

SUPMTI

Institut Supérieur du Génie Appliqué

Filière : Licence en Ingénierie des Systèmes Informatiques — 3ème Année

PROJET DE FIN DE CYCLE

Présenté en vue de l'obtention de la Licence en Ingénierie des Systèmes Informatiques

Conception et développement d'une plateforme web de tourisme intelligent : « FreeWings »

Paiement CMI · API REST · React · Observabilité · Recommandation Algorithmique

Réalisé par :

Anass BENAMEUR

Oumaima BAKKALI

Encadré par :

Mme. Israe EL IBRAHIMI

Année universitaire 2025 / 2026

Avant-propos

Le présent rapport documente le Projet de Fin de Cycle (PFC) réalisé dans le cadre de la Licence en Ingénierie des Systèmes Informatiques à SUPMTI, au titre de l'année universitaire 2025/2026.

Ce projet a été conduit de façon autonome, sans organisme d'accueil, dans une démarche de simulation professionnelle complète : de l'expression du besoin jusqu'à la livraison d'une application web fonctionnelle de niveau production. La plateforme FreeWings intègre des fonctionnalités avancées rarement atteintes dans le cadre académique marocain, notamment : le paiement en ligne sécurisé via la passerelle CMI (Centre Monétique Interbancaire) avec authentification 3D Secure et réconciliation transactionnelle, un système d'observabilité opérationnelle complet (Request ID, Web Vitals, reporting d'erreurs), et un moteur de recommandation algorithmique.

Certaines fonctionnalités de paiement (intégration bancaire live, déploiement en production) sont présentées dans un état d'avancement conforme à un environnement de préproduction / certification CMI. Cette approche itérative reflète les pratiques professionnelles du développement logiciel agile.

Dédicaces

À nos parents,

dont le soutien indéfectible, la confiance et les sacrifices consentis

ont rendu possible chaque étape de ce parcours académique.

Que ce travail soit le témoignage de notre reconnaissance et de notre amour.

À nos familles, nos proches et nos amis,

pour leurs encouragements constants, leur bienveillance

et les moments de partage qui ont illuminé cette aventure.

À Mme. Israe EL IBRAHIMI,

pour la qualité de son encadrement, sa disponibilité et ses conseils précieux

qui ont orienté ce projet vers son meilleur niveau.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.

Nos remerciements les plus chaleureux vont en premier lieu à notre encadrante, Mme. Israe EL IBRAHIMI, pour sa rigueur scientifique, ses orientations méthodologiques éclairées, sa disponibilité sans faille et ses retours constructifs tout au long du projet. Sa pédagogie exigeante a été un moteur d'excellence pour notre équipe.

Nous remercions l'ensemble du corps enseignant et administratif de SUPMTI pour la qualité de la formation dispensée en Ingénierie des Systèmes Informatiques, qui nous a fourni les fondations techniques et méthodologiques indispensables à ce projet.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury qui nous font l'honneur d'évaluer ce travail. Leurs observations contribueront sans nul doute à l'amélioration de nos futurs projets.

Enfin, nous remercions chaleureusement nos familles, dont le soutien moral et l'encouragement continu ont été notre source d'énergie tout au long de ce parcours.

Résumé

Le secteur du tourisme représente un pilier stratégique de l'économie marocaine. Dans un contexte de transformation numérique accélérée, ce Projet de Fin de Cycle présente la conception et le développement de FreeWings, une plateforme web de tourisme intelligent dédiée à la valorisation et à la réservation d'expériences touristiques au Maroc.

FreeWings connecte trois catégories d'acteurs — voyageurs, professionnels du tourisme et administrateurs — autour d'un catalogue multi-entités (destinations, hôtels, restaurants, circuits, activités, articles de blog), d'un moteur de recherche unifié cross-entités, d'un système de recommandation algorithmique (scoring multicritère) et d'un module de réservation et de paiement en ligne sécurisé via la passerelle marocaine CMI (Centre Monétique Interbancaire) avec authentification 3D Secure.

Sur le plan technique, la plateforme repose sur une architecture découplée API REST : backend Laravel 10 / PHP 8.2 sécurisé par Laravel Sanctum, frontend React 18 / TypeScript compilé par Vite + SWC. Parmi les fonctionnalités avancées : intégration CMI complète (HMAC-SHA512, idempotence des callbacks webhook, réconciliation transactionnelle, mode certification), système d'observabilité bi-niveaux (Request ID, télémétrie HTTP, Web Vitals, reporting d'erreurs JS via sendBeacon), sécurité multicouche OWASP (en-têtes HTTP, RBAC via Politiques, rate limiting différencié, suspension de compte), et génération automatique de sitemaps XML et métadonnées SEO.

La démarche a couvert l'intégralité du cycle de développement logiciel : analyse comparative des solutions existantes, spécification détaillée des besoins et règles de gestion, conception UML complète (MCD, MLD, cas d'utilisation, classes, séquence, activités), implémentation et tests. Les résultats attestent de la faisabilité d'une plateforme de tourisme de niveau professionnel, sécurisée, observable et prête pour le déploiement en production.

Mots-clés :

Tourisme numérique, plateforme web, API REST, Laravel 10, React 18, TypeScript, paiement CMI 3D Secure, observabilité opérationnelle, recommandation algorithmique, architecture découplée, sécurité OWASP.

Abstract

Tourism represents a strategic pillar of the Moroccan economy. In the context of accelerating digital transformation, this Final Year Project presents the design and development of FreeWings, an intelligent tourism web platform dedicated to the discovery and booking of Moroccan travel experiences.

FreeWings connects three categories of actors — travelers, tourism professionals, and administrators — around a multi-entity catalog (destinations, hotels, restaurants, tours, activities, blog articles), a unified cross-entity search engine, an algorithmic recommendation system (multi-criteria scoring), and a secure online booking and payment module via the Moroccan CMI gateway (Centre Monétique Interbancaire) with 3D Secure authentication.

