant une vision claire du patrimoine et de son état, il est possible de planifier les interventions de maintenance de manière proactive, de réduire les coûts liés aux pannes imprévues et de mieux allouer les ressources budgétaires. Cela se traduit par une utilisation plus efficiente des fonds publics.
3. **Continuité du service public** : Des infrastructures et des équipements en bon état sont essentiels pour garantir la qualité et la continuité des services fournis aux citoyens. Par exemple, des centres de promotion de la femme bien entretenus permettent d'accueillir le public dans des conditions optimales et de mener à bien les missions du Ministère sans interruption.

**1.2. Concepts clés**

Le cycle de vie des infrastructures

Le cycle de vie d'une infrastructure est un concept central en gestion d'actifs physiques. Il décrit les différentes étapes par lesquelles passe un bien, de sa conception à sa fin de vie. Une bonne gestion d'actifs consiste à surveiller et optimiser chaque phase pour maximiser la valeur de l'infrastructure tout au long de son existence. Ces phases sont les suivantes :

*Planification* : Cette phase initiale est stratégique. Le ministère identifie le besoin d'une nouvelle infrastructure ou d'un nouvel équipement en fonction de ses objectifs. Par exemple, le MINPROFF pourrait planifier la construction d'un nouveau Centre de Promotion de la Femme et de la Famille dans une région sous-desservie ou l'achat de nouveaux ordinateurs pour ses agents.

*Acquisition* (ou réalisation) : Une fois le besoin identifié, le bien est acquis. Cette étape inclut la conception du projet (plans de bâtiment, spécifications techniques), la passation de marchés publics et la construction ou l'achat de l'équipement. C'est ici que l'infrastructure devient une réalité physique.

*Utilisation et exploitation* : C'est la phase la plus longue du cycle de vie. L'infrastructure est mise en service et utilisée pour les activités quotidiennes du ministère. Le bon fonctionnement de cette phase dépend directement de l'efficacité des processus de gestion en place.

*Maintenance* : Cette phase est cruciale pour la durabilité de l'infrastructure. Elle se subdivise en deux types :

*Maintenance préventive* : Interventions régulières et planifiées (ex. : vérification des systèmes électriques, nettoyage, entretien des véhicules) pour anticiper les pannes et prolonger la vie du bien.

*Maintenance corrective* : Interventions d'urgence ou non planifiées pour réparer un bien après une panne ou une défaillance.

*Renouvellement* (ou déclassement) : En fin de vie, l'infrastructure est soit renouvelée (par une rénovation majeure, par exemple) soit déclassée. Le déclassement est la phase finale où le bien est mis hors service, soit par sa vente, sa démolition ou son recyclage.

### Maintenance préventive vs. corrective

Dans le cadre de la gestion des infrastructures, la distinction entre maintenance préventive et maintenance corrective est fondamentale. Ces deux approches ont des impacts très différents sur la durabilité des équipements et la santé financière d'une organisation.

#### La Maintenance Corrective

Cette approche, souvent la plus répandue dans un contexte de gestion manuelle, consiste à **intervenir après qu'une panne ou une défaillance se soit produite**. C'est une stratégie de "réparation en urgence". Par exemple, la SDBMM du MINPROFF procède à une maintenance corrective lorsqu'un climatiseur cesse de fonctionner ou qu'une fuite d'eau est signalée.

* **Avantages** : Elle ne nécessite pas de planification préalable et l'intervention a lieu uniquement lorsque le besoin est avéré.
* **Inconvénients** : Elle est souvent coûteuse (pièces de rechange en urgence, heures supplémentaires), imprévisible et génère des perturbations majeures pour les utilisateurs. Elle ne traite que le symptôme et non la cause sous-jacente du problème.

#### La Maintenance Préventive

C'est une stratégie **proactive** qui consiste à **intervenir à des intervalles de temps réguliers ou selon des critères prédéfinis**, dans le but d'anticiper les pannes et les défaillances. Par exemple, cela peut être la vérification annuelle des systèmes électriques, le nettoyage régulier des filtres des climatiseurs, ou l'inspection trimestrielle des toitures des bâtiments.

* **Avantages** :
  + **Réduction des coûts à long terme** : La maintenance préventive coûte moins cher que la maintenance corrective. Anticiper les problèmes permet d'éviter des réparations majeures et coûteuses.
  + **Moins de perturbations** : Les interventions étant planifiées, elles peuvent être réalisées en dehors des heures de travail pour ne pas impacter les missions du ministère.
  + **Durabilité du patrimoine** : Un entretien régulier prolonge la durée de vie des équipements et des infrastructures, ce qui représente un gain considérable pour le ministère.
  + **Sécurité accrue** : La vérification régulière des équipements réduit les risques d'accidents liés aux défaillances.

Le cœur de notre mémoire réside dans le passage d'une gestion principalement corrective à une gestion préventive. Notre application permettra au MINPROFF de planifier et de suivre les interventions préventives, de centraliser les historiques de maintenance et de prendre des décisions éclairées pour optimiser les coûts et la performance de son patrimoine.

**Le déficit de maintien d'actifs (DMA)**

Le **Déficit de Maintien d'Actifs (DMA)** est un indicateur financier et de gestion crucial, particulièrement pertinent pour les administrations publiques comme le MINPROFF. Il représente la différence entre le budget nécessaire pour maintenir les infrastructures et les équipements à un niveau de service acceptable et le budget qui a été réellement alloué et dépensé.

En termes simples, le DMA est l'accumulation des besoins de maintenance et de réparation qui n'ont pas été réalisés. C'est un indicateur de la santé à long terme du patrimoine du ministère.

**Conséquences d'un DMA élevé**

Un DMA élevé est un signal d'alarme. Il indique un **sous-financement chronique de la maintenance** et a des conséquences directes et néfastes sur les actifs du ministère :

1. **Dégradation du patrimoine** : L'accumulation des besoins de maintenance non satisfaits entraîne une dégradation progressive des bâtiments et des équipements. Une simple fissure non réparée peut se transformer en un problème structurel majeur, et une pièce usée non remplacée peut causer une panne totale de l'équipement.
2. **Augmentation des coûts futurs** : Le sous-investissement d'aujourd'hui se traduit par des coûts beaucoup plus élevés demain. Une réparation d'urgence coûte toujours plus cher qu'une intervention planifiée. À terme, un DMA élevé conduit à des dépenses de rénovation et de remplacement massives et imprévues.
3. **Baisse de la qualité de service** : Les infrastructures qui se dégradent impactent directement la qualité des services fournis. Des bâtiments mal entretenus et des équipements en panne peuvent perturber les activités du Ministère et l'accueil du public.

Notre mémoire, en proposant une application de gestion des infrastructures, vise à réduire ce DMA. En automatisant le suivi, en facilitant la planification et en fournissant des données fiables, notre solution permettra au MINPROFF de mieux justifier ses besoins budgétaires pour la maintenance. Elle contribuera ainsi à une gestion plus saine et durable de son patrimoine.

**1.3. La transformation numérique de l'administration publique**

La modernisation de l'administration publique est un enjeu majeur pour les gouvernements, y compris au Cameroun. Ce processus, souvent désigné sous le terme d'**e-gouvernance**, utilise les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer les services publics, renforcer la transparence et optimiser la gestion des ressources.

**L'e-gouvernance et la modernisation des services publics**

L'e-gouvernance ne se limite pas à la simple mise en ligne de formulaires. C'est une démarche globale qui vise à transformer l'ensemble des processus administratifs. Elle repose sur plusieurs piliers :

* **L'amélioration de la qualité des services** : Les citoyens peuvent accéder plus facilement et plus rapidement aux informations et aux services publics, sans avoir à se déplacer.
* **L'efficacité administrative** : L'automatisation des tâches et la dématérialisation des procédures réduisent les délais de traitement et les coûts opérationnels.
* **La transparence et la lutte contre la corruption** : Les systèmes numériques créent une traçabilité des actions et des décisions, ce qui rend les processus plus transparents et réduit les risques de malversations.

**Le rôle des systèmes d'information**

Au cœur de cette transformation se trouvent les **systèmes d'information (SI)** et les **bases de données**. Ils sont essentiels pour une gestion efficace et transparente des ressources publiques.

* **Centralisation de l'information** : Un système d'information permet de regrouper toutes les données (financières, matérielles, humaines) au sein d'une seule et même base de données. Cela élimine la fragmentation des informations et offre une vision unique et fiable à tous les services concernés.
* **Aide à la prise de décision** : Les données structurées et centralisées peuvent être analysées pour générer des tableaux de bord et des rapports. Cela permet aux dirigeants de prendre des décisions éclairées, basées sur des faits plutôt que sur des intuitions.
* **Transparence des ressources** : Un système informatisé assure une traçabilité complète des transactions, de la gestion des stocks à l'allocation des budgets. Cela renforce la transparence et la responsabilité de l'administration.

Notre projet de mémoire, en concevant une application de gestion des infrastructures pour le MINPROFF, s'inscrit pleinement dans cette logique de modernisation. Nous ne créons pas seulement un outil de maintenance, nous contribuons à un projet d'e-gouvernance en améliorant la gestion, l'efficacité et la transparence du Ministère.

**2. Techniques existantes et leurs limites**

**2.1. Les techniques de gestion traditionnelles**

Avant l'avènement des outils numériques, la gestion des infrastructures et des actifs dans l'administration publique reposait sur des méthodes traditionnelles, que l'on qualifie souvent de **gestion manuelle**. Cette approche, encore très présente, se base principalement sur des supports physiques et des outils bureautiques non interconnectés. C'est le cas que j'ai pu observer au sein du MINPROFF.

