CHAPITRE 1

CONTEXTE GÉNÉRAL DU PROJET

Introduction

Ce premier chapitre présente le contexte général dans lequel s'inscrit notre projet WAITLESS-CHU. Nous détaillerons l'environnement organisationnel hospitalier, la problématique identifiée au niveau des files d'attente traditionnelles, ainsi que les objectifs visés et la planification adoptée pour développer cette solution innovante.  
  
L'analyse du contexte hospitalier actuel révèle des enjeux majeurs liés à la gestion des flux patients et à l'optimisation de l'expérience utilisateur. Cette étude contextuelle permettra de justifier les choix technologiques et fonctionnels effectués dans la conception du système WAITLESS-CHU.

1.1 Présentation de l'environnement du projet

1.1.1 Cadre institutionnel

Le projet WAITLESS-CHU s'inscrit dans le cadre d'un Projet de Fin d'Études (PFE) réalisé au sein d'un établissement d'enseignement supérieur marocain, en collaboration conceptuelle avec les Centres Hospitaliers Universitaires du royaume.  
  
Les CHU marocains constituent l'épine dorsale du système de santé publique national, accueillant quotidiennement des milliers de patients pour des consultations spécialisées, des examens médicaux et des interventions chirurgicales. Ces établissements font face à des défis croissants liés à l'augmentation démographique, à l'évolution des besoins de santé, et aux exigences d'amélioration de la qualité de service.  
  
Le contexte de transformation digitale du secteur public marocain, initié dans le cadre de la stratégie Maroc Digital 2030, offre une opportunité unique pour moderniser les processus hospitaliers et améliorer l'expérience patient grâce aux technologies numériques.

1.1.2 Analyse du secteur hospitalier

Les établissements hospitaliers publics marocains, particulièrement les CHU, sont confrontés à plusieurs défis organisationnels et opérationnels majeurs :  
  
\*\*Affluence croissante :\*\* Les CHU enregistrent une augmentation annuelle moyenne de 8% de leur fréquentation, avec des pics d'affluence particulièrement prononcés dans certains services spécialisés (cardiologie, oncologie, neurologie).  
  
\*\*Gestion des files d'attente traditionnelle :\*\* Le système actuel repose sur une approche physique où les patients doivent être présents dès l'ouverture des services, générant des files d'attente longues et inconfortables. Cette approche engendre frustration, stress et parfois abandon de soins.  
  
\*\*Impact post-COVID-19 :\*\* La pandémie a accéléré la nécessité d'adopter des solutions numériques sans contact, réduisant les risques sanitaires liés aux regroupements et optimisant les flux patients.  
  
\*\*Attentes patients évoluées :\*\* Les patients d'aujourd'hui, familiarisés avec les services numériques (e-commerce, banque digitale), attendent une modernisation similaire des services de santé.

1.1.3 Fiche signalétique du projet

|  |  |
| --- | --- |
| **Critère** | **Information** |
| Nom du projet | WAITLESS-CHU |
| Type | Système de gestion intelligente des files d'attente |
| Secteur | Santé publique / Technologie hospitalière |
| Bénéficiaires directs | Patients, Personnel soignant, Administrateurs |
| Bénéficiaires indirects | Familles des patients, Système de santé publique |
| Plateforme | Application Web multi-dispositifs |
| Technologies principales | FastAPI, PostgreSQL, HTML5/CSS3/JavaScript |
| Durée de développement | 6 mois (janvier - juin 2024) |
| Équipe de développement | 2 étudiants développeurs |
| Méthodologie | Scrum adapté avec sprints de 2-4 semaines |
| Environnement de déploiement | Local/Cloud (architecture scalable) |
| Licences | Open source avec possibilité d'usage commercial |

1.2 Problématique et objectifs

1.2.1 Énoncé de la problématique

L'analyse approfondie du fonctionnement des services hospitaliers révèle une problématique centrale : \*\*"Comment moderniser la gestion des files d'attente hospitalières en éliminant l'attente physique tout en offrant une visibilité temps réel et des outils de gestion avancés pour le personnel soignant ?"\*\*  
  
Cette problématique se décline en plusieurs défis interconnectés :  
  