Technically, the platform relies on a decoupled REST API architecture: Laravel 10 / PHP 8.2 backend secured by Laravel Sanctum, React 18 / TypeScript frontend compiled with Vite + SWC. Advanced features include: full CMI integration (HMAC-SHA512 signature, webhook callback idempotency, transactional reconciliation, certification mode), dual-level observability (Request ID, HTTP telemetry, Web Vitals, JS error reporting via sendBeacon), OWASP-compliant multilayer security (HTTP headers, RBAC via Policies, rate limiting, account suspension), and automatic XML sitemap generation with per-page SEO metadata.

Keywords:

Digital tourism, web platform, REST API, Laravel 10, React 18, TypeScript, CMI 3D Secure payment, operational observability, algorithmic recommendation, decoupled architecture, OWASP security.

ملخص

يُعدّ قطاع السياحة ركيزةً استراتيجيةً أساسيةً في الاقتصاد المغربي. في سياق التحوّل الرقمي المتسارع، يُقدّم هذا المشروع تصميمً وتطويرً لمنصة « FreeWings » — منصة ويب للسياحة الذكية تُعنى باكتشاف التجارب السياحية في المغرب وحجزها.

تربط المنصة ثلاث فئات من المستخدمين — المسافرين، ومقدمو الخدمات السياحية، والمشرفون — عبر كتالوج متعدد الكيانات يضم الوجهات والفنادق والمطاعم والجولات والأنشطة والمقالات، إلى جانب محرك بحث موحد، ونظام توصية خوارزمي، ووحدة حجز ودفع إلكتروني آمن عبر بوابة CMI المغربية مع المصادقة الثلاثية الأبعاد (3D Secure).

على الصعيد التقني، تعتمد المنصة على معمارية REST API منفصلة: واجهة خلفية Laravel 10 مؤمنة بـ Laravel Sanctum، وواجهة أمامية React 18 / TypeScript مُجمّعة بـ Vite + SWC. تبرز من بين الميزات المتقدمة: التكامل الكامل مع بوابة CMI (توقيع HMAC-SHA512، إدارة ردود الفعل التلقائية idempotency، التسوية المعاملاتية)، ونظام مراقبة تشغيلي ثنائي المستوى، وأمان متعدد الطبقات وفق معايير OWASP.

الكلمات المفتاحية: سياحة رقمية، منصة ويب، React 18، Laravel 10، API REST، دفع CMI ثلاثي الأبعاد، معمارية منفصلة، أمان OWASP، توصية خوارزمية.

Table des matières

Avant-propos.....	3
Dédicaces.....	4
Remerciements.....	5
Résumé.....	6
Abstract	7
ملخص	8
Liste des figures	11
Liste des tableaux	12
Liste des abréviations, acronymes et sigles	13
Introduction générale	15
Chapitre 1 — Cahier des charges	16
1.1. Contexte général et problématique.....	16
1.2. Périmètre du projet.....	16
1.3. Besoins fonctionnels	17
1.4. Besoins non fonctionnels	18
1.5. Règles de gestion	18
Chapitre 2 — Analyse.....	19
2.1. Étude comparative des solutions existantes.....	19
2.2. Détail des besoins et implémentation informatique	20
2.3. Cycle de vie du projet.....	22
2.4. Pile technologique.....	23
2.5. Synthèse des besoins par acteur.....	25
Chapitre 3 — Conception	25
3.1. Architecture générale du système	25
3.2. Architecture technique découplée	25
3.3. Modèle Conceptuel de Données (MCD)	26
3.4. Modèle Logique de Données (MLD).....	29
3.5. Diagrammes de cas d'utilisation	32
3.6. Descriptions textuelles (fiches descriptives).....	35
3.7. Diagramme de classes.....	37
3.8. Diagrammes de séquence	40
3.9. Diagrammes d'activités.....	43

Chapitre 4 — Développement.....	46
4.1. Architecture du code et choix d'implémentation	46
4.2. Page d'accueil.....	47
4.3. Catalogue des destinations	49
4.4. Fiche détaillée d'une destination	51
4.5. Catalogue des circuits touristiques	53
4.6. Fiche détaillée d'un circuit	55
4.7. Fiche détaillée d'un hôtel.....	57
4.8. Catalogue des restaurants	59
4.9. Fiche détaillée d'une activité	61
4.10. Moteur de recherche unifiée	63
4.11. Authentification (connexion et inscription)	65
4.12. Paiement en ligne sécurisé via CMI	69
4.13. Journal — Blog éditorial.....	73
4.14. Pages institutionnelles	77
4.15. Sécurité multicouche — synthèse.....	87
Conclusion et perspectives	88
Références bibliographiques et webographiques	90
Annexe — Planning prévisionnel	91