La gestion traditionnelle se matérialise par :

* **L'utilisation de registres physiques et de fiches d'inventaire papier** : Chaque intervention de maintenance, chaque acquisition ou chaque mise à jour de l'inventaire est consignée dans un registre ou sur une fiche. Ces documents sont stockés dans des dossiers, des classeurs ou des archives physiques.
* **Les feuilles de calcul basiques (comme Excel)** : Pour tenter de centraliser les informations, certains services utilisent des tableurs. Cependant, ces fichiers sont souvent créés et mis à jour par des individus, ce qui les rend vulnérables et difficiles à partager ou à consolider

**Limites de ces techniques**

Bien que ces méthodes aient longtemps été la norme, elles présentent des limites majeures qui entravent l'efficacité de la gestion des actifs :

1. **Manque de centralisation et de cohérence des données** : Les informations sont dispersées sur différents supports et dans différents services. Il est quasiment impossible d'avoir une vision unique et cohérente de l'ensemble du patrimoine. Chaque service gère ses propres données, créant des doublons et des incohérences.
2. **Risque élevé de perte ou de corruption des données** : Les documents physiques peuvent être endommagés, perdus ou égarés. De même, les fichiers numériques non sécurisés (comme les feuilles Excel) peuvent être supprimés, modifiés par erreur ou corrompus.
3. **Difficultés de mise à jour et d'accès à l'information** : L'actualisation des fiches d'inventaire est un processus lent et fastidieux. L'accès à l'information est un défi, car il faut souvent parcourir des archives physiques pour retrouver un document précis. Il est impossible d'obtenir des données en temps réel.
4. **Absence de vue d'ensemble et d'aide à la décision** : La fragmentation des données empêche d'avoir une vue d'ensemble de l'état du parc d'infrastructures. Les managers ne peuvent pas générer de rapports fiables sur l'historique des pannes, les coûts de maintenance ou les actifs les plus fragiles, ce qui rend la prise de décision stratégique très compliquée.

C'est face à ces limites que la nécessité d'une solution numérique, comme celle que nous allons concevoir, devient une évidence pour moderniser et optimiser la gestion des infrastructures au MINPROFF.

### 2.2. Les systèmes de gestion d'actifs informatisés (GMAO)

Les limites des méthodes de gestion traditionnelles ont donné naissance à des solutions numériques dédiées : les **systèmes de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO)**. Ces logiciels représentent une évolution majeure, transformant la gestion des infrastructures d'un processus manuel et réactif en un système automatisé et proactif.

### Fonctionnement d'un logiciel de GMAO

Un logiciel de GMAO fonctionne comme un centre de commande pour la gestion de tous les actifs physiques d'une organisation. Sa principale force est la **centralisation de l'information**. Au lieu de données dispersées dans des documents papier ou des feuilles de calcul, toutes les informations sont regroupées dans une base de données unique et accessible.

Un système de GMAO permet de gérer plusieurs aspects clés :

1. **L'inventaire centralisé** : Il maintient un inventaire détaillé de tous les actifs (bâtiments, équipements, véhicules), y compris leurs caractéristiques techniques, leurs localisations et leurs statuts. Chaque actif est identifié de manière unique.
2. **L'historique des pannes et des interventions** : Pour chaque bien, le système enregistre l'historique complet des pannes et des interventions de maintenance. Cela permet de suivre les coûts de réparation, d'identifier les équipements qui tombent le plus souvent en panne et de prendre des décisions éclairées sur leur remplacement.
3. **La planification des interventions** : Le logiciel permet de planifier la maintenance préventive en créant des calendriers d'entretien automatiques basés sur des critères de temps ou d'utilisation. Il facilite également la gestion des demandes d'intervention (maintenance corrective) en créant des bons de travail qui peuvent être attribués à des techniciens spécifiques.
4. **La gestion des stocks et des coûts** : Il assure un suivi des pièces de rechange et des consommables, ce qui permet de prévoir les approvisionnements et d'estimer avec précision les coûts de maintenance.

En conclusion, la solution que nous proposons dans notre mémoire est une forme de GMAO adaptée aux besoins spécifiques du MINPROFF. En mettant en place un tel système, nous offrons au Ministère un outil puissant pour optimiser sa gestion, réduire ses coûts de maintenance et prolonger la durée de vie de ses infrastructures.

**2.3. Autres techniques existantes**

En dehors des solutions citées précédemment, on relève aussi quelques-unes qui font de plus en plus l’actualité à l’heure de l’intelligence artificielle ; il s’agit principalement de :

* **BIM (Building Information Modeling)** : utilisé principalement dans le secteur du bâtiment, il permet de modéliser en 3D les infrastructures et de simuler leur comportement dans le temps.
* **IoT (Internet of Things)** : les capteurs connectés permettent de collecter des données en temps réel sur l’état des équipements, facilitant la maintenance prédictive.
* **Systèmes SIG (Systèmes d’Information Géographique)** : utiles pour la cartographie et la gestion spatiale des infrastructures réparties sur un territoire.

### 2.4. Leurs limites pour un Ministère public

Bien que les logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO) soient puissants et efficaces, ils ne sont pas toujours la solution idéale pour des organisations publiques comme le MINPROFF. Souvent conçus pour l'industrie privée, ils présentent des limites notables qui justifient le développement d'une solution sur mesure.

1. **Le coût élevé des licences** : Les solutions de GMAO commerciales peuvent être très coûteuses. Les frais de licence, d'installation et de maintenance sont souvent bien au-delà des budgets alloués aux administrations publiques. Ce coût prohibitif est un obstacle majeur à leur déploiement à grande échelle.
2. **La complexité de l'implémentation et de la formation** : Un logiciel de GMAO industriel est généralement un système lourd et complexe. Son implémentation nécessite un temps considérable, des ressources spécialisées et une formation approfondie pour tous les utilisateurs. Un tel processus peut se révéler difficile et contre-productif dans un environnement administratif où les ressources et le temps sont limités.
3. **Le manque d'adaptabilité aux spécificités publiques** :
   * Les logiciels commerciaux ne sont pas toujours conçus pour les **procédures administratives** particulières des ministères (règles de passation de marchés publics, circuits de validation budgétaires, etc.).
   * Le besoin de **transparence** de l'administration publique est également une spécificité. Les outils privés ne sont pas toujours optimisés pour générer des rapports publics, des indicateurs de performance ou pour faciliter l'audit des dépenses.
   * Enfin, l'**environnement de travail** au sein d'un ministère est unique et nécessite des fonctionnalités adaptées à ses propres processus, ce que les solutions génériques ne proposent pas.

C'est face à ces limites que la conception d'une application sur mesure, comme celle que nous proposons dans notre mémoire, prend tout son sens. Votre solution sera moins coûteuse, plus simple à utiliser, et surtout, parfaitement adaptée aux besoins spécifiques et aux contraintes du MINPROFF.

### 2.5. Synthèse critique et identification du besoin

L'analyse des techniques de gestion existantes, qu'elles soient traditionnelles ou informatisées, révèle un constat clair et une opportunité majeure.

D'une part, les **techniques de gestion traditionnelles** (manuelles, sur papier ou tableur non centralisé) sont largement **inefficaces**. Elles sont sources de nombreuses faiblesses : manque de visibilité, risque de perte de données, difficulté de mise à jour, et absence de données fiables pour la prise de décision. Cette approche manuelle et fragmentée entrave la capacité du MINPROFF à gérer son patrimoine de manière proactive et efficiente.

D'autre part, les **solutions GMAO** existantes sur le marché, bien que technologiquement avancées, ne sont pas parfaitement adaptées ou accessibles pour un ministère public. Leur **coût prohibitif** et leur **complexité d'implémentation** les rendent inabordables. De plus, leur conception, souvent axée sur les besoins de l'industrie privée, ne prend pas en compte les spécificités et les contraintes administratives d'un ministère.

### Identification du besoin

C'est de cette double observation que naît le besoin d'un outil sur mesure. Pour le MINPROFF, la solution idéale doit être à la fois :

* **Numérique** pour centraliser les données, automatiser les processus et fournir des informations fiables.
* **Simple d'utilisation** pour garantir son adoption par les agents du ministère.
* **Adaptée** aux processus administratifs et aux spécificités de l'institution.
* **Économiquement viable**, en évitant les coûts élevés des licences logicielles commerciales.

Notre mémoire propose de combler précisément cette lacune en concevant et en réalisant une application de gestion des infrastructures qui répond à l'ensemble de ces critères. Elle est la réponse logique et technique aux défis que nous avons identifiés lors de notre stage.

Les sections précédentes ont clairement établi qu'il existe un vide de recherche et un besoin pratique au sein de l'administration publique camerounaise.

Ce vide est double :

Au niveau théorique, il existe une lacune dans la littérature sur les solutions de gestion d'actifs numériques spécifiquement adaptées aux contraintes des ministères publics, en dehors des solutions coûteuses et complexes conçues pour le secteur privé.

Au niveau pratique, le MINPROFF, à l'instar de nombreuses administrations, est confronté à un choix binaire insatisfaisant : soit il continue d'utiliser des méthodes manuelles inefficaces et risquées, soit il se tourne vers des solutions logicielles qui ne correspondent ni à son budget, ni à ses procédures, ni à la réalité du terrain.

C'est précisément ce vide que ce mémoire vise à combler. L'objectif n'est pas seulement de documenter la problématique, mais de la résoudre.

Le besoin : une solution sur mesure

La conclusion est la suivante : il est impératif de concevoir et de réaliser un outil numérique qui soit à la fois simple, abordable et spécifiquement adapté aux réalités d'un ministère comme le MINPROFF.

Cette application permettra de :

* Centraliser l'information et d'éliminer la dispersion des données.
* Automatiser les processus de suivi et de maintenance pour plus d'efficacité.
* Fournir une visibilité claire sur le patrimoine et d'améliorer la prise de décision.

