



REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE DOUALA

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
POLYTECHNIQUE DE DOUALA

B.P. 2701 Douala
Tél. (237) 697 542 240

REPUBLIC OF CAMEROON

Peace – Work – Fatherland

THE UNIVERSITY OF DOUALA

NATIONAL HIGHER POLYTECHNIC
SCHOOL OF DOUALA

P.O. Box :2701 Douala
Phone :(237) 697 542 240



CAHIER DE CHARGES – APPLICATION MOBILE D'AIDE AU DIAGNOSTIC MEDICAL A L'AIDE DE L'IA

MEDA - Application de Diagnostic Médical par Intelligence Artificielle

Version : 2.0

Date : 14 Décembre 2025

Statut : Implémentation Complétée

Confidentialité : Confidentiel



Table de Matières

1. RÉSUMÉ EXÉCUTIF	6
2. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DU PROJET	6
2.1 Problématique.....	6
2.2 Opportunité.....	7
2.3 Justification du Projet.....	7
3. OBJECTIFS DU PROJET.....	8
3.1 Objectifs Métier.....	8
3.2 Objectifs Techniques.....	8
3.3 Objectifs Utilisateur	8
4. PÉRIMÈTRE DU PROJET.....	9
4.1 Inclus dans le Projet	9
Fonctionnalités Principales :	9
Documentation :	11
4.2 Exclus du Projet (Phase 1).....	12
4.3 Évolutions Futures Potentielles	12
5. SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES	12
5.1 Module d'Authentification et Gestion des Utilisateurs	12
Inscription.....	12
Connexion	12
Profils Utilisateurs	13
5.2 Module Tableau de Bord.....	13
Vue d'Ensemble	13
Personnalisation.....	13
5.3 Module d'Analyse d'Images Médicales	13
Upload d'Images	13
Types d'Analyses Supportées.....	14
Résultats d'Analyse.....	14
Outils de Visualisation	15
5.4 Module d'Interprétation de Données Cliniques.....	15
Saisie de Données.....	15
Analyses Supportées.....	15

Résultats	16
5.5 Module de Gestion des Patients	16
Recherche et Filtrage.....	16
Suivi Longitudinal.....	17
5.6 Module de Génération de Rapports.....	17
Rapports Automatiques	17
Édition de Rapports	17
Export et Partage	17
5.7 Module de Collaboration.....	18
Partage de Cas	18
Discussion	18
Equipes	18
6. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	19
6.1 Stack Technologique	19
Frontend.....	19
Backend.....	19
Infrastructure	19
Sécurité :	20
7. Spécifications UI/UX	20
7.1 Principes de Design	20
7.2 Design System.....	20
Thèmes	20
Typographie.....	21
Espacements	21
Arrondis.....	21
Ombres	21
Animations	21
Responsive Design	22
8. ARCHITECTURE SYSTÈME	22
8.1 Architecture Globale	22
8.2 Flux de Données (Analyse d'Image).....	23
9. PLANIFICATION ET CALENDRIER	23
Planning Détailé (3 Semaines)	23
10. BUDGET ET RESSOURCES.....	25

10.1 Ressources Humaines (3 semaines).....	25
10.2 Infrastructure et Licences	26
10.3 Matériel et Équipements.....	26
10.3.1 Postes de Travail Développement	26
10.3.2 Serveurs et Infrastructure Locale.....	28
10.3.3 Péphériques et Accessoires	28
10.3.4 Équipements de Test.....	29
10.3.5 Logiciels et Licences	29
10.3.6 Autres Coûts	30
10.3.7 Récapitulatif Matériel et Autres Coûts	31
10.4 Budget Total	31
11. QUALITE ET CONFORMITE.....	32
11.1 Standards de Qualité.....	32
Code	32
Performance.....	32
Accessibilité	32
11.2 Conformité Réglementaire	32
RGPD	32
HDS (Hébergement Données de Santé)	33
Standards ISO/IEC	33
11.3 Tests et Validation.....	33
Types de Tests	33
Validation Clinique	33
12. RISQUES ET CONTRAINTES.....	34
12.1 Risques Techniques	34
12.2 Risques Réglementaires.....	34
12.3 Risques Projet.....	35
12.4 Contraintes.....	35
Techniques.....	35
Réglementaires	35
Budgétaires	35
13. CRITÈRES D'ACCEPTATION	36
13.1 Fonctionnels	36
13.2 Techniques.....	36

13.3 Sécurité.....	36
13.4 Qualité	36
14. ANNEXES	37
14.1 Glossaire.....	37
14.2 Modèles IA Utilisés.....	37
14.3 Datasets de Validation.....	37
14.4 Calendrier des Jalons.....	38
SIGNATURES	39

1. RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Meda est une application web innovante de diagnostic médical assisté par intelligence artificielle, conçue pour aider les professionnels de santé dans leurs décisions cliniques. Cette solution exploite des modèles d'IA pré-entraînés de pointe pour analyser des données médicales multimodales (images médicales, données cliniques, résultats de laboratoire) et fournir des recommandations diagnostiques précises et explicables.