Liste des figures

- Figure 1 — Architecture générale de la plateforme FreeWings (couches)
- Figure 2 — Architecture technique découplée Frontend / API REST / Backend
- Figure 3 — Cycle de vie itératif et incrémental du projet
- Figure 4 — Diagramme de cas d'utilisation global (4 acteurs)
- Figure 5 — Diagramme de cas d'utilisation : acteur Voyageur
- Figure 6 — Diagramme de cas d'utilisation : acteur Professionnel
- Figure 7 — Diagramme de cas d'utilisation : acteur Administrateur
- Figure 8 — Modèle Conceptuel de Données (MCD) — Système FreeWings
- Figure 9 — Diagramme de classes — Système FreeWings
- Figure 10 — Diagramme de séquence : Réservation d'une chambre avec paiement
- Figure 11 — Diagramme d'activités : Processus de réservation et paiement
- Figure 12 — Modèle Logique de Données (MLD) — Système FreeWings
- Figure 15 — Page d'accueil FreeWings : moteur de recherche, destinations recommandées
- Figure 16 — Catalogue des destinations : tri par recommandation, notes moyennes
- Figure 17 — Catalogue des circuits touristiques : partenaires vérifiés, CMI-ready
- Figure 18 — Page de connexion : design split-screen, Sanctum, accès centralisé
- Figure — Fiche détaillée d'une destination : Chefchaouen
- Figure — Fiche circuit Dakhla Lagoon : réservation, capacité, paiement CMI
- Figure — Fiche hôtel Dakhla Lagoon Eco Lodge : tarif, équipements, booking
- Figure — Catalogue des restaurants : cuisine locale, notation, CMI-ready
- Figure — Fiche activité Marrakech Artisan Cooking Lab
- Figure — Moteur de recherche unifié « Search Morocco » : carte, filtres
- Figure — Page d'inscription : onboarding sécurisé, types de compte
- Figure 22 — Page retour CMI : statut en attente, polling automatique
- Figure — Page retour CMI : échec de paiement, message d'erreur explicite
- Figure — Page Journal (Blog) : articles éditoriaux, trending chronicles
- Figure — Fiche article « Top 10 Hidden Gems in Morocco »
- Figure — Page About : identité de marque, valeurs, équipe
- Figure — Page Contact : formulaire concierge, coordonnées directes
- Figure — Conditions de réservation : cycle de vie en 4 étapes
- Figure — Politique de confidentialité : Trust Center
- Figure — Page 404 personnalisée : identité Sahara, navigation de récupération

Liste des tableaux

- Tableau 1 — Comparaison des plateformes de tourisme existantes
- Tableau 2 — Synthèse des besoins fonctionnels par acteur
- Tableau 3 — Répartition des responsabilités par couche technique
- Tableau 4 — Fiche descriptive : « Se connecter »
- Tableau 5 — Fiche descriptive : « Réserver un service et payer via CMI »
- Tableau 6 — Fiche descriptive : « Modérer le catalogue (Administrateur) »
- Tableau 7 — Dictionnaire de données (MLD) — entités principales
- Tableau 8 — Pile technologique Backend (Laravel, CMI, Observabilité)
- Tableau 9 — Pile technologique Frontend (React, TypeScript, TanStack Query)
- Tableau 10 — Synthèse des mécanismes de sécurité implémentés
- Tableau 11 — Planning prévisionnel du projet par phase

Liste des abréviations, acronymes et sigles

Sigle / Acronyme	Signification complète
API	Application Programming Interface
REST	Representational State Transfer
MCD	Modèle Conceptuel de Données
MLD	Modèle Logique de Données
UML	Unified Modeling Language
UI / UX	User Interface / User Experience
ORM	Object-Relational Mapping
CRUD	Create, Read, Update, Delete
RBAC	Role-Based Access Control
HTTP / HTTPS	HyperText Transfer Protocol (Secure)
JSON	JavaScript Object Notation
JWT	JSON Web Token
SPA	Single Page Application
UUID	Universally Unique Identifier
CORS	Cross-Origin Resource Sharing
CSRF	Cross-Site Request Forgery
CMI	Centre Monétique Interbancaire (passerelle de paiement marocaine)
3DS / 3D Secure	Protocole d'authentification forte du porteur de carte bancaire
HMAC	Hash-based Message Authentication Code
SHA-512	Secure Hash Algorithm 512-bit
PCI DSS	Payment Card Industry Data Security Standard
MAD	Dirham Marocain (code devise ISO 504)

Sigle / Acronyme	Signification complète
LCP	Largest Contentful Paint (métrique Web Vital — chargement)
CLS	Cumulative Layout Shift (métrique Web Vital — stabilité visuelle)
INP	Interaction to Next Paint (métrique Web Vital — réactivité)
TTFB	Time To First Byte (métrique réseau)
SEO	Search Engine Optimization
HSTS	HTTP Strict Transport Security
CSP	Content Security Policy
OWASP	Open Web Application Security Project
PFC	Projet de Fin de Cycle
CI/CD	Continuous Integration / Continuous Deployment

Introduction générale

Le tourisme représente aujourd'hui l'un des secteurs économiques les plus stratégiques au Maroc, contribuant à plus de 7 % du PIB national et faisant du pays l'une des destinations phares du continent africain. Avec l'essor du numérique et la transformation des comportements des voyageurs — qui planifient, comparent, réservent et partagent leurs expériences exclusivement en ligne — les acteurs du secteur touristique marocain font face à un défi structurel : l'absence d'une plateforme numérique unifiée, capable de valoriser l'ensemble de l'offre touristique locale (hébergements, restaurants, circuits, activités), de mettre en relation directe voyageurs et professionnels, et d'offrir une expérience de réservation et de paiement sécurisée, fluide et accessible depuis n'importe quel appareil.

C'est dans ce contexte que s'inscrit FreeWings, la plateforme web de tourisme intelligent développée dans le cadre de ce Projet de Fin de Cycle. Bien au-delà d'un simple catalogue en ligne, FreeWings constitue un écosystème numérique complet à destination de trois profils d'utilisateurs distincts — voyageurs, professionnels du tourisme et administrateurs — connectés entre eux via une architecture découplée de type API REST sécurisée.

La plateforme se distingue par la richesse et la sophistication de ses fonctionnalités : intégration complète du paiement en ligne sécurisé par carte bancaire via la passerelle marocaine CMI (Centre Monétique Interbancaire) avec authentification 3D Secure ; moteur de recherche unifié transversal à toutes les entités du catalogue ; système de recommandation algorithmique (scoring multicritère) pour la mise en avant des destinations et circuits les plus pertinents ; observabilité opérationnelle avancée (traçabilité des requêtes HTTP, monitoring des métriques Web Vitals, reporting des erreurs frontend) ; sécurité renforcée (en-têtes HTTP de sécurité, middleware de suspension de compte, limitation de débit des API, vérification des signatures HMAC-SHA512) ; gestion SEO et génération automatique de sitemaps XML ; et détection de l'état de connexion réseau côté client.