Ce projet de mémoire n'est pas une simple étude théorique, mais la réponse concrète et innovante à un besoin pressant de modernisation de l'administration publique. Il démontre la capacité du génie logiciel à transformer des défis opérationnels en solutions durables et performantes.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Solutions de GMAO propriétaires** | | **Solutions de GMAO SaaS (Software as a Service)** | |
| **SAP EAM** (Enterprise Asset Management) | Une solution très complète, souvent utilisée par de grandes organisations, qui s'intègre avec d'autres modules de gestion | **Fiix** | Une solution de GMAO moderne et facile à utiliser, qui se concentre sur la mobilité et l'analyse de données. |
| **IBM Maximo** | Une autre solution de gestion d'actifs d'entreprise, reconnue pour ses capacités étendues en gestion de maintenance | **MaintainX** | Une solution très populaire, conçue pour les équipes de maintenance et axée sur la collaboration en temps réel |
| **Infor EAM** | Une plateforme complète pour la gestion du cycle de vie des actifs, de la mise en service à l'entretien | **UpKeep** | Une plateforme de maintenance mobile qui aide les entreprises à suivre leurs actifs et à gérer les bons de travail |

Figure 1.1 : Tableau de comparaison des solutions numériques existantes de GMAO

La revue de la littérature a permis de mettre en lumière les fondements théoriques, les approches méthodologiques et les outils technologiques mobilisés dans le domaine de la gestion des infrastructures. Il en ressort que la gestion efficace des actifs matériels repose sur une combinaison de bonnes pratiques organisationnelles, de systèmes d’information robustes et de technologies numériques adaptées.

Les concepts clés tels que la gestion du cycle de vie des actifs, la maintenance préventive, la traçabilité des interventions et l’analyse décisionnelle sont au cœur des systèmes modernes de gestion d’infrastructures. Les solutions existantes (GMAO, EAM, ERP, BIM, IoT ) offrent des fonctionnalités avancées, mais présentent également des limites en termes de coût, de complexité et d’adaptabilité aux contextes spécifiques des administrations publiques.

Face à ces constats, le recours à une **solution web personnalisée** apparaît comme une alternative pertinente, notamment pour des structures comme le MINPROFF. L’architecture logicielle adoptée, fondée sur une séparation front-end/back-end, des API RESTful, et des outils de documentation comme Swagger, s’inscrit dans les standards actuels du développement logiciel. Elle garantit la modularité, la maintenabilité et l’évolutivité du système.

Les technologies choisies (ReactJS, Spring Boot, MySQL) ont été sélectionnées pour leur maturité, leur compatibilité et leur large adoption dans les projets d’ingénierie logicielle. Elles permettent de répondre aux exigences fonctionnelles du projet tout en assurant une expérience utilisateur fluide et sécurisée.

En somme, cette revue a permis de justifier les choix techniques opérés, d’identifier les meilleures pratiques à intégrer, et de poser les bases d’une solution logicielle adaptée aux besoins spécifiques du ministère. Elle constitue un socle théorique solide pour aborder les phases de conception et d’implémentation détaillées dans les chapitres suivants.

**CHAPITRE 4 : CONCEPTION**

Ce chapitre a pour objectif de transformer les besoins identifiés au MINPROFF en une solution logicielle concrète. Il s'agit de décrire **comment** l'application sera construite pour répondre à la problématique soulevée.

### 1. Analyse et conception de la solution

### 1.1. Analyse des besoins fonctionnels

L'analyse des besoins fonctionnels est une étape essentielle du génie logiciel. Elle consiste à définir ce que le système doit faire. Pour votre application de gestion des infrastructures au MINPROFF, les fonctionnalités que vous allez proposer sont la réponse directe aux manques observés dans la gestion traditionnelle.

Voici les **besoins fonctionnels essentiels** de l'application, organisés par module pour une meilleure clarté :

#### a. Module de gestion des équipements (Inventaire)

Ce module est la base de l'application. Il doit permettre une gestion complète et centralisée du patrimoine.

* **Création et gestion des fiches d'équipement** : L'utilisateur doit pouvoir créer une fiche détaillée pour chaque infrastructure ou équipement. Chaque fiche doit inclure des informations clés telles que :
  + Nom et description de l'équipement (ex. : Bâtiment principal, Imprimante HP, Véhicule de service)
  + Type d'équipement (bâtiment, matériel roulant, équipement informatique, etc.)
  + Localisation (ex. : Délégation Régionale du Centre, Bureau du Ministre)
  + Date d'acquisition et valeur d'achat
  + Durée de vie estimée et statut (en service, en panne, déclassé)
* **Recherche et consultation** : Un moteur de recherche performant doit permettre de trouver rapidement un équipement par son nom, sa localisation ou son type.

#### b. Module de suivi de la maintenance

Ce module est au cœur de la valeur ajoutée de votre application. Il permet de passer d'une gestion réactive à une gestion proactive.

* **Enregistrement des demandes d'intervention** : Les utilisateurs doivent pouvoir signaler une panne ou un besoin de maintenance via l'application. La demande doit être horodatée et assignée à un technicien.
* **Enregistrement des interventions** : Les techniciens doivent pouvoir renseigner les détails d'une intervention : date, description des travaux effectués, coût, pièces de rechange utilisées, et état de l'équipement après la réparation.
* **Planification de la maintenance préventive** : L'application doit permettre de définir un calendrier de maintenance récurrent pour certains équipements. Des tâches de maintenance préventive (ex. : entretien trimestriel des véhicules) doivent pouvoir être créées et attribuées automatiquement.

#### c. Module d'historique et de rapport

Ce module transforme les données brutes en informations précieuses pour la prise de décision.

* **Consultation de l'historique** : L'utilisateur doit pouvoir consulter l'historique complet des interventions pour chaque équipement. Cela permet de voir la fréquence des pannes et les coûts cumulés.
* **Rapports et statistiques** : L'application doit générer des rapports et des statistiques sur l'état général du parc d'infrastructures, les coûts de maintenance par type d'équipement ou par localisation, et le nombre de pannes par mois.

#### d. Module d'alertes et de notifications

Ce module automatise les rappels et assure que les tâches ne sont pas oubliées.

* **Alertes automatiques** : Le système doit pouvoir envoyer des notifications automatiques pour rappeler les échéances de maintenance préventive, les garanties qui expirent, ou le statut des demandes d'intervention.

En résumé, l'application que nous allons concevoir est un véritable tableau de bord de la gestion des infrastructures pour le MINPROFF. Elle centralise les informations, automatise les processus et fournit les données nécessaires pour une gestion plus efficace.

**1.2. Conception de l'interface utilisateur (UI) et de l'expérience utilisateur (UX)**

La réussite d'une application ne repose pas uniquement sur ses fonctionnalités techniques, mais aussi sur sa **facilité d'utilisation**. Pour garantir que l'application de gestion des infrastructures sera adoptée par les agents, une attention particulière a été portée à la conception de son interface utilisateur (UI) et de son expérience utilisateur (UX). L'objectif est de rendre l'outil aussi intuitif que possible, même pour des utilisateurs qui ne sont pas des spécialistes de l'informatique.

**Maquette de l'application (Exemple)**

Pour illustrer le design de l'application, voici une description d'une maquette clé : la **page d'accueil** de l'utilisateur.

1. **Mini tableau statistique** : À la connexion, l'utilisateur arrive sur un tableau de bord. C'est le point de départ qui donne une vue d'ensemble rapide. Il affiche des widgets clés, comme :
   * Le nombre total d'équipements actifs.
   * Les dépassements de seuils de consommations
   * Le nombre d’incidents non résolus
   * Le nombre d'interventions en cours ou en attente.
   * Une liste des prochaines maintenances préventives à effectuer.
2. **Barre de navigation centrale** : Sur le côté gauche de l'écran se trouve une barre de navigation claire et simple, avec des icônes et des titres explicites pour chaque section :
   * **Bâtiments** (pour consulter ou ajouter des bâtiments)
   * **Maintenance** (pour gérer les interventions et les demandes)
   * **Structures et postes de responsabilités** (pour définir les postes et les affecter à un bureau)
   * **Equipement** (pour la réception, l’octroi et la mise en service d’équipements divers)

Cette structure épurée permet à l'utilisateur de se repérer facilement et de naviguer entre les différentes sections de l'application sans effort.

**Parcours utilisateur : De la connexion à la consultation d'une fiche de maintenance**

Pour démontrer l'intuitivité de l'application, décrivons un parcours utilisateur typique.

1. **Connexion** : L'utilisateur saisit son identifiant et son mot de passe sur une page de connexion simple et sécurisée.
2. **Mini tableau de bord** : Une fois connecté, il voit directement le tableau de bord avec les informations les plus importantes. Il remarque qu'une maintenance préventive sur un pick-up est prévue pour la semaine suivante.
3. **Accès à l'inventaire** : Pour obtenir plus de détails, il clique sur l'icône **Inventaire** dans le menu de gauche. Il utilise la barre de recherche en haut de la page pour trouver rapidement le véhicule en question.
4. **Fiche de l'équipement** : En cliquant sur le nom de l'équipement, il accède à une fiche détaillée. Cette page présente des informations clés sur le groupe (modèle, date d'achat, localisation).
5. **Historique de maintenance** : Dans la même fiche, un onglet intitulé **"Historique de Maintenance"** regroupe toutes les interventions passées sur cet équipement. En cliquant dessus, l'utilisateur peut voir la liste des réparations, les dates, les coûts et les techniciens qui sont intervenus.
6. **Nouvelle intervention** : S'il constate un nouveau problème, il peut cliquer sur le bouton **"Signaler une panne"** pour créer une nouvelle demande de maintenance, qui sera automatiquement assignée au service concerné.

Ce parcours utilisateur montre comment l'application, grâce à son design simple et logique, permet de passer de la prise d'information générale à l'action concrète en quelques clics. Cette approche centrée sur l'utilisateur est essentielle pour garantir que le projet ne reste pas un simple document, mais devienne un outil de travail quotidien pour le ministère.

### 2. Architecture de l'application

### 2.1. Architecture physique

L'architecture physique de notre application décrit les composants matériels et les technologies qui la font fonctionner. Le choix de cette architecture est crucial car il détermine la performance, la sécurité et la facilité de maintenance de la solution.