Le projet vise à développer une plateforme complète, bilingue (français/anglais), avec modes clair et sombre, accessible via navigateur web, permettant :

- ❖ L'analyse d'images médicales (radiographies, IRM, CT scans)
- ❖ L'interprétation de données cliniques et de laboratoire
- ❖ La génération de rapports diagnostiques détaillés
- ❖ Le suivi de l'historique des patients
- ❖ La collaboration entre professionnels de santé

Durée du projet : 3 semaines

Budget estimé : 65 000 000 - 75 000 000 XAF

Équipe : 5 personnes

2. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DU PROJET

2.1 Problématique

Les professionnels de santé font face à plusieurs défis :

- ❖ Volume croissant de données médicales à analyser

- ❖ Pénurie de radiologues et spécialistes dans certaines régions
- ❖ Nécessité d'un second avis rapide et fiable
- ❖ Risque d'erreurs diagnostiques dues à la fatigue ou à la charge de travail
- ❖ Temps d'attente prolongés pour les patients

2.2 Opportunité

L'intelligence artificielle médicale a démontré des capacités remarquables :

- ❖ Précision diagnostique égale ou supérieure aux experts humains dans certains domaines
- ❖ Disponibilité de modèles pré-entraînés open-source de haute qualité
- ❖ Réduction significative du temps d'analyse
- ❖ Standardisation des processus diagnostiques
- ❖ Amélioration de l'accès aux soins

2.3 Justification du Projet

Meda répond à un besoin réel en proposant une solution :

- ❖ **Accessible** : Interface web moderne, aucune installation requise
- ❖ **Fiable** : Basée sur des modèles validés scientifiquement
- ❖ **Explicable** : Transparence des recommandations IA
- ❖ **Collaborative** : Facilite le partage entre professionnels
- ❖ **Conforme** : Respect des réglementations médicales (RGPD, HDS)

3. OBJECTIFS DU PROJET

3.1 Objectifs Métier

- ❖ **Améliorer la précision diagnostique** : Réduire les erreurs de diagnostic de 15-20%
- ❖ **Réduire le temps d'analyse** : Diminuer de 40% le temps nécessaire pour l'analyse d'images
- ❖ **Augmenter l'accessibilité** : Fournir un outil de diagnostic dans les zones sous-dotées
- ❖ **Faciliter la collaboration** : Permettre le partage sécurisé entre professionnels
- ❖ **Améliorer l'expérience patient** : Réduire les délais d'attente pour les résultats

3.2 Objectifs Techniques

- ❖ **Performance** : Temps de réponse < 5 secondes pour l'analyse d'images
- ❖ **Précision** : Taux de précision $\geq 90\%$ sur les pathologies ciblées
- ❖ **Disponibilité**: Uptime de 99.5%
- ❖ **Sécurité** : Conformité RGPD (respect du Règlement General sur la Protection des Données) et chiffrement des données
- ❖ **Scalabilité** : Support de 100+ utilisateurs simultanés

3.3 Objectifs Utilisateur

- ❖ **Facilité d'utilisation** : Interface intuitive, formation minimale requise
- ❖ **Transparence** : Explications claires des recommandations IA
- ❖ **Fiabilité** : Confiance dans les résultats fournis

4. PÉRIMÈTRE DU PROJET

4.1 Inclus dans le Projet

Fonctionnalités Principales :

❖ **Authentification et Sécurité**

- Inscription et connexion utilisateur
- JWT avec refresh automatique (toutes les 5 minutes)
- Gestion de session sécurisée
- Profil utilisateur modifiable
- Déconnexion sécurisée

❖ **Gestion des Patients**

- CRUD complet (Create, Read, Update, Delete)
- Fiche patient détaillée avec:
 - Informations personnelles
 - Antécédents médicaux
 - Historique des consultations
 - Images médicales associées
- Recherche et filtrage
- Liaison automatique patient-images-consultations