Sur le plan technique, le projet mobilise une pile technologique moderne et professionnelle : Laravel 10 (PHP) pour le backend, React 18 avec TypeScript pour le frontend (compilé avec Vite et SWC), TailwindCSS et shadcn/ui pour l'interface, TanStack Query pour la gestion de l'état serveur, et Zod pour la validation des données. L'ensemble du code est structuré selon les principes de l'ingénierie logicielle moderne : séparation stricte des responsabilités, validation à deux niveaux (FormRequests Laravel + Zod React), politiques d'autorisation (Laravel Policies), ressources API normalisées (API Resources), indexation de base de données optimisée, et architecture de livraison de données par sections indépendantes.

Ce rapport documente l'intégralité de la démarche de conception et de développement de FreeWings, depuis l'analyse des besoins jusqu'à la présentation de l'application finale. Il est structuré en quatre chapitres principaux : le Cahier des charges (périmètre, besoins fonctionnels et non fonctionnels, règles de gestion), l'Analyse (étude comparative, traduction informatique des besoins, cycle de vie, pile technologique), la Conception (modèles de données, diagrammes UML), et le Développement (captures d'écran et description des fonctionnalités de l'application réalisée).

Chapitre 1 — Cahier des charges

1.1. Contexte général et problématique

Ce projet est réalisé dans un cadre académique, à l'initiative de l'équipe projet, avec l'encadrement de Mme. Israe El Ibrahimi. La problématique centrale à laquelle répond FreeWings est la suivante : comment concevoir et développer une plateforme web de tourisme complète, sécurisée et évolutive, capable de centraliser la découverte, la réservation et le paiement en ligne de prestations touristiques au Maroc, tout en offrant à chaque type d'utilisateur (voyageur, professionnel, administrateur) une interface adaptée à ses besoins, et en respectant les standards professionnels de sécurité, de performance et d'observabilité ?

1.2. Périmètre du projet

Le périmètre fonctionnel de FreeWings couvre les modules suivants :

- ▶ Module d'authentification et de gestion des comptes (inscription, connexion, déconnexion, profils, rôles, suspension de compte).
- ▶ Module de catalogue touristique : destinations, hôtels (avec chambres), restaurants, circuits (tours), activités (avec plannings).
- ▶ Module de recherche unifiée : moteur de recherche transversal sur toutes les entités du catalogue avec filtrage par type, pertinence et note.
- ▶ Module de réservation polymorphe (hôtels, circuits, activités, restaurants) avec gestion d'un cycle de vie complet (statuts et paiement).
- ▶ Module de paiement en ligne sécurisé via CMI (Centre Monétique Interbancaire), avec 3D Secure, callback webhook, réconciliation et journalisation des événements de paiement.
- ▶ Module d'avis et de notation (reviews polymorphiques) sur toutes les entités du catalogue.
- ▶ Module de favoris (polymorphiques).
- ▶ Module de recommandation algorithmique (scoring multicritère pour destinations et circuits en vedette).
- ▶ Module de blog éditorial avec système de tags et catégories.
- ▶ Module de contact et de support (messages, gestion du statut).
- ▶ Module d'administration : gestion du catalogue, modération, vérification des professionnels, supervision des réservations et paiements, tableau de bord statistique, journal d'audit, santé de la plateforme.
- ▶ Module d'observabilité : traçabilité des requêtes HTTP, monitoring des métriques Web Vitals côté client, reporting des erreurs frontend, santé de la plateforme (DB, cache, stockage, file d'attente).
- ▶ Module SEO : génération automatique de sitemaps XML segmentés (destinations, hôtels, circuits, blogs), balises Open Graph et Twitter Card dynamiques, données structurées JSON-LD.

Sont considérés comme hors périmètre strict : les notifications push en temps réel (WebSockets), l'application mobile native, et l'internationalisation complète de l'interface.

1.3. Besoins fonctionnels

1.3.1. Acteur Voyageur

- ▶ BF-01 : Créer un compte (voyageur), se connecter et gérer son profil.
- ▶ BF-02 : Parcourir le catalogue et effectuer des recherches unifiées par mots-clés (cross-entités).
- ▶ BF-03 : Consulter les fiches détaillées (destination, hôtel, restaurant, circuit, activité, article).
- ▶ BF-04 : Effectuer une réservation avec vérification de disponibilité et calcul du prix.
- ▶ BF-05 : Payer en ligne par carte bancaire via CMI (3D Secure), consulter le statut du paiement.
- ▶ BF-06 : Gérer ses réservations (historique, annulation).
- ▶ BF-07 : Rédiger, modifier et supprimer des avis (notes + commentaires).
- ▶ BF-08 : Gérer une liste de favoris.
- ▶ BF-09 : Consulter les articles du blog.
- ▶ BF-10 : Envoyer des messages via le formulaire de contact.

1.3.2. Acteur Professionnel

- ▶ BF-11 : S'inscrire en tant que professionnel et soumettre une demande de vérification.
- ▶ BF-12 : Créer, modifier et gérer ses annonces (circuits, activités) et son planning.
- ▶ BF-13 : Consulter et traiter les réservations reçues (confirmer ou rejeter).
- ▶ BF-14 : Suivre les avis et les performances de ses annonces.

1.3.3. Acteur Administrateur

- ▶ BF-15 : Gérer l'ensemble du catalogue (destinations, hôtels, restaurants, circuits, activités, blogs).
- ▶ BF-16 : Modérer les annonces et les avis ; valider les professionnels.
- ▶ BF-17 : Superviser les réservations : confirmer, rejeter, marquer comme payées, rembourser.
- ▶ BF-18 : Consulter le tableau de bord statistique et les indicateurs de paiement CMI.
- ▶ BF-19 : Accéder au journal d'audit et aux logs de modération.
- ▶ BF-20 : Consulter l'état de santé de la plateforme (database, cache, stockage, file d'attente).
- ▶ BF-21 : Consulter et traiter les messages de contact.