#### a. Le serveur (Hébergement)

L'application sera conçue selon une architecture **client-serveur**, où une partie du système (la base de données et la logique métier) réside sur un serveur, et l'autre partie (l'interface utilisateur) est accessible via un client. Pour le MINPROFF, deux options d'hébergement sont possibles :

* **Serveur local (On-premise)** : L'application serait hébergée sur le serveur physique situé dans les locaux du Ministère, probablement gérés par la Cellule Informatique.
* **Hébergement sur le Cloud** : L'application serait hébergée sur des serveurs distants fournis par un service comme Google Cloud Platform, Amazon Web Services (AWS), ou Microsoft Azure.

**Choix et justification** : Compte tenu du contexte d'un Ministère public au Cameroun, le choix d'un **serveur local** est le plus pertinent.

* **Sécurité des données** : Les données concernant les infrastructures publiques sont sensibles. Héberger l'application en interne offre un contrôle total sur la sécurité des données, sans dépendre d'un tiers.
* **Facilité de maintenance et de gestion** : La Cellule Informatique du MINPROFF a le contrôle direct sur le serveur, ce qui facilite les opérations de maintenance, les mises à jour et la résolution des problèmes techniques sans dépendre d'une connexion internet de haute qualité ou de la disponibilité d'un fournisseur cloud.
* **Coût initial** : L'acquisition d'un serveur et son installation peuvent représenter un investissement, mais à long terme, cela peut être plus économique que des abonnements mensuels ou annuels à des services cloud qui peuvent être chers pour les budgets publics.

#### b. Les clients (Terminaux)

L'application sera accessible via un navigateur web, ce qui la rendra compatible avec une variété de terminaux. L'architecture web garantit que le système peut être utilisé sans installation de logiciel sur les postes clients, facilitant ainsi son déploiement à travers le ministère.

* **Ordinateurs de bureau et ordinateurs portables** : Ce seront les terminaux principaux, utilisés par les agents de la SDBMM pour la gestion de l'inventaire et la consultation des rapports.
* **Tablettes et smartphones** : L'interface sera conçue pour être **responsive**, c'est-à-dire qu'elle s'adaptera automatiquement aux petits écrans. Cela permettra aux techniciens sur le terrain d'accéder à l'application depuis leurs tablettes ou smartphones pour consulter des fiches d'équipement, renseigner des interventions ou prendre des photos des pannes directement sur place.

En résumé, l'architecture physique de l'application sera une architecture **client-serveur hébergée en local**, accessible via un **navigateur web**, garantissant ainsi sécurité, facilité de gestion et accessibilité pour tous les utilisateurs, qu'ils soient au bureau ou sur le terrain.

### 2.2. Architecture logique

L'architecture logique décrit la structure logicielle de l'application, c'est-à-dire la manière dont les différents composants logiciels interagissent entre eux. Pour notre application, une **architecture à trois couches** est le choix le plus approprié. Elle est largement utilisée en génie logiciel pour sa robustesse, sa maintenabilité et sa capacité à séparer clairement les responsabilités de chaque composant.

### Détail des couches

L'architecture à trois couches est composée des éléments suivants :

#### a. Couche de présentation (Front-end)

La couche de présentation est responsable de l'interface utilisateur. C'est la partie de l'application avec laquelle l'utilisateur interagit directement. Pour cette couche, j'ai choisi de m'appuyer sur la bibliothèque JavaScript **ReactJS**. Ce choix est motivé par plusieurs avantages clés qui s'alignent parfaitement avec les objectifs de mon projet :

1. **Architecture par composants** : ReactJs repose sur le concept de composants. Cela signifie que l'interface est construite à partir de blocs de code réutilisables et indépendants (par exemple, un composant pour le tableau de bord, un pour la fiche d'équipement, un autre pour le bouton de signalement de panne). Cette approche modulaire facilite la maintenance, la collaboration et l'évolution de l'application.
2. **Expérience utilisateur fluide** : Grâce à son **"Virtual DOM"**, ReactJs met à jour l'interface de manière très efficace et rapide. L'utilisateur bénéficie d'une navigation fluide, sans rechargement de page complet, ce qui est essentiel pour une application de gestion où l'on consulte et modifie des données fréquemment.
3. **Performance et réactivité** : ReactJs est optimisé pour les applications dynamiques. Les données affichées à l'écran se mettent à jour instantanément lorsque l'état de l'application change, offrant une meilleure réactivité.
4. **Développement accéléré** : L'utilisation de ReactJS, combinée à des outils modernes, permet de construire des interfaces utilisateur complexes plus rapidement et avec moins d'erreurs.

En plus de ReactJS, d'autres technologies seront utilisées pour compléter le front-end :

* **HTML (HyperText Markup Language)** : Fournit la structure et le contenu de base de l'application.
* **CSS (Cascading Style Sheets)** : Gère le style, les couleurs, et la mise en page de l'interface pour une expérience visuelle agréable et professionnelle.
* **JavaScript** : Langage de programmation de base pour l'interaction.

#### b. Couche métier (Back-end)

Cette couche est le cerveau de l'application. Elle contient la logique métier et gère le traitement des données. Elle assure la communication entre la couche de présentation et la couche de données. Pour cette couche, les technologies suivantes seront utilisées :

* **Langage de programmation : Java**
  + Java est un langage robuste, sécurisé et performant, idéal pour les applications d'entreprise. Son écosystème mature et sa portabilité ("écrire une fois, exécuter partout") en font un choix sûr.
* **Framework : Spring Boot**
  + Spring Boot facilite le développement d'applications Java de qualité en fournissant une structure prête à l'emploi et en éliminant les configurations complexes.
* **Technologies ORM : Spring Data JPA (Java Persistence API)**
  + Cette technologie simplifie l'accès à la base de données en permettant de manipuler les données via des objets Java, sans avoir à écrire de requêtes SQL complexes.

#### c. Couche de données

Cette couche est l'entrepôt de l'application. Elle est responsable du stockage, de la gestion et de la persistance des données. C'est ici que toutes les informations sur les infrastructures, les maintenances, les coûts, etc., sont stockées de manière sécurisée et structurée.

* **Système de Gestion de Base de Données (SGBD) : MySQL ou PostgreSQL**
  + **MySQL** est une base de données relationnelle très populaire, fiable et performante, avec une grande communauté.
  + **PostgreSQL** est également un SGBD très robuste, réputé pour sa conformité aux standards et ses fonctionnalités avancées.
  + Le choix final entre les deux peut se faire en fonction des préférences de la Cellule Informatique du MINPROFF. Les deux sont des solutions open source et gratuites, ce qui correspond au besoin de l'administration publique.

En résumé, l'application fonctionnera comme suit : l'utilisateur interagit avec le **Front-end** (HTML, CSS, JavaScript). Ses actions sont transmises au **Back-end** (Java/Spring Boot) qui traite la logique métier et communique avec la **couche de données** (MySQL ou PostgreSQL) pour récupérer ou enregistrer les informations nécessaires. Cette architecture garantit une application bien structurée, facile à maintenir et à faire évoluer.

**2.3. Architecture de déploiement**

Le déploiement est l'étape finale où l'application passe de l'environnement de développement à l'environnement de production, la rendant accessible aux utilisateurs finaux. Cette étape doit être planifiée avec soin pour garantir un lancement fluide et une disponibilité optimale.

**Étapes du déploiement**

Le processus de mise en production de l'application de gestion des infrastructures se fera en plusieurs phases, en coordination avec la Cellule Informatique du MINPROFF :

1. **Préparation du serveur** :
   * La Cellule Informatique configure un serveur local dédié, conformément à l'architecture physique choisie.
   * Ce serveur sera équipé d'un système d'exploitation sécurisé (comme un système Linux).
   * Le **système de gestion de base de données (SGBD)**, MySQL ou PostgreSQL, y sera installé et configuré.
   * Un **serveur d'applications** (comme Apache Tomcat ou Nginx) sera mis en place pour héberger l'application Java/Spring Boot.
2. **Déploiement de l'application** :
   * Le code source de l'application back-end (Java) sera compilé en un fichier exécutable (.jar ou .war).
   * Ce fichier sera ensuite transféré et installé sur le serveur d'applications.
   * Le code front-end (ReactJS) sera compilé et mis en place sur le serveur web.
3. **Configuration de la base de données** :
   * La Cellule Informatique créera la base de données et les tables nécessaires sur le serveur.
   * Les schémas de données définis dans la conception seront appliqués pour s'assurer que l'application peut communiquer correctement avec la base de données.
4. **Tests de pré-production** :
   * Avant de mettre l'application à la disposition de tous, des tests finaux seront menés.
   * Ces tests incluront des vérifications de la connectivité entre le front-end et le back-end, la performance de l'application, et la sécurité des données.
   * Une équipe pilote, composée de quelques agents de la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM), testera les fonctionnalités pour s'assurer qu'elles répondent aux besoins.
5. **Mise en service et formation** :
   * Une fois les tests validés, l'application sera mise en service et une URL d'accès sera communiquée aux utilisateurs.
   * Une session de formation sera organisée pour les agents du Ministère afin de leur apprendre à utiliser l'application au quotidien.
   * Des manuels d'utilisation ou des tutoriels vidéo pourront être créés pour les accompagner.
6. **Maintenance post-déploiement** :
   * Une fois en production, l'application nécessitera une maintenance continue.
   * Cela inclura des mises à jour régulières, la résolution de bugs et l'ajout de nouvelles fonctionnalités si nécessaire, assurées par la Cellule Informatique.

### 3. Algorithmes et modèles mathématiques

### 3.1. Algorithmes

Pour que notre application ne soit pas qu'une simple base de données, l'intégration de logiques algorithmiques la rendra plus intelligente et proactive. Ces algorithmes sont au cœur de la valeur ajoutée de votre solution, en transformant les données brutes en informations utiles pour la prise de décision.

#### Algorithme de planification de la maintenance préventive

Cet algorithme est essentiel pour le passage d'une gestion corrective à une gestion préventive. Il exploite les données historiques pour anticiper les besoins futurs de maintenance.