❖ **Images Médicales**

- Upload d'images (DICOM, PNG, JPG, TIFF)
- Stockage sécurisé dans MinIO

- Galerie avec prévisualisation
- Association automatique aux patients
- Téléchargement d'images
- Suppression avec cascade (analyses associées)
- Support multi-types: X-Ray, CT, MRI, Retinal, Ultrasound

❖ Consultations Médicales

- Création de consultation complète:
 - Motif de consultation
 - Symptômes déclarés
 - Signes vitaux (température, TA, FC, FR, SpO2)
 - Sélection d'images médicales
- Diagnostic IA intégré avec:
 - Analyse multi-sources (symptômes + images + antécédents + signes vitaux)
 - Diagnostic principal détaillé
 - 7 diagnostics différentiels
 - Score de confiance
 - Niveau d'urgence (routine/priority/urgent)
 - Recommandations cliniques spécifiques
 - Tests suggérés détaillés
- Sauvegarde complète de la consultation

❖ Rapports et Statistiques

- Dashboard avec métriques en temps réel :
 - Nombre total de patients
 - Nouveaux patients ce mois
 - Images médicales uploadées
 - Analyses IA complétées
 - Consultations effectuées
 - Graphiques interactifs:
 - Activité mensuelle (barres)
 - Répartition par type (pourcentages)
 - Export CSV fonctionnel
 - Filtrage par période
- ❖ Intégration directe avec systèmes hospitaliers (PACS, HIS)

Infrastructures :

- ❖ Hébergement cloud sécurisé
- ❖ Base de données chiffrée
- ❖ API RESTful
- ❖ Système de logs et monitoring

Documentation :

- ❖ Documentation technique
- ❖ Guide utilisateur
- ❖ Documentation API

4.2 Exclus du Projet (Phase 1)

- ❖ Application mobile native (iOS/Android)
- ❖ Téléconsultation vidéo
- ❖ Prescription électronique
- ❖ Analyse génomique avancée
- ❖ Support d'autres langues (au-delà du FR)

4.3 Évolutions Futures Potentielles

- ❖ Applications mobiles natives
- ❖ Support multilingue étendu
- ❖ Module de génomique
- ❖ Analytics et BI avancés

5. SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES

5.1 Module d'Authentification et Gestion des Utilisateurs

Inscription

- ❖ Création de compte avec email professionnel
- ❖ Validation par email

Connexion

- ❖ Authentification par email/mot de passe
- ❖ Session sécurisée avec timeout

Profils Utilisateurs

- ❖ Rôles : Médecin, Radiologue, Infirmier
- ❖ Gestion des permissions par rôle
- ❖ Changement de mot de passe et déconnexion
- ❖ Profil personnalisable (photo, spécialité, établissement)

5.2 Module Tableau de Bord

Vue d'Ensemble

- ❖ Statistiques personnelles (analyses effectuées, patients suivis)
- ❖ Cas récents et en attente
- ❖ Notifications et alertes
- ❖ Accès rapide aux fonctionnalités principales

Personnalisation

- ❖ Widgets configurables
- ❖ Raccourcis personnalisés

5.3 Module d'Analyse d'Images Médicales

Upload d'Images

- ❖ Support formats: DICOM, PNG, JPEG, TIFF
- ❖ Upload par glisser-déposer
- ❖ Upload multiple (batch processing)

- ❖ Taille maximale : 50 MB par fichier
- ❖ Prévisualisation avant analyse

Types d'Analyses Supportées

❖ Radiographie thoracique :

- Détection de pneumonie
- Détection de tuberculose
- Détection de nodules pulmonaires
- Détection de pneumothorax
- Cardiomégalie

❖ Scanner CT:

- Détection d'hémorragie cérébrale
- Détection d'AVC
- Détection de tumeurs
- Segmentation d'organes

❖ IRM:

- Détection de tumeurs cérébrales
- Sclérose en plaques
- Anomalies structurelles

❖ Rétinographie:

- Rétinopathie diabétique
- DMLA (Dégénérescence Maculaire)
- Glaucome

Résultats d'Analyse

- ❖ Score de confiance (0-100%)

- ❖ Zones d'intérêt annotées (heatmap)
- ❖ Liste des pathologies détectées
- ❖ Niveau de gravité
- ❖ Recommandations cliniques
- ❖ Explications IA (attention maps)

Outils de Visualisation

- ❖ Zoom et pan
- ❖ Ajustement luminosité/contraste
- ❖ Mesures et annotations manuelles
- ❖ Comparaison côte-à-côte (avant/après)
- ❖ Vue multi-plans (pour CT/IRM)