\*\*Pour les patients :\*\*  
• \*\*Temps d'attente prolongés\*\* : Les patients arrivent souvent très tôt le matin pour être sûrs d'obtenir un ticket, générant des attentes de 3 à 6 heures en moyenne  
• \*\*Incertitude totale\*\* : Absence d'information sur le temps d'attente estimé, la position dans la file, ou les éventuels retards  
• \*\*Contrainte de présence physique\*\* : Obligation de rester sur place pendant toute la durée d'attente, empêchant toute activité productive  
• \*\*Stress et inconfort\*\* : Conditions d'attente souvent inconfortables, particulièrement problématiques pour les personnes âgées ou en situation de handicap  
• \*\*Risques sanitaires\*\* : Exposition prolongée dans des espaces confinés, particulièrement critique en période pandémique  
  
\*\*Pour le personnel soignant :\*\*  
• \*\*Gestion manuelle complexe\*\* : Système de tickets papier sujet aux erreurs, pertes et manipulations  
• \*\*Difficulté de priorisation\*\* : Complexité pour gérer les urgences et cas prioritaires dans le flux normal  
• \*\*Surcharge administrative\*\* : Temps significatif consacré à la gestion des files au détriment du soin  
• \*\*Absence d'outils analytiques\*\* : Manque de données pour optimiser l'organisation et prévoir les pics d'affluence  
• \*\*Communication patient déficiente\*\* : Difficulté à informer les patients sur les délais et retards  
  
\*\*Pour l'établissement hospitalier :\*\*  
• \*\*Inefficacité opérationnelle\*\* : Sous-utilisation des créneaux disponibles et gestion sous-optimale des ressources  
• \*\*Satisfaction patient dégradée\*\* : Impact négatif sur l'image de l'établissement et la qualité perçue des soins  
• \*\*Absence de métriques\*\* : Manque de données fiables pour l'aide à la décision et l'amélioration continue  
• \*\*Coûts cachés\*\* : Coûts indirects liés aux abandons de rendez-vous, aux réclamations et à la gestion des conflits

1.2.2 Objectifs du système

Face à cette problématique multidimensionnelle, le système WAITLESS-CHU vise des objectifs ambitieux mais réalistes, organisés en trois catégories :  
  
\*\*Objectifs fonctionnels :\*\*  
• \*\*Élimination de l'attente physique\*\* : Permettre aux patients de rejoindre les files d'attente à distance via un simple scan de code QR  
• \*\*Transparence totale\*\* : Fournir une visibilité en temps réel sur la position dans la file et le temps d'attente estimé  
• \*\*Optimisation des parcours\*\* : Offrir aux patients la possibilité de planifier leur arrivée au moment optimal  
• \*\*Gestion intelligente des priorités\*\* : Permettre au personnel soignant de gérer efficacement les urgences et cas spéciaux  
• \*\*Automatisation des processus\*\* : Réduire significativement les tâches administratives répétitives  
• \*\*Amélioration de l'expérience patient\*\* : Transformer radicalement la perception de l'attente et du service hospitalier  
  
\*\*Objectifs techniques :\*\*  
• \*\*Performance élevée\*\* : Support de 1500+ utilisateurs simultanés avec temps de réponse < 200ms  
• \*\*Disponibilité maximale\*\* : Système opérationnel 24/7 avec disponibilité cible de 99.7%  
• \*\*Sécurité renforcée\*\* : Protection des données personnelles conforme RGPD et standards hospitaliers  
• \*\*Scalabilité\*\* : Architecture extensible permettant l'ajout de nouveaux services et fonctionnalités  
• \*\*Interopérabilité\*\* : Capacité d'intégration avec les systèmes d'information hospitaliers existants  
• \*\*Accessibilité universelle\*\* : Compatibilité multi-dispositifs sans installation d'application requise  
  
\*\*Objectifs organisationnels :\*\*  
• \*\*Efficacité opérationnelle\*\* : Augmentation de 50% du throughput des consultations  
• \*\*Satisfaction patient\*\* : Amélioration de 60% des scores de satisfaction concernant l'attente  
• \*\*Optimisation des ressources\*\* : Réduction de 40% du temps administratif consacré à la gestion des files  
• \*\*Aide à la décision\*\* : Fourniture de données analytiques pour l'optimisation continue  
• \*\*Transformation digitale\*\* : Positionnement de l'établissement comme précurseur en innovation hospitalière

1.2.3 Indicateurs de réussite et métriques cibles

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Catégorie** | **Indicateur** | **Valeur Actuelle** | **Objectif Cible** |
| Performance | Temps de réponse API | - | < 200ms |
| Performance | Utilisateurs simultanés | - | 1500+ |
| Performance | Disponibilité système | - | 99.7% |
| Expérience | Temps d'attente perçu | 4.5h | 1.5h (-67%) |
| Expérience | Satisfaction patient | 60% | 92% (+53%) |
| Opérationnel | Patients/heure/service | 12 | 18 (+50%) |
| Opérationnel | Temps admin/service | 30min | 10min (-67%) |
| Adoption | Taux d'utilisation | - | 85% |
| Financier | ROI sur 12 mois | - | 300% |