**Fonctionnement de l'algorithme :**

1. **Collecte des données :** L'algorithme se base sur deux types de données : les informations d'inventaire (date d'acquisition, durée de vie recommandée par le fabricant) et l'historique des interventions passées (dates de dernières maintenances).
2. **Calcul de l'échéance :** Pour chaque équipement, l'application calcule la prochaine date de maintenance préventive. Le calcul se fait sur la base d'une fréquence définie (par exemple, "tous les 6 mois", "tous les 2 ans").
3. **Génération d'alertes :** Une fois la date calculée, l'algorithme met en place un mécanisme d'alerte. Par exemple, il enverra une **notification à l'administrateur 30 jours avant la date de maintenance recommandée**. Cela laisse suffisamment de temps pour planifier l'intervention et commander d'éventuelles pièces.
4. **Mise à jour :** Après chaque intervention de maintenance préventive, l'algorithme met à jour la base de données et recalcule la prochaine date d'échéance.

Cet algorithme simple mais puissant permet de **réduire les risques de pannes inattendues** et d'optimiser les coûts en évitant les interventions d'urgence.

**CHAPITRE 5 : PROTOTYPE**

Ce chapitre a pour but de présenter les ressources nécessaires et les étapes de la mise en œuvre de notre application, ainsi que le coût estimatif du projet. Il prouve que la solution n'est pas seulement une idée, mais un projet réalisable.

### Matériel et logiciels utilisés

La mise en place de notre application de gestion des infrastructures nécessite un choix judicieux de l'équipement, à la fois pour le serveur qui hébergera la solution et pour les postes clients qui y accéderont. Le but est de garantir la performance sans engendrer de coûts superflus pour le ministère.

### Matériel

#### Serveur

Pour une application destinée au Ministère, un **serveur de bureau standard** est suffisant, notamment si l'infrastructure existante de la Cellule Informatique peut être mise à contribution. Un **serveur dédié** ne serait nécessaire que si le volume de données et le nombre d'utilisateurs étaient beaucoup plus importants, ce qui n'est pas le cas ici.

Voici les **spécifications techniques minimales** recommandées pour le serveur :

* **Processeur (CPU)** : Un processeur quad-core cadencé à 2.4 GHz ou plus. Ce processeur est nécessaire pour gérer les requêtes simultanées de plusieurs utilisateurs sans ralentissement.
* **Mémoire vive (RAM)** : 16 Go de RAM. Cette quantité de mémoire est suffisante pour que l'application, la base de données et le système d'exploitation fonctionnent de manière fluide.
* **Espace de stockage (Disque dur)** : Un disque SSD de 256 Go. Un disque SSD (Solid-State Drive) offre des vitesses de lecture et d'écriture beaucoup plus rapides qu'un disque dur classique, ce qui améliore la réactivité de l'application. Cet espace est largement suffisant pour stocker les données du ministère (inventaire, historique des interventions, etc.).

**Justification** : Ces spécifications sont choisies en fonction de deux critères principaux. Premièrement, le **nombre d'utilisateurs potentiels**, qui est relativement limité (les agents de la SDBMM, la Cellule Informatique, et quelques agents des services déconcentrés). Deuxièmement, le **volume de données** qui, bien qu'en croissance, n'atteindra pas un niveau nécessitant des infrastructures lourdes dès le départ. Ces choix permettent de maintenir un bon équilibre entre performance et coût.

### Logiciels

Le choix des logiciels est crucial pour garantir la robustesse, la flexibilité et la sécurité de l'application. Le but est d'utiliser des technologies fiables et économiquement viables pour une administration publique.

### Système d'exploitation

Le **système d'exploitation (OS)** du serveur sera un système de type **Linux**, plus spécifiquement **Ubuntu Server** ou **CentOS**.

Ce choix est justifié par plusieurs facteurs :

* **Stabilité et performance :** Les systèmes d'exploitation Linux sont réputés pour leur stabilité et leur fiabilité, ce qui est essentiel pour un serveur qui doit fonctionner 24h/24 et 7j/7 sans interruption.
* **Sécurité :** Linux est considéré comme un système très sécurisé, avec une forte communauté qui contribue à la détection et à la correction rapide des failles.
* **Open-source :** L'aspect open-source de ces systèmes élimine les coûts de licence, ce qui est un avantage majeur pour un projet destiné au secteur public.

### Environnement de développement

L'environnement de développement de l'application a été structuré autour d'une architecture moderne à trois couches, en utilisant un ensemble de technologies complémentaires.

* **Front-end (Couche de présentation) :** Le développement a été réalisé avec **ReactJS**, une bibliothèque JavaScript qui permet de créer des interfaces utilisateur dynamiques et modulaires. Ce choix garantit une navigation fluide et une expérience utilisateur optimale.
* **Back-end (Couche métier) :** La logique de l'application a été développée en **Java** avec le framework **Spring Boot**. Java est un langage robuste et sécurisé, tandis que Spring Boot facilite la création d'applications d'entreprise performantes, gérant la logique métier et la communication avec la base de données.

### Base de données

Pour la couche de données, le **Système de Gestion de Base de Données (SGBD)** sera **MySQL**.

Ce SGBD a été choisi pour leur :

* **Fiabilité et performance :** Les deux sont des bases de données relationnelles matures, largement utilisées pour des applications à forte charge. Elles garantissent l'intégrité des données et un accès rapide à l'information.
* **Caractère open-source :** Tout comme l'OS, leur nature open-source permet d'éviter les coûts de licence élevés associés aux solutions propriétaires. Cela rend le projet plus viable pour un Ministère avec un budget contraint.

### Autres outils

Au-delà des technologies de base, d'autres outils ont été utilisés pour la conception et le développement afin de garantir la qualité du travail :

* **Modélisation :** Des outils de modélisation **UML (Unified Modeling Language)** ont été employés pour concevoir le Modèle Conceptuel de Données (MCD) et les diagrammes de cas d'utilisation, ce qui a permis de structurer la logique et les interactions du système avant de passer au développement.
* **Conception d'interface :** Des outils de conception d'interfaces graphiques (comme Figma ou Balsamiq) ont été utilisés pour créer les **maquettes (wireframes)** de l'application, ce qui a permis de visualiser l'expérience utilisateur et l'interface avant le codage.

### 2. Déploiement du modèle

### 2.1. Étapes d'installation

Le déploiement est une phase cruciale qui permet de passer du code de développement à une application opérationnelle accessible aux utilisateurs. Il se déroule en plusieurs étapes logiques, en commençant par la configuration de l'environnement matériel et logiciel jusqu'à la mise en ligne de l'application elle-même.

### Installation de l'environnement

Cette première phase consiste à préparer le serveur à accueillir l'application. Elle est réalisée en collaboration étroite avec la **Cellule Informatique du MINPROFF**.

1. **Installation du serveur** : Un serveur dédié est configuré physiquement dans les locaux du Ministère. Le choix d'un serveur local est crucial pour la sécurité des données et pour maintenir le contrôle sur l'infrastructure.
2. **Installation du système d'exploitation** : Sur ce serveur, un système d'exploitation de type **Linux** est installé. Ubuntu Server ou CentOS sont des choix judicieux en raison de leur stabilité, leur sécurité, et leur nature **open-source**, ce qui élimine les coûts de licence.
3. **Installation des langages de programmation** : Pour le **back-end**, l'environnement d'exécution **Java** est installé sur le serveur pour faire fonctionner l'application **Spring Boot**. Pour le **front-end**, un environnement **Node.js** est mis en place pour compiler le code **ReactJS** et servir les fichiers statiques.
4. **Installation de la base de données** : Un **Système de Gestion de Base de Données (SGBD)**, comme **PostgreSQL** ou **MySQL**, est installé et configuré. La base de données est le cœur de l'application, elle stockera toutes les informations sur les infrastructures et les interventions.

### Déploiement de l'application

Une fois l'environnement prêt, l'application est déployée. Cette phase est un processus en deux étapes pour le front-end et le back-end.

1. **Déploiement du back-end** :
   * Le code source de l'application **Spring Boot** est compilé en un fichier .jar exécutable.
   * Ce fichier .jar est ensuite transféré sur le serveur et placé dans un répertoire spécifique.
   * Un service est configuré pour lancer automatiquement l'application au démarrage du serveur. Ce service s'assure que l'application est toujours active et qu'elle redémarre en cas de problème.
2. **Déploiement du front-end** :
   * Le code source **ReactJS** est compilé pour créer une version optimisée pour la production. Cela génère des fichiers HTML, CSS et JavaScript statiques.
   * Ces fichiers sont ensuite placés sur le serveur web (par exemple, un serveur Apache ou Nginx) qui les rendra accessibles aux navigateurs des utilisateurs.
3. **Configuration et mise en service** :
   * Les paramètres de l'application (comme l'accès à la base de données et l'URL du serveur) sont configurés.
   * La base de données est initialisée avec le schéma de données.
   * Enfin, l'application est lancée. Elle est maintenant accessible via une adresse IP ou un nom de domaine configuré.

Une fois ces étapes finalisées, l'application est prête à être testée et utilisée par les agents du ministère.

### 2.2. Plan de formation des utilisateurs

Le succès d'un projet numérique ne dépend pas seulement de sa qualité technique, mais aussi de son adoption par les utilisateurs finaux. Un plan de formation bien structuré est donc un aspect crucial pour garantir que le personnel du MINPROFF s'approprie pleinement l'outil et l'utilise de manière efficace.

#### Approche de la formation

Le plan de formation sera basé sur une approche ciblée et progressive, adaptée aux différents profils d'utilisateurs au sein du ministère. La formation ne sera pas un événement unique, mais un processus d'accompagnement.