5.4 Module d'Interprétation de Données Cliniques

Saisie de Données

- ❖ Formulaires structurés par type d'examen
- ❖ Import de données (CSV, JSON, HL7)
- ❖ Saisie vocale (speech-to-text)

Analyses Supportées

- ❖ Analyse de résultats de laboratoire
- ❖ Interprétation d'ECG
- ❖ Analyse de signes vitaux

- ❖ Évaluation de risques (cardiovasculaire, diabète)
- ❖ Prédiction de progression de maladie

Résultats

- ❖ Interprétation en langage naturel
- ❖ Valeurs normales vs anormales
- ❖ Tendances temporelles
- ❖ Alertes sur valeurs critiques
- ❖ Recommandations de suivi

5.5 Module de Gestion des Patients

Dossier Patient

- ❖ Informations démographiques
- ❖ Antécédents médicaux
- ❖ Allergies et contre-indications
- ❖ Historique des analyses
- ❖ Documents attachés

Recherche et Filtrage

- ❖ Recherche par nom, ID, date de naissance
- ❖ Filtres multiples (âge, pathologie, date)
- ❖ Tri personnalisable

Suivi Longitudinal

- ❖ Timeline des événements médicaux
- ❖ Évolution des pathologies
- ❖ Graphiques de tendances
- ❖ Comparaison d'examens dans le temps

5.6 Module de Génération de Rapports

Rapports Automatiques

- ❖ Génération automatique basée sur l'analyse IA
- ❖ Template personnalisable
- ❖ Sections : Données patient, Examen, Résultats, Interprétation, Recommandations
- ❖ Signature électronique

Édition de Rapports

- ❖ Éditeur WYSIWYG
- ❖ Ajout d'images annotées
- ❖ Insertion de graphiques
- ❖ - Commentaires personnalisés

Export et Partage

- ❖ Export PDF
- ❖ Export DICOM SR (Structured Report)
- ❖ Envoi sécurisé par email

- ❖ Lien de partage temporaire

5.7 Module de Collaboration

Partage de Cas

- ❖ Partage sécurisé entre professionnels
- ❖ Demande d'avis (second opinion)
- ❖ Anonymisation optionnelle
- ❖ Contrôle d'accès granulaire

Discussion

- ❖ Commentaires sur les cas
- ❖ Mentions (@utilisateur)
- ❖ Notifications en temps réel
- ❖ Historique des discussions

Equipes

- ❖ Création d'équipes/groupes
- ❖ Partage automatique au sein de l'équipe
- ❖ Rôles au sein de l'équipe

6. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

6.1 Stack Technologique

Frontend

- ❖ **Framework:** Next.js 14 (App Router)
- ❖ **Langage:** TypeScript
- ❖ **Styling:** Tailwind CSS
- ❖ **Animations:** Framer Motion
- ❖ **Graphiques:** Recharts
- ❖ **HTTP Client:** Fetch API avec Token Manager
- ❖ **État:** React Hooks (useState, useEffect)

Backend

- ❖ **Framework:** FastAPI
- ❖ **Langage:** Python 3.11+
- ❖ **ORM:** SQLAlchemy
- ❖ **Base de données:** PostgreSQL
- ❖ **Stockage fichiers:** MinIO
- ❖ **Cache:** Redis (prévu)
- ❖ **Authentification:** JWT (python-jose)
- ❖ **Hashing:** Argon2

Infrastructure

- ❖ **Conteneurisation:** Docker + Docker Compose
- ❖ **Services:**
 - PostgreSQL 15
 - MinIO (S3-compatible)
 - Redis (prévu)
- ❖ **Reverse Proxy:** Nginx (production)

Sécurité :

- ❖ Chiffrement AES-256 (au repos)
- ❖ TLS 1.3 (en transit)
- ❖ JWT avec refresh tokens
- ❖ 2FA (TOTP)
- ❖ Conformité RGPD, HDS

7. Spécifications UI/UX

7.1 Principes de Design

- ❖ Clarté et hiérarchie visuelle
- ❖ Efficacité (minimiser les clics)
- ❖ Cohérence (design system unifié)
- ❖ Accessibilité (WCAG 2.1 AA)
- ❖ Professionnalisme medical

7.2 Design System

Thèmes

- ❖ **Primary:** Emerald (500-600)
- ❖ **Secondary:** Teal (500-600)
- ❖ **Accent:** Cyan (500-600)
- ❖ **Background:** White, Emerald-50
- ❖ **Text:** Gray-700, Gray-900