1.4. Besoins non fonctionnels

- ▶ BNF-01 — Sécurité : authentification par jetons Sanctum (Bearer Token), hachage bcrypt, RBAC via middlewares et Politiques Laravel, en-têtes HTTP de sécurité (CSP, HSTS, X-Frame-Options, Permissions-Policy, COOP), limitation de débit par type d'opération, protection HMAC-SHA512 des callbacks CMI, suppression des données sensibles (PAN, CVV) des logs.
- ▶ BNF-02 — Performance : indexation optimisée de la base de données (indexes composites sur tours, hotels, reviews, bookings, payment_events), chargement paresseux des relations avec eager loading, mise en cache côté client (TanStack Query), pagination systématique, compilation Vite + SWC.

- ▶ BNF-03 — Observabilité : traçabilité de chaque requête HTTP (Request ID propagé en header X-Request-Id), monitoring de la durée des requêtes (seuil 750 ms), journalisation structurée des erreurs, monitoring des métriques Web Vitals (LCP, CLS, INP/FID, TTFB), reporting des erreurs JavaScript vers le backend, taux d'échantillonnage configurable.
- ▶ BNF-04 — Ergonomie : interface responsive (mobile-first), mode sombre/clair, détection du statut de connexion réseau avec notification offline, composants accessibles (Radix UI), composant ErrorBoundary React.
- ▶ BNF-05 — SEO : sitemaps XML dynamiques segmentés, balises Open Graph et Twitter Card, données structurées JSON-LD par page, URL canoniques.
- ▶ BNF-06 — Maintenabilité : architecture en couches (Controllers → FormRequests → Politiques → Models → Ressources), code TypeScript typé statiquement, séparation stricte des responsabilités.
- ▶ BNF-07 — Disponibilité : endpoint de santé public (/api/health) et endpoint admin complet (/api/admin/health) avec diagnostics détaillés des sous-systèmes.

1.5. Règles de gestion

1. RG-01 : Un utilisateur possède un rôle unique parmi : « traveler », « professional » ou « admin ». Le rôle « admin » ne peut être créé que via les seeders (jamais via l'API d'inscription).
2. RG-02 : Un compte peut être suspendu par un administrateur. Tout accès authentifié d'un compte suspendu est bloqué par le middleware EnsureAccountActive (HTTP 403).
3. RG-03 : Un professionnel n'est visible publiquement et ne peut publier d'annonces visibles que si son statut de vérification est « verified ».
4. RG-04 : Une réservation suit un cycle de vie d'états : pending → confirmed → completed, avec transitions alternatives vers cancelled ou rejected. Le prix total est figé à la création (price snapshot).
5. RG-05 : Le paiement CMI ne peut être initié que pour une réservation avec statut « confirmed » et paiement « unpaid ». Un verrou transactionnel (DB::transaction + lockForUpdate) protège la cohérence.
6. RG-06 : Chaque callback CMI est idempotent : un événement de paiement déjà reçu (payment_events) ne peut être traité une seconde fois (firstOrCreate + vérification wasRecentlyCreated).
7. RG-07 : Le hash HMAC-SHA512 de chaque callback CMI est vérifié avant tout traitement. Les callbacks avec hash invalide sont journalisés et rejetés (HTTP 400).
8. RG-08 : Le montant figurant dans le callback CMI doit correspondre exactement au montant de la réservation (amountMatches). Toute discordance entraîne un rejet (HTTP 409).
9. RG-09 : Les données de carte bancaire (PAN, CVV, numéro de carte) sont retirées des logs avant stockage dans payment_events.
10. RG-10 : Toute action de modération (approbation, rejet, suppression) est tracée dans la table moderation_logs et reflétée dans le journal d'audit du tableau de bord admin.
11. RG-11 : Le moteur de recherche applique un score de pertinence basé sur la note moyenne et le nombre d'avis pour ordonner les résultats (ORDER BY reviews_avg_rating DESC).

12. RG-12 : Le moteur de recommandation calcule un score composite pour chaque destination :
 $(\text{note} \times 20) + (\text{nb avis} \times 4) + (\text{hôtels actifs} \times 3) + (\text{restaurants actifs} \times 2) + (\text{circuits actifs} \times 4) + (\text{activités actives} \times 3)$.
13. RG-13 : Les routes de l'API sont protégées par une limitation de débit différenciée :
authentification (5 req/min), recherche (30 req/min), callback CMI (120 req/min), routes admin (60 req/min), reviews (10 req/min).

Chapitre 2 — Analyse

2.1. Étude comparative des solutions existantes

Une analyse des plateformes de tourisme et de réservation existantes a été menée pour identifier leurs forces, limites, et les opportunités de différenciation pour FreeWings. Cinq catégories de solutions ont été étudiées.

Critère	Booking.com	TripAdvisor	GetYourGuide	Sites institutionnels	FreeWings
Réservation hébergement	Oui ✓	Indirecte	Non	Non	Oui ✓
Réservation circuits/activités	Limitée	Limitée	Oui ✓	Non	Oui ✓
Paiement en ligne intégré	Oui ✓	Non	Oui ✓	Non	Oui CMI ✓
Paiement carte marocaine (CMI)	Non	Non	Non	Non	Oui ✓
Espace professionnel simplifié	Complexe	Limité	Non	Non	Oui ✓
Tableau de bord admin	Interne	Interne	Interne	Variable	Intégré ✓
Monitoring & observabilité	Interne	Interne	Interne	Aucun	Intégré ✓
SEO automatique (sitemap/JSON-LD)	Partiel	Partiel	Partiel	Limité	Oui ✓
Recommandation algorithmique	Oui	Oui	Oui	Non	Oui (scoring)✓
Focus destination Maroc	Non	Non	Non	Oui (peu interactif)	Oui ✓

Tableau 1 — Comparaison des plateformes de tourisme existantes

L'analyse révèle que FreeWings est la seule solution combinant à la fois : (1) un catalogue multi-entités complet, (2) un paiement en ligne nativement marocain (CMI), (3) un espace professionnel intégré avec

vérification, (4) un système de monitoring opérationnel embarqué, et (5) un focus exclusif sur la valorisation de la destination Maroc.