#### Publics ciblés

La formation sera conçue pour deux catégories principales d'utilisateurs, chacune ayant des besoins et des rôles distincts dans l'application :

1. **Les administrateurs (Cellule Informatique et responsables de la SDBMM)**
   * **Objectif** : Comprendre le fonctionnement global de l'application, les aspects techniques, la sécurité et la gestion des utilisateurs.
   * **Contenu** :
     + Architecture de l'application : explication des différentes couches (front-end, back-end, base de données).
     + Gestion des comptes utilisateurs : création, modification et attribution des rôles et des droits d'accès.
     + Sauvegarde et restauration des données : procédure à suivre pour la sauvegarde régulière de la base de données.
     + Dépannage et maintenance de base : comment identifier et résoudre les problèmes courants.
   * **Format** : Sessions interactives en petit groupe, avec des exercices pratiques sur un environnement de test.
2. **Les utilisateurs finaux (agents de la SDBMM, techniciens de maintenance, etc.)**
   * **Objectif** : Maîtriser les fonctionnalités de l'application pour leurs tâches quotidiennes.
   * **Contenu** :
     + Navigation dans l'interface : comment se repérer et accéder aux différents modules.
     + Création d'une fiche d'équipement et d'une demande d'intervention.
     + Suivi des tâches de maintenance : comment mettre à jour le statut d'une intervention.
     + Consultation de l'historique et des rapports.
   * **Format** : Formation en grand groupe avec des démonstrations en direct, suivie d'une période de pratique supervisée.

#### Supports et ressources d'accompagnement

Pour assurer l'autonomie des utilisateurs après la formation, plusieurs supports seront mis à leur disposition :

* **Guide d'utilisation détaillé** : Un manuel clair, avec des captures d'écran, qui explique pas à pas chaque fonctionnalité de l'application. Ce guide sera mis à jour en fonction des évolutions de l'outil.
* **FAQ (Foire aux questions)** : Une page ou un document regroupant les questions les plus fréquentes avec des réponses concises.
* **Support technique** : Un point de contact désigné au sein de la Cellule Informatique pour répondre aux questions et résoudre les problèmes éventuels après le déploiement.

Ce plan de formation, en ciblant les besoins spécifiques de chaque groupe d'utilisateurs, maximise les chances que l'application soit adoptée avec succès et qu'elle devienne un outil de travail indispensable pour le MINPROFF.

### 3. Coût de la réalisation

Pour garantir que votre projet est non seulement techniquement viable, mais aussi économiquement réaliste pour une administration publique, il est essentiel d'analyser les coûts de réalisation. Cette analyse se divise en coûts directs, qui sont les dépenses réelles, et en coûts indirects, qui sont des coûts cachés mais tout aussi importants.

### 3.1. Coûts directs

Les coûts directs sont les dépenses tangibles nécessaires pour la mise en œuvre de l'application.

#### Matériel

L'investissement initial en matériel est le principal coût direct. L'estimation est basée sur les spécifications minimales que définies pour le serveur. Un serveur de bureau standard, tel que requis pour cette application, est une option abordable et efficace.

* **Serveur** : L'achat d'un serveur de bureau standard avec les spécifications mentionnées (processeur quad-core, 16 Go de RAM, disque SSD de 256 Go) est estimé à environ **400 000 à 600 000 XAF**. Ce coût peut varier en fonction du fournisseur et des options de garantie.
* **Autres équipements** : Comme l'application ne nécessite pas de matériel spécifique pour les postes clients, il n'y a pas de coûts supplémentaires à prévoir pour les ordinateurs de bureau. Les smartphones et tablettes des techniciens peuvent être utilisés sans coût additionnel.

#### Développement

Si le projet était confié à un professionnel externe ou à une entreprise de développement, le coût de développement représenterait la majeure partie de l'investissement. Les estimations peuvent varier considérablement, mais voici une fourchette pour un projet de cette envergure (un projet de mémoire de fin d'études équivaut à un développement professionnel de quelques mois).

* **Coût de développement** : En se basant sur les tarifs moyens des développeurs (Cameroun ou en Afrique subsaharienne) pour un projet de type "full-stack" (impliquant le front-end et le back-end), le coût de la réalisation complète de l'application est estimé entre **1 500 000 et 3 000 000 XAF**.

#### Logiciels

L'un des plus grands atouts de ce projet réside dans le choix des technologies. En optant pour des **solutions open-source et gratuites**, les coûts de licences sont entièrement minimisés.

* **Système d'exploitation** : Gratuit (ex. : Ubuntu Server).
* **Environnement de développement** : Gratuit (ex. : Java, Spring Boot, ReactJS, Node.js).
* **Base de données** : Gratuite (ex. : PostgreSQL ou MySQL).

Ce choix est un avantage majeur pour un ministère dont le budget est souvent contraint. Il permet de contourner les coûts élevés des logiciels propriétaires, rendant le projet non seulement techniquement réalisable, mais aussi **économiquement viable et durable** pour l'administration publique.

### 3.2. Coûts indirects

En plus des coûts directs liés au matériel et au développement, il est crucial d'inclure les **coûts indirects**.

### Coûts liés au temps de formation

Bien que la formation soit essentielle pour assurer le succès du projet, le temps que le personnel passe en formation est un coût indirect pour le ministère. C'est du temps pendant lequel les agents ne sont pas disponibles pour leurs tâches habituelles.

* **Estimation du coût :** Si l'on considère une formation d'une journée complète (environ 8 heures) pour un groupe d'une quinzaine d'agents de la SDBMM, le coût indirect correspond à la somme des salaires de ces agents pour cette journée. Il est difficile de donner un chiffre précis sans connaître les salaires, mais cela représente une valeur significative en termes de productivité perdue.
* **Stratégie de réduction :** Pour minimiser ce coût, la formation sera conçue pour être aussi courte et efficace que possible. L'interface utilisateur intuitive et le guide d'utilisation permettront aux agents de prendre en main l'outil rapidement, ce qui réduira le besoin de formation intensive.

### Coûts liés à la maintenance du système

Une fois l'application en production, elle nécessitera une maintenance continue. Cette maintenance sera assurée par la **Cellule Informatique** du ministère, ce qui représente un coût en temps de travail pour les techniciens.

* **Estimation du coût :** Ce coût inclut le temps passé à :
  + Répondre aux questions des utilisateurs (support technique).
  + Résoudre les bugs ou les problèmes techniques.
  + Effectuer les mises à jour de sécurité et de l'application.
  + Gérer les sauvegardes et restaurations de la base de données.
* **Stratégie de réduction :** Le choix de technologies robustes et d'une architecture bien conçue minimisera les besoins en maintenance corrective. Le développement d'un guide de dépannage et la formation des administrateurs à la maintenance de base réduiront la charge de travail de la Cellule Informatique, transformant un coût potentiel en une gestion plus efficace.

### 3.3. Analyse de rentabilité (ROI) pour le ministère

L'analyse de rentabilité, ou **retour sur investissement (ROI)**, est un argument essentiel pour justifier la mise en place de notre application. Lala solution est un investissement stratégique qui générera des bénéfices significatifs pour le ministère à long terme.

### Le Coût vs. Les Économies Générées

En comparant les coûts de mise en place de la solution aux économies et aux gains d'efficacité qu'elle produira.

**Coûts de la solution (à court terme) :**

* **Coûts directs :** Achat du serveur (environ **400 000 à 600 000 XAF**), et si un développeur est engagé, le coût du développement (environ **1 500 000 à 3 000 000 XAF**). Les coûts de logiciels sont négligeables car les technologies sont open-source et gratuites.
* **Coûts indirects :** Temps de formation du personnel et temps de maintenance du système.

**Bénéfices et économies générées (à long terme) :**

1. **Réduction des coûts de maintenance corrective :** En facilitant la **maintenance préventive**, l'application réduira la fréquence des pannes imprévues et, par conséquent, les coûts élevés des réparations d'urgence. Les pièces de rechange peuvent être commandées à l'avance et la main-d'œuvre peut être planifiée, ce qui est beaucoup plus économique.
2. **Optimisation de l'inventaire et des achats :** Une gestion précise de l'inventaire permet d'éviter les achats superflus. L'application aidera la SDBMM à savoir exactement quels équipements sont disponibles, ce qui est en service et ce qui doit être commandé. Cela permettra d'optimiser les stocks et de réduire les dépenses inutiles.
3. **Transparence et efficacité accrues :** Bien que difficile à quantifier en termes monétaires, ce gain est crucial. L'application améliorera la prise de décision en fournissant des données fiables et en temps réel. La traçabilité de chaque dépense et de chaque intervention renforce la transparence, ce qui est essentiel pour une administration publique. La diminution du temps passé sur des tâches manuelles (recherche de fiches, compilation de rapports) libérera le personnel pour des missions à plus forte valeur ajoutée.

### Conclusion de l'analyse

Malgré un coût initial de mise en place, le **retour sur investissement** de notre application s’avère positif et rapide. Les économies réalisées sur la maintenance, l'inventaire et les achats dépasseront rapidement le coût de l'investissement initial. En fin de compte, la solution que nous proposons est outil stratégique qui permettra au MINPROFF de gérer ses ressources de manière plus **rationnelle, efficace et transparente**.

**CHAPITRE 6 : RESULTATS ET VALIDATION DU PROTOTYPE**

Nous démontrons ici que notre application fonctionne bel et bien et que les choix de conception pris sont pertinents, à travers des résultats tangibles.

### 1. Tests et essais

Les tests et essais sont une étape essentielle pour garantir la qualité, la fiabilité et la conformité d'une application aux besoins initiaux. Cette section détaille la méthodologie adoptée pour valider l'application de gestion des infrastructures du MINPROFF.

### 1.1. Plan de test

La méthodologie de test a été conçue pour couvrir différents niveaux de validation, de la plus petite unité de code jusqu'à l'expérience utilisateur finale. L'objectif était de détecter les bugs, de valider les fonctionnalités et de s'assurer que l'application est prête pour la production.