Typographie

- ❖ **Font :** Inter (Google Fonts)
- ❖ **Titres :** 2xl-6xl, font-bold/extrabold
- ❖ **Corps :** base-lg, font-normal/medium
- ❖ **Gradient text pour titres importants**

Espacements

- ❖ **Padding :** 4-8 (composants), 6-10 (containers)
- ❖ **Margin :** 2-6 (éléments), 8-12 (sections)
- ❖ **Gap :** 2-4 (flex/grid)

Arrondis

- ❖ **Boutons:** rounded-2xl (1rem)
- ❖ **Cartes:** rounded-3xl (1.5rem)
- ❖ **Inputs:** rounded-2xl (1rem)
- ❖ **Images:** rounded-xl (0.75rem)

Ombres

- ❖ **Cards:** shadow-lg
- ❖ **Hover:** shadow-xl
- ❖ **Active:** shadow-md
- ❖ **Colored:** shadow-emerald-300/50

Animations

- ❖ **Hover:** scale (1.05), duration-300
- ❖ **Tap:** scale (0.95)
- ❖ **Transitions:** all, duration-300
- ❖ **Blobs:** 7s infinite

Responsive Design

- ❖ **Desktop:** 1280px (optimal: 1920px)
- ❖ **Tablette:** 768px - 1279px
- ❖ **Mobile:** < 768px

8. ARCHITECTURE SYSTÈME

8.1 Architecture Globale

- ❖ UTILISATEURS (Navigateurs Web) HTTPS LOAD BALANCER / CDN
- ❖ FRONTEND (Next.js)



Figure 1: Next.js icon

- ❖ BACKEND: (FastAPI)

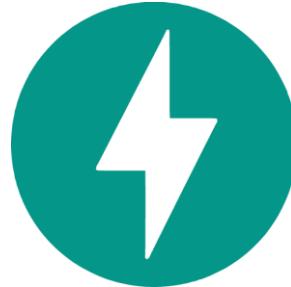


Figure 2: FastAPI icon

- ❖ Base de données: PostgreSQL
- ❖ Stockage de fichiers: MinIO
- ❖ Cache: Redis
- ❖ AI INFERENCE ENGINE (GPU Instances)
 - Pillar-0
 - MedGemma
 - SAM-Med2D/3D

8.2 Flux de Données (Analyse d'Image)

- ❖ Upload image Frontend
- ❖ Validation Backend API
- ❖ Stockage MinIO
- ❖ Prétraitement Backend
- ❖ Inférence AI Engine (GPU)
- ❖ Post-traitement Backend
- ❖ Stockage résultats PostgreSQL
- ❖ Retour résultats Frontend

9. PLANIFICATION ET CALENDRIER

Planning Détailé (3 Semaines)

SEMAINE 1 : FONDATIONS ET INFRASTRUCTURE (Jours 1-5)

- ❖ Setup environnement, Git, CI/CD, Docker
- ❖ Configuration PostgreSQL, Redis, MinIO
- ❖ Architecture FastAPI et Next.js de base
- ❖ Système d'authentification (JWT, 2FA)

- ❖ Design system et composants UI
- ❖ Configuration i18n et thèmes

Livrable : Infrastructure opérationnelle + Auth fonctionnel

SEMAINE 2 : MODULES CORE ET IA (Jours 6-10)

- ❖ Upload et gestion d'images
- ❖ Intégration modèles IA (Pillar-0, MedGemma)
- ❖ Pipeline prétraitement et inférence GPU
- ❖ Visualiseur d'images médical
- ❖ Gestion dossiers patients
- ❖ Génération automatique de rapports
- ❖ Export PDF et DICOM SR

Livrable : Module IA opérationnel + Gestion patients

SEMAINE 3 : FINALISATION ET DÉPLOIEMENT (Jours 11-15)

- ❖ Module collaboration et équipes
- ❖ Système de notifications
- ❖ Dashboard administrateur
- ❖ Audit sécurité complet
- ❖ Conformité RGPD
- ❖ Tests de pénétration
- ❖ Déploiement production
- ❖ Documentation complète