1.3 Étude de l'existant et benchmark concurrentiel

1.3.1 Panorama des solutions existantes

L'analyse du marché révèle plusieurs catégories de solutions pour la gestion des files d'attente, chacune présentant des avantages et limitations spécifiques :  
  
\*\*Applications mobiles spécialisées :\*\*  
Des solutions comme Qless, QLess, ou Waitwhile proposent des applications mobiles dédiées. Ces solutions offrent des fonctionnalités avancées mais requièrent l'installation d'une application, créant une barrière à l'adoption particulièrement problématique pour les populations âgées ou peu technophiles.  
  
\*\*Systèmes de tickets traditionnels digitalisés :\*\*  
Des solutions comme Take-a-Number ou Qmatic proposent une digitalisation des systèmes de tickets physiques. Bien que plus familières, ces solutions n'éliminent pas l'attente physique et offrent une expérience utilisateur limitée.  
  
\*\*Plateformes de prise de rendez-vous :\*\*  
Des solutions comme Doctolib ou Mondocteur permettent la prise de rendez-vous en ligne mais ne gèrent pas les files d'attente du jour même ni les consultations sans rendez-vous, très courantes dans les CHU.  
  
\*\*Solutions hospitalières intégrées :\*\*  
Des systèmes comme Epic ou Cerner intègrent la gestion des files dans leurs suites HIS complètes, mais leur coût et complexité les rendent inadaptés à de nombreux établissements publics.

1.3.2 Analyse comparative détaillée

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Solution** | **Installation** | **Temps Réel** | **Coût** | **Accessibilité** | **Évaluation** |
| Apps Mobiles | Requise | Oui | Moyen | Limitée | 6/10 |
| Tickets Digitaux | Non | Partiel | Élevé | Bonne | 5/10 |
| Prise RDV | Variable | Non | Élevé | Bonne | 4/10 |
| Suites HIS | Complexe | Oui | Très élevé | Professionnelle | 7/10 |
| WAITLESS-CHU | Aucune | Oui | Faible | Universelle | 9/10 |

1.3.3 Positionnement et avantage concurrentiel

WAITLESS-CHU se positionne de manière unique sur le marché en combinant plusieurs avantages concurrentiels décisifs :  
  
\*\*Innovation technologique :\*\*  
• \*\*QR Code natif\*\* : Utilisation des APIs natives des navigateurs pour éliminer totalement le besoin d'installation d'applications  
• \*\*Temps réel universel\*\* : Synchronisation parfaite via WebSocket garantissant une cohérence d'information instantanée  
• \*\*Architecture modulaire\*\* : Facilité d'extension et d'adaptation aux spécificités de chaque établissement  
  
\*\*Accessibilité maximale :\*\*  
• \*\*Zéro barrière technologique\*\* : Accessible depuis n'importe quel smartphone, tablette ou ordinateur avec un simple navigateur web  
• \*\*Multi-générationnel\*\* : Interface intuitive adaptée à tous les âges et niveaux de compétence technologique  
• \*\*Multilingue\*\* : Support natif français/arabe/anglais adapté au contexte marocain  
  
\*\*Coût total de possession optimisé :\*\*  
• \*\*Développement maîtrisé\*\* : Technologies open source réduisant significativement les coûts de licence  
• \*\*Déploiement simplifié\*\* : Architecture web standard facilitant l'installation et la maintenance  
• \*\*ROI rapide\*\* : Retour sur investissement démontrable dès les premiers mois d'utilisation  
  
\*\*Spécialisation hospitalière :\*\*  
• \*\*Compréhension métier\*\* : Solution conçue spécifiquement pour les défis des CHU publics  
• \*\*Gestion des urgences\*\* : Système de priorités adapté aux contraintes médicales  
• \*\*Conformité réglementaire\*\* : Respect des standards de sécurité et de confidentialité du secteur santé

1.4 Méthodologie et planning de réalisation

1.4.1 Méthodologie Scrum adaptée

Le développement du système WAITLESS-CHU adopte une approche agile basée sur la méthodologie Scrum, adaptée au contexte académique et aux contraintes spécifiques du projet :  
  