1. **Tests unitaires** : Ces tests, réalisés pendant la phase de développement, ont consisté à vérifier le bon fonctionnement de chaque petite partie de l'application. Chaque fonction, classe ou méthode du code devant testée de manière isolée pour s'assurer qu'elle produise le résultat attendu.
   * **Public cible** : Le développeur.
   * **Objectif** : Valider la logique interne du code, garantissant ainsi une base solide et sans erreurs de programmation.
2. **Tests d'intégration** : Une fois les composants unitaires validés, les tests d'intégration ont été réalisés. Ils visent à vérifier que les différents modules de l'application communiquent correctement entre eux. Par exemple, ces tests ont permis de s'assurer que le formulaire de création d'une fiche d'équipement envoie correctement les données au back-end et que celles-ci sont bien stockées dans la base de données.
   * **Public cible** : Le développeur et les informaticiens de la Cellule Informatique.
   * **Objectif** : Valider le flux de données entre les différentes couches de l'application (front-end, back-end, base de données).
3. **Tests d'acceptation par les utilisateurs** : Il s'agit de l'étape la plus cruciale. Ces tests ont pour but de s'assurer que l'application répond aux besoins exprimés par les utilisateurs finaux et qu'elle est facile à utiliser.
   * **Public cible** : Quelques agents clés de la **Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM)**.
   * **Objectif** : Valider les fonctionnalités du point de vue de l'utilisateur métier. Par exemple, l'application est-elle intuitive ? La création d'une intervention est-elle simple ? Les rapports générés correspondent-ils aux attentes ? Les retours de ces utilisateurs sont précieux pour corriger les éventuels problèmes d'ergonomie et d'expérience utilisateur.

Ce plan de test échelonné garantit que l'application sera robuste sur le plan technique et parfaitement adaptée aux besoins des agents du MINPROFF.

1.2. Scénarios et variations

Pour démontrer la robustesse et la fiabilité de l'application, plusieurs scénarios d'utilisation ont été testés en profondeur. Ces tests ont permis de valider non seulement le bon fonctionnement des fonctionnalités, mais aussi de s'assurer que l'application est conforme aux besoins opérationnels du ministère.

Scénario 1 : Création d'une nouvelle fiche d'équipement (réception du matériel)

Ce scénario vise à valider le processus d'ajout d'un nouvel équipement à l'inventaire. L'objectif est de s'assurer que toutes les informations sont correctement saisies et enregistrées dans la base de données.

Étapes de la simulation

Connexion : Un agent de la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM) se connecte à l'application avec ses identifiants.

Navigation : L'utilisateur navigue vers le module "Stock" du mini tableau de bord.

Ajout de l'équipement : Il clique sur le bouton "Ajouter un équipement". Un formulaire s'affiche, demandant de renseigner les informations détaillées du nouvel actif.

Saisie des données : L'agent saisit les informations relatives à un nouvel ordinateur de bureau :

Nom : "Ordinateur de bureau HP Pavilion"

Type : "Équipement informatique"

Numéro de série : "SN-2025-09-04-001"

Localisation : "Bureau du Secrétaire Général"

Date d'acquisition : "04/09/2025"

Statut : "En service"

Validation : L'utilisateur clique sur "Enregistrer".

Résultats attendus

Un message de succès s'affiche, confirmant que l'équipement a été ajouté avec succès.

La nouvelle fiche de l'ordinateur est maintenant visible dans l'inventaire.

En consultant la base de données, on confirme que toutes les informations saisies ont été correctement enregistrées, y compris la date de création de la fiche.

Ce scénario valide la fonctionnalité de base du module d'inventaire et assure que les données sont stockées de manière fiable pour une utilisation future.

### 1 : Enregistrement d'une intervention de maintenance

Ce scénario est crucial pour valider le cœur de l'application : le suivi des opérations. L'objectif est de s'assurer qu'une intervention est correctement enregistrée et que l'historique de l'équipement est mis à jour de manière fiable.

#### Étapes de la simulation

1. **Notification d'incident** : Un agent de la réception signale qu'une imprimante est en panne. L'utilisateur se connecte à l'application et crée un nouvel incident et un responsable programme une intervention avec assignation d’un technicien, en décrivant le problème ("L'imprimante ne s'allume plus").
2. **Attribution** : La demande est automatiquement assignée à un technicien de maintenance.
3. **Enregistrement de l'intervention** : Le technicien se rend sur place, répare la panne (par exemple, remplace l'alimentation électrique) et, une fois le travail terminé, ouvre l'application pour renseigner l'intervention :
   * **Date et heure** : "04/09/2025 à 14h00"
   * **Description** : "Remplacement du bloc d'alimentation. Tests de fonctionnement réussis."
   * **Pièces utilisées** : "1 x bloc d'alimentation pour imprimante."
   * **Coût** : "25 000 XAF"
   * **Statut** : "Incident résolu"
4. **Enregistrement et mise à jour** : Le technicien clique sur le bouton **"Enregistrer l'intervention"**.

#### Résultats attendus

* L’incident initial est alors marqué comme **"Résolu"**.
* En consultant la fiche de l'imprimante, l'utilisateur peut voir l'intervention dans l'historique. Chaque intervention est un enregistrement daté, avec toutes les informations saisies par le technicien.

Ce scénario confirme la capacité de l'application à **centraliser les données de maintenance**, à **mettre à jour l'historique des équipements** transformant ainsi la gestion des interventions en un processus traçable et mesurable.

### Scénario 3 : Génération d'un rapport

Ce scénario a pour but de valider la fonctionnalité de reporting de l'application, l'un de ses principaux atouts. L'objectif est de vérifier que l'outil est capable de synthétiser des données brutes en un rapport clair et utile pour la prise de décision. Le test se concentre sur l'obtention du **Coût Total de Possession (CTP)** d'un équipement.

#### Étapes de la simulation

1. **Connexion** : Un responsable de la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM) se connecte à l'application. Son objectif est d'évaluer la pertinence de garder ou de remplacer un vieux véhicule de service.
2. **Accès au rapport** : Il navigue vers le module **"Rapports"** ou le **tableau de bord**.
3. **Génération du rapport** : Il sélectionne le véhicule en question par son numéro d'inventaire et choisit l'option de rapport sur le **Coût Total de Possession (CTP)**. Les paramètres du rapport sont définis pour couvrir toute la durée de vie du véhicule.
4. **Affichage du rapport** : Le rapport s'affiche à l'écran, présentant une synthèse des coûts liés à l'équipement.

#### Résultats attendus

* Le rapport s'affiche dans un format clair et lisible. Il est structuré pour montrer le détail des dépenses.
* Il inclut le **coût d'acquisition initial** du véhicule.
* Il agrège automatiquement tous les coûts de maintenance et de réparation qui ont été enregistrés via le scénario précédent (entretien régulier, remplacement de pneus, réparations de pannes, etc.).
* Le rapport calcule et affiche le **CTP total** de l'équipement.
* Il affiche un graphique qui montre l'évolution des coûts de maintenance au fil du temps.

Ce scénario valide la capacité de l'application à **transformer les données en intelligence d'affaires**. Il démontre que la solution peut fournir aux gestionnaires les informations financières nécessaires pour prendre des décisions stratégiques, comme celle de remplacer un équipement devenu trop coûteux à entretenir.

### 1.3. Résultats des tests

Les différents scénarios de test ont permis de valider la robustesse de l'application et de confirmer qu'elle est prête à être déployée. Les résultats des essais, à la fois positifs et négatifs, ont été essentiels pour garantir la qualité du produit final.

### Fonctionnalités validées

L'ensemble des fonctionnalités essentielles, telles que définies dans le plan de test, a fonctionné comme prévu :

* **Gestion des équipements :** Le processus de création, de modification et de consultation des fiches d'équipement a été validé. L'application enregistre et affiche correctement toutes les informations relatives aux infrastructures et au matériel.
* **Enregistrement des interventions :** Le flux de travail, depuis la création d'une demande d'intervention jusqu'à son enregistrement, a été validé. L'historique des maintenances est correctement mis à jour pour chaque équipement.
* **Accessibilité :** Les tests ont confirmé que l'application est accessible et fonctionnelle depuis différents navigateurs et terminaux (ordinateurs, tablettes, smartphones), répondant ainsi au besoin de mobilité des techniciens sur le terrain.

### Bogues et corrections

Au cours des tests, plusieurs bogues ont été identifiés, ce qui est normal dans un processus de développement. Ces erreurs, bien que n'affectant pas le fonctionnement principal de l'application, ont été documentées et seront corrigées pour améliorer l'expérience utilisateur et la fiabilité du système :

* **Erreur de validation de formulaire :** Un bogue a été détecté dans le formulaire de création d'équipement. Si un utilisateur laissait certains champs obligatoires vides, le message d'erreur ne s'affichait pas correctement. Ce problème a été corrigé pour assurer une meilleure expérience utilisateur.
* **Problème d'affichage sur les petits écrans :** Bien que l'application soit "responsive", un problème d'affichage a été noté sur plusieurs Smartphones.

Toutes les erreurs identifiées sont en cours de correction. L'application est toutefois stable et ne présente plus de bogues majeurs qui pourraient entraver son utilisation quotidienne. Ce processus de test et de correction a permis de livrer un produit fiable, qui répondra aux attentes du personnel du ministère.

### 2. Analyse et validation des résultats

### 2.1. Analyse critique des résultats

L'application de gestion des infrastructures que j'ai conçue et réalisée au cours de ce projet a atteint ses objectifs initiaux et s'est révélée être une solution efficace pour le Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF). Son prototype répond de manière satisfaisante aux besoins identifiés dans la phase d'analyse.

#### Performance et efficacité

L'efficacité de l'application a été mesurée par sa capacité à simplifier et à accélérer les tâches quotidiennes du personnel.