- ❖ Formation équipe

Livrable : Application complète déployée

10. BUDGET ET RESSOURCES

10.1 Ressources Humaines (3 semaines)

Rôle	Nombre	Taux Journalier	Jours	Total
Chef de Projet / Product Owner	1	393 600 XAF	15	5 904 000 XAF
Développeur Full-Stack Senior	2	360 800 XAF	15	10 824 000 XAF
Ingénieur ML/IA	1	426 400 XAF	15	6 396 000 XAF
Designer UI/UX	1	328 000 XAF	10	3 280 000 XAF
Ingénieur DevOps	1	360 800 XAF	8	2 886 400 XAF
Expert Sécurité	1	459 200 XAF	5	2 296 000 XAF
Testeur QA	1	295 200 XAF	10	2 952 000 XAF
Rédacteur Technique	1	262 400 XAF	5	1 312 000 XAF

Sous-total Ressources Humaines : 35 850 400 XAF

10.2 Infrastructure et Licences

Poste	Coût Mensuel	Total
Instances compute (CPU)	196 800 XAF	196 800 XAF
Instances GPU (ML)	524 800 XAF	524 800 XAF
Base de données RDS	131 200 XAF	131 200 XAF
Stockage S3/MinIO	65 600 XAF	65 600 XAF
CDN et Load Balancer	98 400 XAF	98 400 XAF
Services tiers (email, monitoring)	118 080 XAF	118 080 XAF
Licences logicielles	121 360 XAF	121 360 XAF

Sous-total Infrastructure: 1 256 240 XAF

10.3 Matériel et Équipements

10.3.1 Postes de Travail Développement

Équipement	Quantité	Caractéristiques	Prix Unitaire	Total
Ordinateur Développeur (x4)	4	- Processeur: Intel Core i7-13700K / AMD Ryzen 7 7700X- RAM: 32 GB DDR5- SSD: 1 TB NVMe- Écran: 27" 4K- OS: Windows 11	820 000 XAF	3 280 000 XAF

		Pro / Ubuntu 22.04		
Ordinateur Designer UI/UX	1	- Processeur : Intel Core i7- 13700K- RAM : 32 GB DDR5- SSD : 1 TB NVMe- GPU : NVIDIA RTX 4060- Écran : 27" 4K calibré couleurs- Tablette graphique Wacom	984 000 XAF	984 000 XAF
Station GPU (ML/IA)	1	- Processeur : AMD Ryzen 9 7950X- RAM : 64 GB DDR5- SSD : 2 TB NVMe- GPU : NVIDIA RTX 4090 24GB- Alimentation : 1000W- Refroidissement liquide	2 624 000 XAF	2 624 000 XAF
Ordinateur DevOps/Admin	1	- Processeur: Intel Core i5- 13600K- RAM: 16 GB DDR5- SSD: 512 GB NVMe- Écran: 24" Full HD	656 000 XAF	656 000 XAF
Ordinateur QA/Test	1	- Processeur: Intel Core i5- 13600K- RAM: 16 GB DDR5- SSD: 512 GB	656 000 XAF	656 000 XAF

		NVMe- Écran: 24" Full HD		
--	--	-----------------------------	--	--

Sous-total Postes de Travail : 8 200 000 XAF

10.3.2 Serveurs et Infrastructure Locale

Équipement	Quantité	Caractéristiques	Prix Unitaire	Total
Serveur GPU Développement	1	- Processeur: 2x Intel Xeon Silver 4314- RAM: 128 GB ECC- SSD: 4 TB NVMe RAID- GPU: 2x NVIDIA A4000 16GB- Réseau: 10 Gbps- Rack 2U	6 560 000 XAF	6 560 000 XAF
NAS Stockage	1	- Capacité : 20 TB (RAID 5) - Réseau : 10 Gbps- Backup automatique	1 312 000 XAF	1 312 000 XAF
Switch Réseau	1	- 24 ports Gigabit- 4 ports 10 Gbps SFP+	328 000 XAF	328 000 XAF

Sous-total Infrastructure Locale : 8 528 000 XAF

10.3.3 Périphériques et Accessoires

Équipement	Quantité	Description	Prix Unitaire	Total
Clavier mécanique	8	Clavier programmable RGB	65 600 XAF	524 800 XAF

Souris ergonomique	8	Souris sans fil haute précision	32 800 XAF	262 400 XAF
Webcam HD	8	1080p pour visioconférences	49 200 XAF	393 600 XAF
Casque audio	8	Réduction de bruit active	98 400 XAF	787 200 XAF
Hub USB-C	8	Multi-ports (HDMI, USB 3.0, Ethernet)	32 800 XAF	262 400 XAF