2.2. Détail des besoins fonctionnels et de leur implémentation informatique

2.2.1. Authentification, rôles et sécurité des comptes

Le besoin BF-01 (authentification) est implémenté via Laravel Sanctum en mode Personal Access Token (Bearer Token). À la connexion, le backend génère un jeton unique associé au compte, transmis ensuite dans l'en-tête « Authorization: Bearer <token> » de chaque requête API. La gestion des rôles (RBAC) est appliquée via trois couches complémentaires : (1) les middlewares de routage (AdminMiddleware, ProfessionalMiddleware), (2) les FormRequests Laravel qui vérifient le rôle dans leur méthode authorize(), et (3) les Politiques Laravel qui contrôlent l'accès à chaque ressource au niveau de l'action (ownership, rôle, état du compte).

La règle RG-02 (suspension de compte) est implémentée par le middleware EnsureAccountActive, appliqué à toutes les routes protégées. Dès qu'un administrateur suspend un compte, tout token valide de cet utilisateur retourne instantanément HTTP 403, sans nécessiter l'invalidation des tokens.

La sécurité des réponses HTTP est renforcée par le middleware SecurityHeaders, qui injecte sur chaque réponse API : X-Content-Type-Options (nosniff), X-Frame-Options (SAMEORIGIN), Strict-Transport-Security (HSTS avec preload), Content-Security-Policy, Permissions-Policy, et Cross-Origin-Opener-Policy.

2.2.2. Catalogue, recherche et recommandation

Le module de catalogue repose sur des entités riches en données (champs JSON pour images multiples, équipements, inclus, highlights), chacune bénéficiant d'une API Resource Laravel qui normalise les réponses JSON et charge conditionnellement les relations (withLoaded). Les entités disposent de scopes Eloquent publiclyVisible() qui filtrent automatiquement les contenus non publiés ou non vérifiés.

Le moteur de recherche unifié (SearchController::unifiedSearch) répond au besoin BF-02 en permettant une recherche transversale sur les cinq types d'entités (destinations, hôtels, restaurants, circuits, activités) en un seul appel API. Il applique des critères de recherche spécifiques à chaque entité (nom, description, région pour les destinations ; type de cuisine, localisation pour les restaurants, etc.), ordonne les résultats par note moyenne décroissante, et retourne des résultats groupés par type.

Le service de recommandation (RecommendationService) calcule en temps réel un score composite pour chaque destination, combinant la note moyenne des avis, le nombre d'avis, et le nombre d'établissements actifs de chaque type. Pour les circuits, le score favorise les annonces marquées is_featured, pondérées par la note et le nombre d'avis. Cette logique de scoring est exécutée directement en SQL (orderByRaw) pour des performances optimales.

2.2.3. Réservations et paiement CMI 3D Secure

Le module de réservation utilise un pattern polymorphique (bookable_id / bookable_type), permettant à une seule table « bookings » de gérer des réservations pour des hôtels, circuits ou activités sans duplication de logique. Le cycle de vie d'une réservation est rigoureusement contrôlé via des constantes

de statut définies dans le modèle Booking (STATUS_PENDING, STATUS_CONFIRMED, STATUS_CANCELLED, etc.) et des méthodes sémantiques (canBeCancelled(), isPending(), scopeActive()).

Le paiement en ligne est implémenté via l'intégration complète de la passerelle CMI (Centre Monétique Interbancaire), la principale passerelle de paiement bancaire au Maroc. Le flux technique se déroule en trois phases :

- Phase 1 — Initiation du paiement : lorsque le voyageur clique sur « Payer », le frontend appelle POST /api/user/bookings/{id}/payments/cmi/checkout. Le CmiPaymentController génère un payload signé (HASH HMAC-SHA512 calculé par CmiPaymentService::hash()) et retourne les champs du formulaire de redirection. Le frontend auto-soumet ce formulaire vers la passerelle CMI (3D_PAY_HOSTING). Le voyageur est redirigé vers la page de paiement hébergée par CMI — FreeWings ne voit jamais les données de carte.
- Phase 2 — Callback sécurisé : après la transaction, CMI poste un webhook vers POST /api/payments/cmi/callback. Le backend vérifie le hash HMAC-SHA512 (verifyCallback), identifie la réservation par l'order_id, vérifie la correspondance de montant (amountMatches), applique l'idempotence (firstOrCreate sur payment_events), et met à jour le statut de la réservation. Tout callback invalide ou doublon est journalisé et retourné « OK » pour éviter les rejouages CMI.
- Phase 3 — Réconciliation côté voyageur : la page CmiPaymentReturn interroge GET /api/user/payments/cmi/status et rafraîchit automatiquement le statut toutes les 5 secondes tant que le paiement reste en attente (polling React Query), permettant au voyageur de voir en temps réel la réconciliation du callback CMI.

Pour la certification et les tests, CmiPaymentService expose un mode « certification » (désactivé en production) qui permet de générer des payloads de callback signés simulant des scénarios d'approbation, de refus ou d'échec d'authentification 3D Secure, sans nécessiter de transaction bancaire réelle.