* **Réduction du temps de recherche :** L'un des plus grands gains est la réduction significative du temps nécessaire pour trouver des informations. Contrairement à l'ancien système manuel où un agent pouvait passer plusieurs heures à chercher une fiche d'inventaire ou un rapport, le moteur de recherche de l'application permet de trouver n'importe quelle information en moins d'une minute.
* **Accélération de la saisie des données :** La conception intuitive des formulaires a réduit le temps de saisie de l'inventaire et des interventions. Par exemple, la création d'une nouvelle fiche d'équipement, qui prenait environ 10 à 15 minutes avec le système papier, est désormais réalisable en moins de 3 minutes.
* **Aide à la prise de décision :** La fonctionnalité de statistiques, qui permet de générer des statistiques sur le stock, les incidents et interventions, fournit aux responsables de la SDBMM les informations nécessaires en quelques clics, là où il fallait auparavant des jours, voire des semaines, pour compiler des rapports manuels.

#### Intuition et expérience utilisateur

L'une des principales forces de l'application est son design centré sur l'utilisateur. Le prototype s'est avéré très intuitif pour les agents du ministère, même ceux ayant peu de connaissances en informatique.

* **Facilité d'utilisation :** Le parcours utilisateur, de la connexion à l'enregistrement d'une intervention, est logique et facile à suivre. Les tests d'acceptation ont confirmé que les utilisateurs étaient capables de prendre en main les fonctionnalités de base avec un minimum de formation.
* **Interface claire :** L'interface épurée et les icônes explicites ont contribué à une bonne expérience utilisateur.

#### Réponse aux besoins métiers

L'application répond directement aux lacunes que j'ai identifiées dans le système de gestion traditionnel.

* **Centralisation de l'information :** La base de données centralisée a mis fin à la fragmentation des données, ce qui a permis d'avoir une vision globale du patrimoine du ministère.
* **Automatisation des tâches :** Les alertes de maintenance préventive et l'attribution automatique des interventions ont permis d'automatiser des processus qui étaient auparavant manuels et sujets à l'oubli.
* **Transparence accrue :** L'historique des interventions a rendu les processus de maintenance plus transparents et faciles à auditer.

En conclusion, les résultats valident que l'application est non seulement fonctionnelle et robuste, mais qu'elle a le potentiel de transformer en profondeur la gestion des infrastructures du MINPROFF.

### 2.2. Validation par les utilisateurs

La validation par les utilisateurs est l'étape finale qui confirme la pertinence d'une solution numérique dans le monde réel. J'ai eu l'opportunité de présenter l'application à un petit groupe d'agents de la Sous-Direction du Budget, du Matériel et de la Maintenance (SDBMM) et de la Cellule Informatique du MINPROFF. Leurs commentaires et retours d'expérience ont été très positifs et ont apporté une grande crédibilité à mon travail.

### Commentaires et retours d'expérience

Les agents ont réagi très positivement à l'outil, soulignant plusieurs points forts qui répondent directement à leurs besoins quotidiens :

* **Facilité d'utilisation et d'adoption :** Le retour le plus fréquent concernait la simplicité de l'interface. Les agents, habitués aux procédures manuelles, ont trouvé l'outil intuitif et facile à prendre en main. L'architecture claire et la navigation simple ont été particulièrement appréciées, car elles ne nécessitent pas une formation longue et complexe. Un agent a noté que l'application "rend le travail beaucoup plus agréable et rapide".
* **Centralisation et accès à l'information :** La fonctionnalité d'inventaire centralisé a été perçue comme un gain de temps énorme. Les agents n'auront plus à chercher des documents physiques ou des fichiers éparpillés. La possibilité de consulter l'historique de chaque équipement en un seul clic a été considérée comme un avantage majeur pour la traçabilité.
* **Pertinence des fonctionnalités :** Les fonctionnalités de reporting et de suivi des coûts ont particulièrement intéressé les responsables, car elles leur permettront de justifier plus facilement les budgets de maintenance. Le système d'alerte pour la maintenance préventive a été salué comme une solution concrète pour éviter les pannes imprévues.

### Améliorations suggérées

Les retours des utilisateurs ont également mis en lumière des pistes d'amélioration pour les futures versions de l'application :

* **Fonctionnalité de gestion des garanties :** Un agent a suggéré d'ajouter un module de suivi des garanties d'équipement pour que le ministère puisse les faire valoir plus facilement en cas de panne.
* **Application mobile plus avancée :** Bien que l'interface soit responsive, les techniciens ont exprimé le souhait d'une future application mobile native pour une meilleure utilisation hors ligne et l'accès à la caméra pour l'envoi de photos de pannes.

Cette validation par les utilisateurs a confirmé que le projet répondait à un besoin réel et que l'approche de conception était la bonne. Leurs suggestions enrichissent la feuille de route du projet et démontrent le potentiel de l'application à devenir un outil indispensable pour le MINPROFF.

### 2.3. Adéquation de l'outil avec le contexte du ministère

L'analyse des résultats et les retours des utilisateurs confirment l'**adéquation parfaite** de l'outil avec le contexte et les besoins spécifiques du Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF). Bien loin des solutions génériques et coûteuses du marché, l'application que j'ai conçue est une réponse sur mesure aux réalités de l'administration publique camerounaise.

### Une solution sur mesure pour un Ministère public

* **Simplicité et pertinence :** L'outil a été conçu pour être aussi intuitif que possible. Son interface épurée et ses fonctionnalités ciblées évitent la complexité inutile des logiciels industriels. Il se concentre sur les besoins essentiels du ministère : l'inventaire, le suivi des interventions, et la génération de rapports.
* **Accessibilité et coût maîtrisé :** Le choix de technologies **open-source et gratuites** (Java, Spring Boot, ReactJS, PostgreSQL) est un atout financier majeur. Il permet au MINPROFF de s'équiper d'un système de gestion moderne sans engager de lourdes dépenses en licences logicielles, rendant le projet économiquement viable et durable.
* **Adaptation aux réalités du terrain :** La conception a tenu compte de l'environnement de travail, en rendant l'application accessible depuis n'importe quel terminal. Cette approche assure que les techniciens sur le terrain peuvent utiliser l'outil pour des saisies en temps réel, garantissant ainsi l'exactitude des données.

En conclusion, ce projet de fin d'études a démontré qu'une solution numérique, même développée avec des moyens modestes, peut apporter une valeur ajoutée significative à une institution publique. L'application est un outil efficace et pertinent pour transformer la gestion des infrastructures du MINPROFF.

**CONCLUSION GENERALE**

### 1. Rappel de l'objectif et de la problématique

Ce mémoire avait pour point de départ une problématique claire : **Comment la conception et la mise en œuvre d'une application numérique peuvent-elles améliorer l'efficacité de la gestion des infrastructures au sein du Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille (MINPROFF) ?**

L'objectif de mon projet de fin d'études était de ne pas me contenter d'une simple analyse théorique. Il s'agissait de proposer une **solution viable et concrète** pour moderniser la gestion d'actifs physiques au sein du MINPROFF. La phase d'immersion m'a permis de constater qu'une approche manuelle et fragmentée de la gestion entravait la performance du service public, créant des pertes de temps et des inefficacités.

Pour y remédier, j'ai conçu un prototype d'application capable de répondre à ce besoin. Mon mémoire a ainsi documenté l'ensemble de la démarche, de l'identification du problème à la validation de la solution, en passant par sa conception technique et son développement.

**2. Synthèse des résultats obtenus**

Le bilan de mon stage a clairement mis en évidence les lacunes de la gestion traditionnelle des infrastructures au sein du MINPROFF. J'ai pu observer un **manque criard de centralisation**, où les données étaient dispersées sur des documents papier et des feuilles de calcul. Cette gestion manuelle était source de pertes de temps, d'erreurs et rendait impossible le suivi précis des équipements et des coûts. Ce constat a été le moteur de mon projet et la raison d'être de ma solution.

**L'apport de ma solution**

En réponse à ces problématiques, j'ai conçu et réalisé une application qui a démontré sa capacité à transformer la gestion du patrimoine du ministère. Mon prototype offre un **inventaire centralisé** qui regroupe toutes les informations en une seule base de données, éliminant ainsi les risques de duplication et de perte. Il permet un **suivi en temps réel** des interventions de maintenance, ce qui remplace le système réactif et imprévisible par une approche proactive.

### 3. Limites et perspectives

Toute recherche a ses limites, et il est essentiel de les reconnaître pour en évaluer la portée et envisager l'avenir. Mon projet, bien que fructueux, a été développé dans le cadre contraint d'un stage de fin d'études. Par conséquent, il représente un **prototype fonctionnel**, conçu pour démontrer la faisabilité et la pertinence du concept. Les contraintes de temps n'ont pas permis son déploiement à grande échelle ou l'intégration de toutes les fonctionnalités possibles.

### Perspectives et pistes d'amélioration

Ce travail pose les fondations d'un projet plus ambitieux. Plusieurs perspectives et pistes d'évolution peuvent être envisagées pour que cette application devienne un outil complet et indispensable :

1. **Déploiement complet et généralisé** : La prochaine étape logique est de déployer l'application sur tous les services du MINPROFF, y compris les délégations régionales et départementales. Une fois cette phase réussie, le modèle pourrait être généralisé et adapté à d'autres ministères ou institutions publiques au Cameroun ou dans la sous-région, contribuant ainsi à une modernisation plus large de l'administration.
2. **Ajout de nouvelles fonctionnalités** : L'application pourrait être enrichie de modules avancés. On pourrait envisager une **version mobile native** pour les équipes de terrain, permettant une utilisation hors ligne et la capture de photos de pannes directement depuis le smartphone. L'intégration de la **gestion budgétaire** et des bons de commande permettrait de relier directement les demandes de maintenance aux budgets alloués.
3. **Intégration de technologies émergentes** : À plus long terme, l'application pourrait intégrer des technologies de pointe, comme la **réalité augmentée** pour superposer des informations de maintenance sur l'image d'un équipement, ou l'**Internet des objets (IoT)** pour collecter des données en temps réel sur l'état des machines.

En conclusion, ce projet de fin d'études a démontré que l'innovation et la technologie ne sont pas un luxe, mais une nécessité pour le développement de l'administration publique. En offrant une solution concrète aux défis de gestion, il ouvre la voie à une ère de transparence et d'efficacité, essentielle pour tout service public moderne digne de ce nom.