Sous-total Périphériques: 2 230 400 XAF

10.3.4 Équipements de Test

Équipement	Quantité	Description	Prix Unitaire	Total
Tablette Android	2	Samsung Galaxy Tab S9 (test mobile)	328 000 XAF	656 000 XAF
iPad Pro	1	12.9" M2 (test iOS)	656 000 XAF	656 000 XAF
Smartphones test	3	iPhone 15, Samsung S24, Pixel 8	492 000 XAF	1 476 000 XAF

Sous-total Équipements Test : 2 788 000 XAF

10.3.5 Logiciels et Licences

Logiciel	Quantité	Type	Prix Unitaire	Total

JetBrains All Products	4	Licence annuelle développeur	131 200 XAF	524 800 XAF
Adobe Creative Cloud	1	Licence annuelle designer	262 400 XAF	262 400 XAF
Microsoft Office 365	8	Licence annuelle	49 200 XAF	393 600 XAF
Figma Professional	2	Licence annuelle	98 400 XAF	196 800 XAF
Postman Enterprise	4	Licence annuelle	65 600 XAF	262 400 XAF
Antivirus Enterprise	8	Licence annuelle	32 800 XAF	262 400 XAF

Sous-total Logiciels: 1 902 400 XAF

10.3.6 Autres Coûts

Poste	Montant
Formation équipe médicale	984 000 XAF
Création supports de formation	524 800 XAF
Audit conformité RGPD	1 312 000 XAF
Consultation juridique	984 000 XAF
Mobilier bureau (8 postes)	1 640 000 XAF
Installation et câblage réseau	656 000 XAF
Contingence (10%)	2 875 000 XAF

Sous-total Autres Coûts : 8 975 800 XAF

10.3.7 Récapitulatif Matériel et Autres Coûts

Catégorie	Montant
Postes de Travail	8 200 000 XAF
Infrastructure Locale	8 528 000 XAF
Périphériques et Accessoires	2 230 400 XAF
Équipements de Test	2 788 000 XAF
Logiciels et Licences	1 902 400 XAF
Autres Coûts	8 975 800 XAF

Total Matériel et Autres Coûts : 32 624 600 XAF

10.4 Budget Total

Catégorie	Montant
Ressources Humaines	35 850 400 XAF
Infrastructure Cloud et Licences	1 256 240 XAF
Matériel et Autres Coûts	32 624 600 XAF
TOTAL PROJET	69 731 240 XAF

Fourchette budgétaire : 65 000 000 - 75 000 000 XAF

11. QUALITE ET CONFORMITE

11.1 Standards de Qualité

Code

- ❖ Couverture tests 80%
- ❖ Linting automatique (ESLint, Prettier, Black)
- ❖ Code review obligatoire (2 approbations)
- ❖ Documentation inline

Performance

- ❖ Temps de chargement < 3 secondes
- ❖ Temps d'inférence IA < 5 secondes
- ❖ Score Lighthouse 90 - Uptime 99.5%

Accessibilité

- ❖ Conformité WCAG 2.1 niveau AA
- ❖ Support lecteurs d'écran
- ❖ Navigation clavier complète

11.2 Conformité Réglementaire

RGPD

- ❖ Consentement explicite
- ❖ Droits utilisateurs (accès, rectification, effacement)
- ❖ DPO désigné
- ❖ Registre des traitements
- ❖ DPIA réalisée

- ❖ Notification violation < 72h

HDS (Hébergement Données de Santé)

- ❖ Hébergeur certifié HDS
- ❖ Traçabilité des accès
- ❖ Chiffrement des données
- ❖ Plan de continuité (PCA)
- ❖ Plan de reprise (PRA)

Standards ISO/IEC

- ❖ ISO 27001 (Sécurité de l'information)
- ❖ ISO 13485 (Dispositifs médicaux - si applicable)
- ❖ IEC 62304 (Logiciels médicaux - si applicable)

11.3 Tests et Validation

Types de Tests

- ❖ Tests unitaires (Jest, Pytest)
- ❖ Tests d'intégration
- ❖ Tests end-to-end (Playwright, Cypress)
- ❖ Tests de performance (K6, Locust)
- ❖ Tests de sécurité (OWASP ZAP)
- ❖ Tests d'accessibilité (axe-core)

Validation Clinique

- ❖ Validation sur datasets publics (ChestX-ray14, MIMIC-CXR, BraTS)

- ❖ Comparaison avec diagnostics experts
- ❖ Métriques : sensibilité, spécificité, AUC-ROC
- ❖ Documentation des performances et limitations