2.2.4. Observabilité et monitoring

FreeWings implémente un système d'observabilité de niveau professionnel couvrant à la fois le backend et le frontend. Côté backend, le middleware RequestTelemetry intercepte chaque requête HTTP et enregistre : la durée d'exécution, le code de statut HTTP, l'identifiant de requête (Request ID unique généré par le middleware RequestId), l'identifiant et le rôle de l'utilisateur, le nom de la route, l'utilisation mémoire, et le hash anonymisé de l'IP. Les requêtes lentes (> 750 ms) sont journalisées en « warning », les erreurs 5xx en « error ». Le taux d'échantillonnage des succès est configurable pour limiter le volume de logs.

Côté frontend, le module clientTelemetry.ts capture automatiquement : les erreurs JavaScript non gérées (window.onerror), les rejets de promesses non capturés (unhandledrejection), et les métriques Web Vitals (LCP, CLS, INP, TTFB, DOM Complete) mesurées via PerformanceObserver. Ces événements sont envoyés vers POST /api/client-events via navigator.sendBeacon (ou fetch avec keepalive) pour garantir la livraison même lors de la fermeture de page. Un mécanisme de limitation de débit client (30 événements/minute par défaut) évite toute surcharge. Les données sensibles (email, token, carte) sont filtrées avant envoi.

Le HealthController expose deux niveaux de diagnostic : un endpoint public (/api/health) vérifiant la base de données et le stockage, et un endpoint admin (/api/admin/health) incluant les métriques

opérationnelles complètes (cache, file d'attente, charge CPU, mémoire libre, événements CMI en attente, vérifications professionnelles en attente, etc.).

2.2.5. SEO et sitemaps XML

Le SEOHead React synchronise dynamiquement tous les tags HTML nécessaires pour chaque page : balise <title>, meta description, balises Open Graph (og:type, og:title, og:description, og:image, og:url), Twitter Card, URL canonique et données structurées JSON-LD. Côté backend, le SitemapController génère des sitemaps XML dynamiques segmentés par type d'entité (destinations, hôtels, circuits, blogs), listant les URLs avec leur date de dernière modification, pour faciliter l'indexation par les moteurs de recherche.

2.3. Cycle de vie du projet

Le projet a adopté un cycle de vie itératif et incrémental, proche d'un modèle Scrum simplifié en deux phases. La première phase (cadrage et version 1) a couvert : l'analyse des besoins, la conception du schéma de données, le développement des modules de base (catalogue, authentification, réservations, avis, favoris, tableaux de bord) et la mise en place de l'architecture découplée API REST / SPA React. La deuxième phase (consolidation et fonctionnalités avancées) a porté sur : le refactoring backend complet (sécurité, validation, autorisation, ressources API), l'intégration CMI (paiement 3D Secure, callback, réconciliation), l'ajout du système d'observabilité, du moteur de recherche unifié, du système de recommandation, du module SEO et sitemap, et de la détection offline.

Les critères de choix du cycle itératif plutôt que le cycle en V strict tiennent à la nature évolutive du projet (fonctionnalités CMI et observabilité ajoutées en phase 2) et à la nécessité de valider les intégrations techniques (passerelle CMI, métriques frontend) par l'expérimentation avant la spécification finale.

2.4. Pile technologique

2.4.1. Backend

Composant	Technologie / Version	Rôle
Langage serveur	PHP 8.2+	Langage principal du backend
Framework	Laravel 10	API REST, ORM, middleware, validation, mail
Authentification	Laravel Sanctum	Jetons d'accès personnel (Bearer Token)
ORM	Eloquent (Laravel)	Mapping objet-relationnel, relations polymorphiques
Base de données	PostgreSQL / SQLite	Persistance relationnelle avec UUID et JSON
Passerelle paiement	CMI (intégration custom)	Paiement CB 3D Secure, HMAC-SHA512
Observabilité	Laravel Log + SentryReporter	Logs structurés, reporting d'erreurs

Composant	Technologie / Version	Rôle
Validation	Form Requests Laravel	Validation découplée des contrôleurs
Autorisation	Laravel Policies	RBAC orienté objet
Transformation données	API Resources Laravel	Normalisation des réponses JSON
Emails transactionnels	Laravel Mailable	Confirmation de réservation, statut paiement
Tests	PHPUnit + artisan	Tests unitaires et fonctionnels
Gestion dépendances	Composer	Gestion des paquets PHP

Tableau 9a — Pile technologique backend

2.4.2. Frontend

Composant	Technologie / Version	Rôle
Bibliothèque UI	React 18	Composants déclaratifs, hooks, contexte
Langage	TypeScript	Typage statique, sécurité du code
Bundler	Vite 5 + SWC	Build ultra-rapide (compilation Rust)
Design system	Tailwind CSS + shadcn/ui	Utilitaires CSS + composants accessibles
Routage	React Router DOM v6	Navigation SPA, routes protégées
État serveur	TanStack Query (React Query)	Cache, polling, synchronisation API
Validation formulaires	React Hook Form + Zod	Validation typée côté client
Iconographie	Lucide React	Bibliothèque d'icônes cohérente
Graphiques (dashboard)	Recharts	Visualisation de données statistiques
Observabilité client	clientTelemetry.ts (custom)	Web Vitals, erreurs JS, sendBeacon
SEO	SEOHead.tsx (custom)	Open Graph, JSON-LD, canonical
Déploiement frontend	Vercel (vercel.json)	Déploiement SPA avec routing client-side

Tableau 9b — Pile technologique frontend

2.5. Synthèse des besoins par acteur

Acteur	Nb besoins fonctionnels	Fonctionnalités clés
Voyageur	10 (BF-01 à BF-10)	Catalogue, recherche, réservation, paiement CMI, avis, favoris
Professionnel	4 (BF-11 à BF-14)	Annonces, vérification, planning, gestion réservations reçues
Administrateur	7 (BF-15 à BF-21)	Catalogue, modération, supervision paiements, santé, audit

Tableau 2 — Synthèse des besoins fonctionnels par acteur

Chapitre 3 — Conception

3.1. Architecture générale du système

FreeWings repose sur une architecture en couches découplées, séparant strictement la présentation, les services applicatifs, la logique métier et la persistance des données. Cette organisation garantit la maintenabilité, la testabilité et l'évolutivité de chaque composant indépendamment.