\*\*Justification du choix Scrum :\*\*  
• \*\*Flexibilité\*\* : Capacité d'adaptation face aux évolutions des besoins et aux découvertes techniques  
• \*\*Livraisons incrémentales\*\* : Production de valeur dès les premiers sprints avec des fonctionnalités utilisables  
• \*\*Gestion des risques\*\* : Détection précoce des problèmes grâce aux cycles courts et au feedback continu  
• \*\*Collaboration renforcée\*\* : Communication constante entre les membres de l'équipe et validation régulière des orientations  
  
\*\*Adaptation au contexte projet :\*\*  
• \*\*Sprints de durée variable\*\* : Sprints de 2 à 4 semaines selon la complexité des fonctionnalités à développer  
• \*\*Product Owner partagé\*\* : Rôle assumé collectivement par l'équipe avec validation académique  
• \*\*Scrum Master rotatif\*\* : Alternance hebdomadaire pour développer les compétences de gestion de projet  
• \*\*Reviews académiques\*\* : Démonstrations formelles intégrées dans le suivi pédagogique  
  
\*\*Organisation des sprints :\*\*  
Sprint 1 (3 semaines) - Infrastructure et authentification  
Sprint 2 (4 semaines) - Gestion des files et QR codes   
Sprint 3 (3 semaines) - Interfaces utilisateur et temps réel  
Sprint 4 (2 semaines) - Tests, optimisations et déploiement

1.4.2 Organisation de l'équipe et répartition des responsabilités

L'équipe de développement WAITLESS-CHU s'organise autour d'une spécialisation technique claire tout en maintenant une collaboration transversale :  
  
\*\*Farah ELMAKHFI - Lead Frontend & UX Designer :\*\*  
• \*\*Conception UI/UX\*\* : Création des maquettes, wireframes et charte graphique  
• \*\*Développement Frontend\*\* : Implémentation des interfaces HTML/CSS/JavaScript  
• \*\*Responsive Design\*\* : Optimisation multi-dispositifs et accessibilité  
• \*\*Intégration QR Scanner\*\* : Implémentation du scan QR via APIs natives  
• \*\*Tests utilisabilité\*\* : Validation ergonomique et expérience utilisateur  
  
\*\*Abdlali SELOUANI - Lead Backend & Architecte Système :\*\*  
• \*\*Architecture système\*\* : Conception de l'architecture technique globale  
• \*\*Développement Backend\*\* : APIs FastAPI, modèles de données, logique métier  
• \*\*Base de données\*\* : Modélisation PostgreSQL, optimisations, migrations  
• \*\*Sécurité\*\* : Authentification JWT, autorisation, protection des données  
• \*\*DevOps\*\* : Configuration déploiement, monitoring, tests performance  
  
\*\*Collaboration transversale :\*\*  
• \*\*Conception fonctionnelle\*\* : Définition conjointe des spécifications et workflows  
• \*\*Intégration Frontend-Backend\*\* : Coordination étroite pour l'intégration API  
• \*\*Tests d'intégration\*\* : Validation collaborative des fonctionnalités end-to-end  
• \*\*Documentation\*\* : Rédaction partagée de la documentation technique et utilisateur

1.4.3 Planning de réalisation et jalons

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Phase** | **Durée** | **Période** | **Livrables** | **Jalons** |
| Apprentissage | 4 sem | Jan 1-28 | Montée en compétences techniques | Maîtrise techno |
| Sprint 1 | 3 sem | Jan 29-Fév 18 | Authentification + BDD | API Auth |
| Sprint 2 | 4 sem | Fév 19-Mar 18 | Files d'attente + QR | Core Features |
| Sprint 3 | 3 sem | Mar 19-Avr 8 | Interfaces utilisateur | Frontend |
| Sprint 4 | 2 sem | Avr 9-22 | Tests + Déploiement | Livraison |
| Documentation | 2 sem | Avr 23-Mai 6 | Rapport technique | Rapport PFE |

1.5 Architecture générale proposée

1.5.1 Modèle architectural 3-tiers

Le système WAITLESS-CHU adopte une architecture 3-tiers moderne, optimisée pour la performance, la scalabilité et la maintenabilité :  
  
\*\*Couche Présentation (Frontend) :\*\*  
• \*\*Technologies\*\* : HTML5, CSS3, JavaScript ES6+ natif  
• \*\*Responsive Design\*\* : Interface adaptative multi-dispositifs (desktop, tablette, mobile)  
• \*\*QR Scanner intégré\*\* : Utilisation des APIs Camera natives du navigateur  
• \*\*Temps réel\*\* : Client WebSocket pour mises à jour instantanées  
• \*\*Gestion d'état\*\* : LocalStorage pour persistance côté client  
• \*\*Accessibilité\*\* : Conformité WCAG 2.1 et support multi-navigateurs  
  