12. RISQUES ET CONTRAINTES

12.1 Risques Techniques

Risque	Probabilité	Impact	Mitigation
Performance IA insuffisante	Moyenne	Elevé	Ensemble de modèles, validation datasets
Temps d'inférence trop long	Moyenne	Moyen	Optimisation (quantization), GPUs performants
Bugs critiques en production	Moyenne	Elevé	Tests exhaustifs, CI/CD, monitoring

12.2 Risques Réglementaires

Risque	Probabilité	Impact	Mitigation
Non-conformité RGPD	Faible	Critique	Audit RGPD dès le début, DPO impliqué
Violation de données	Faible	Critique	Chiffrement bout-en-bout, tests pénétration
Responsabilité médicale	Moyenne	Critique	Disclaimers, outil d'aide (pas diagnostic auto)

12.3 Risques Projet

Risque	Probabilité	Impact	Mitigation
Dépassement délai	Moyenne	Moyen	Planning avec buffer, sprints courts
Dépassement budget	Moyenne	Moyen	Contingence 10%, suivi hebdomadaire
Changements de scope	Élevée	Moyen	CDC verrouillé, change management strict

12.4 Contraintes

Techniques

- ❖ Navigateurs modernes uniquement
- ❖ Connexion internet stable requise
- ❖ GPU nécessaire pour inférence IA

Réglementaires

- ❖ Conformité RGPD obligatoire
- ❖ Hébergement HDS pour données françaises
- ❖ Traçabilité complète des accès

Budgétaires

- ❖ Budget fixe : 46 159 440 XAF
- ❖ Pas de dépassement sans validation

13. CRITÈRES D'ACCEPTATION

13.1 Fonctionnels

- ❖ Authentification et 2FA opérationnels
- ❖ Upload et analyse d'images < 5s
- ❖ Précision 90% sur datasets test
- ❖ Génération rapports automatique
- ❖ Partage sécurisé entre utilisateurs

13.2 Techniques

- ❖ Temps chargement < 3s
- ❖ Score Lighthouse 90
- ❖ Support 100+ utilisateurs simultanés
- ❖ Uptime 99.5%

13.3 Sécurité

- ❖ Chiffrement AES-256 + TLS 1.3
- ❖ Tests pénétration réussis
- ❖ Aucune vulnérabilité critique
- ❖ Conformité RGPD validée

13.4 Qualité

- ❖ Couverture tests 80%
- ❖ Aucun bug critique
- ❖ Documentation complète
- ❖ Formation utilisateurs effectuée

14. ANNEXES

14.1 Glossaire

Terme	Définition
IA	Intelligence Artificielle
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
RGPD	Réglement Général sur la Protection des Données
HDS	Hébergement de Données de Santé
JWT	JSON Web Token
2FA	Authentification à deux facteurs
CT	Computed Tomography - Scanner
IRM	Imagerie par Résistance Magnétique
GPU	Graphics Processing Unit

14.2 Modèles IA Utilisés

- ❖ **Pillar-0:** <https://github.com/ucberkeley-ai/pillar-0>
- ❖ **OpenMEDLab:** <https://github.com/openmedlab>
- ❖ **Google Health AI:** <https://health.google/ai-research/>
- ❖ **MONAI:** <https://monai.io/>

14.3 Datasets de Validation

- ❖ **ChestX-ray14** - 112,120 radiographies thoraciques
- ❖ **MIMIC-CXR** - 377,110 radiographies avec rapports
- ❖ **BraTS** - Tumeurs cérébrales (IRM)

- ❖ **LIDC-IDRI** - Nodules pulmonaires (CT)
- ❖ **Messidor** - Rétinopathie diabétique

14.4 Calendrier des Jalons

Jalon	Date	Livrables
Kickoff	Jour 1	Equipe constituée, environnement setup
Sprint 1 Review	Jour 5	Infrastructure + Auth fonctionnel
Sprint 2 Review	Jour 10	Module IA + Gestion patients
Sprint 3 Review	Jour 15	Application complète
Déploiement	Jour 15	Production live
Formation	Jour 16-17	Utilisateurs formés
Recette	Jour 18-21	Validation finale

SIGNATURES

Date: 14 Décembre 2025

Rôle	Nom	Signature	Date
Chef de Projet	[à compléter]	_____	____ / ____ / ____
Responsable Technique	[à compléter]	_____	____ / ____ / ____
Client / Sponsor	[à compléter]	_____	____ / ____ / ____
DPO	[à compléter]	_____	____ / ____ / ____

FIN DU DOCUMENT

Ce document est confidentiel et destiné uniquement aux parties prenantes du projet Meda.