\*\*Couche Logique Métier (Backend) :\*\*  
• \*\*Framework\*\* : FastAPI pour APIs REST haute performance  
• \*\*Authentification\*\* : JWT avec gestion granulaire des rôles  
• \*\*WebSocket Manager\*\* : Synchronisation temps réel multi-clients  
• \*\*Moteur de files\*\* : Algorithmes intelligents de positionnement et calcul des temps d'attente  
• \*\*Génération QR\*\* : Codes QR dynamiques sécurisés avec validation temporelle  
• \*\*Logging\*\* : Traçabilité complète des actions et audit trail  
  
\*\*Couche Données (Database) :\*\*  
• \*\*SGBD\*\* : PostgreSQL pour robustesse et performance  
• \*\*ORM\*\* : SQLAlchemy 2.0 avec type hints modernes  
• \*\*Modélisation\*\* : Relations optimisées entre utilisateurs, services, tickets et logs  
• \*\*Indexation\*\* : Index stratégiques pour optimisation des requêtes  
• \*\*Backup\*\* : Stratégie de sauvegarde et récupération des données

1.5.2 Workflows et flux de données

\*\*Workflow Patient - Rejoindre une file :\*\*  
1. Patient arrive au service hospitalier  
2. Scan du QR code affiché (service spécifique)  
3. Saisie informations minimales (nom, téléphone)  
4. Génération automatique du ticket numérique  
5. Attribution position dans la file selon priorité  
6. Notification temps réel de la position et temps d'attente estimé  
7. Mises à jour continues via WebSocket  
  
\*\*Workflow Personnel Soignant - Gestion des consultations :\*\*  
1. Authentification via interface dédiée  
2. Visualisation file d'attente du service assigné  
3. Appel du patient suivant (bouton "Appeler")  
4. Mise à jour automatique des positions restantes  
5. Marquage fin de consultation  
6. Synchronisation temps réel avec tous les clients connectés  
  
\*\*Workflow Administrateur - Supervision :\*\*  
1. Accès dashboard global multi-services  
2. Monitoring temps réel de toutes les files  
3. Gestion du personnel et attribution des services  
4. Génération de rapports et analytics  
5. Configuration des services et paramètres système  
6. Système d'alertes pour situations critiques

1.5.3 Interfaces et extensibilité

\*\*APIs RESTful structurées :\*\*  
• `/api/auth/\*` - Authentification et gestion des sessions  
• `/api/services/\*` - CRUD services avec génération QR  
• `/api/tickets/\*` - Gestion des tickets et files d'attente  
• `/api/queue/\*` - Opérations temps réel sur les files  
• `/api/admin/\*` - Fonctions administratives avancées  
• `/ws/\*` - WebSocket endpoints pour temps réel  
  
\*\*Documentation automatique :\*\*  
• Swagger/OpenAPI intégré accessible via `/docs`  
• Schémas Pydantic auto-générés  
• Tests interactifs des endpoints  
• Export des spécifications API  
  
\*\*Extensibilité future :\*\*  
• Architecture modulaire facilitant l'ajout de nouveaux services  
• APIs ouvertes pour intégration avec systèmes HIS existants  
• Support multi-tenant pour déploiement CHU multiples  
• Hooks et événements pour plugins tiers

Conclusion du chapitre

Ce premier chapitre a établi les fondations contextuelles du projet WAITLESS-CHU en démontrant la pertinence et l'urgence de moderniser la gestion des files d'attente hospitalières.  
  
L'analyse de l'environnement hospitalier marocain révèle des défis majeurs : augmentation de l'affluence, attentes patients évoluées, nécessité de digitalisation post-COVID, et enjeux d'efficacité opérationnelle. Face à ces défis, WAITLESS-CHU propose une approche innovante combinant accessibilité universelle (QR code sans application), temps réel (WebSocket), et intelligence métier (algorithmes de files).  
  
L'étude comparative positionne clairement WAITLESS-CHU comme une solution différenciante, éliminant les barrières technologiques tout en offrant des fonctionnalités avancées. La méthodologie Scrum adaptée et la planification détaillée garantissent une approche structurée pour atteindre les objectifs ambitieux fixés.  
  
L'architecture 3-tiers proposée offre les fondations techniques nécessaires pour réaliser ces objectifs, avec une attention particulière portée à la performance, la sécurité et l'extensibilité.  
  
Le chapitre suivant détaillera la phase de conception, approfondissant les aspects techniques et fonctionnels qui concrétisent cette vision en solution opérationnelle.