La couche de présentation (SPA React 18 / TypeScript) communique exclusivement avec la couche services via des requêtes HTTP/JSON sécurisées. Le backend Laravel 10 expose une API REST stateless, sécurisée par Laravel Sanctum. La couche métier (modèles Eloquent, Politiques, Services) encapsule toutes les règles de gestion. La couche de données assure la persistance via PostgreSQL / SQLite avec un schéma relationnel optimisé.

3.2. Architecture technique découplée (Frontend / API REST / Backend)

L'architecture découplée permet au frontend et au backend d'évoluer indépendamment. Chaque requête API est identifiée par un Request ID unique (middleware RequestId), les rôles et permissions sont appliqués via des middlewares et Politiques Laravel, et toutes les réponses sont normalisées par des API Resources.

3.3. Modèle Conceptuel de Données (MCD)

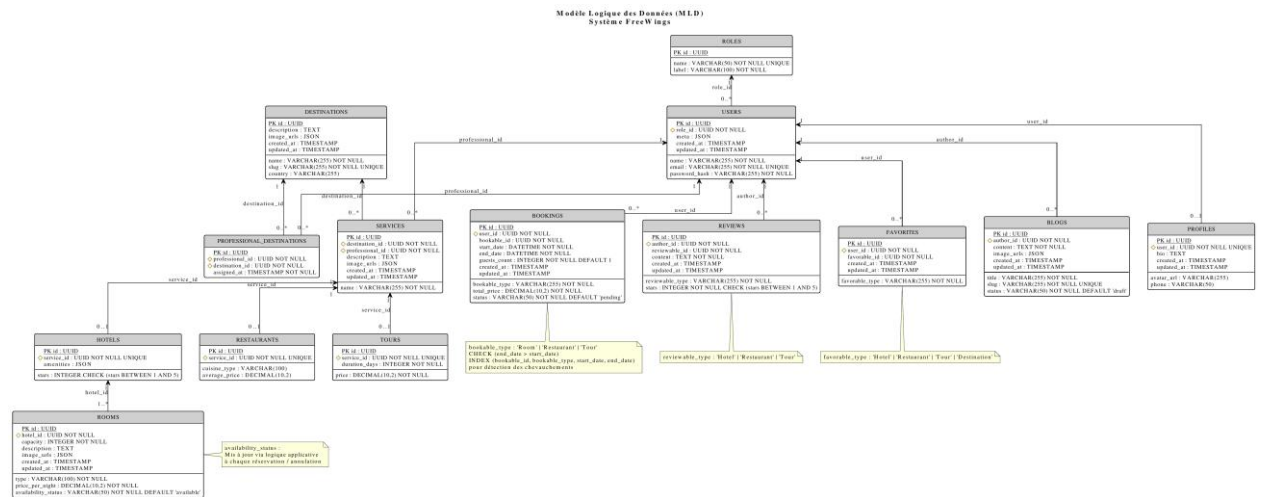
Le MCD de FreeWings représente l'ensemble des entités du domaine métier et leurs relations, selon la notation UML avec multiplicités. Il constitue le socle de la conception de la base de données et traduit fidèlement les règles de gestion définies au chapitre 1. Les entités centrales (USER, SERVICE, BOOKING) sont reliées à l'ensemble des entités métier via des relations polymorphiques pour BOOKING, REVIEW et FAVORITE.

3.3.1. Entités principales et relations clés

- ▶ USER — entité centrale reliée à ROLE, PROFILE, BOOKING, REVIEW, FAVORITE et BLOG.
- ▶ DESTINATION — agrège les entités du catalogue via la relation « abrite » (0..N SERVICES par destination).
- ▶ SERVICE — entité abstraite spécialisée en HOTEL, RESTAURANT ou TOUR (relation 0..1 — 1).
- ▶ HOTEL contient 1..N ROOMS ; BOOKING, REVIEW et FAVORITE utilisent des relations polymorphiques (bookable_type / reviewable_type / favorable_type).
- ▶ PROFESSIONAL_DESTINATION — table d'association entre professionnels et destinations, permettant à un professionnel de gérer plusieurs destinations.

3.4. Modèle Logique de Données (MLD)

Le MLD traduit le MCD en tables relationnelles avec types de données précis, contraintes d'intégrité (CHECK, UNIQUE, NOT NULL), index de performance et clés étrangères. FreeWings utilise des identifiants UUID pour toutes les tables métier, garantissant l'unicité globale et la sécurité par obscurcissement des identifiants.



3.4.1. Points techniques remarquables du MLD

- ▶ Polymorphisme : BOOKINGS utilise (bookable_id, bookable_type) avec un index composite sur (bookable_id, bookable_type, start_date, end_date) pour la détection des chevauchements. REVIEWS et FAVORITES suivent le même pattern.
- ▶ Contrainte temporelle : CHECK (end_date > start_date) sur BOOKINGS, garantissant la cohérence des plages de dates.
- ▶ Disponibilité gérée par logique applicative : availability_status sur ROOMS est mis à jour à chaque création / annulation de réservation via AvailabilityService.
- ▶ Index de performance : index sur (professional_id, destination_id) dans PROFESSIONAL_DESTINATIONS, index sur (author_id) dans BLOGS et REVIEWS.

3.5. Diagrammes de cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation représente les interactions entre les quatre acteurs du système (Visiteur, Client, Professionnel, Administrateur) et les fonctionnalités offertes par la plateforme FreeWings. Les relations « include » matérialisent les dépendances fonctionnelles entre cas d'utilisation.

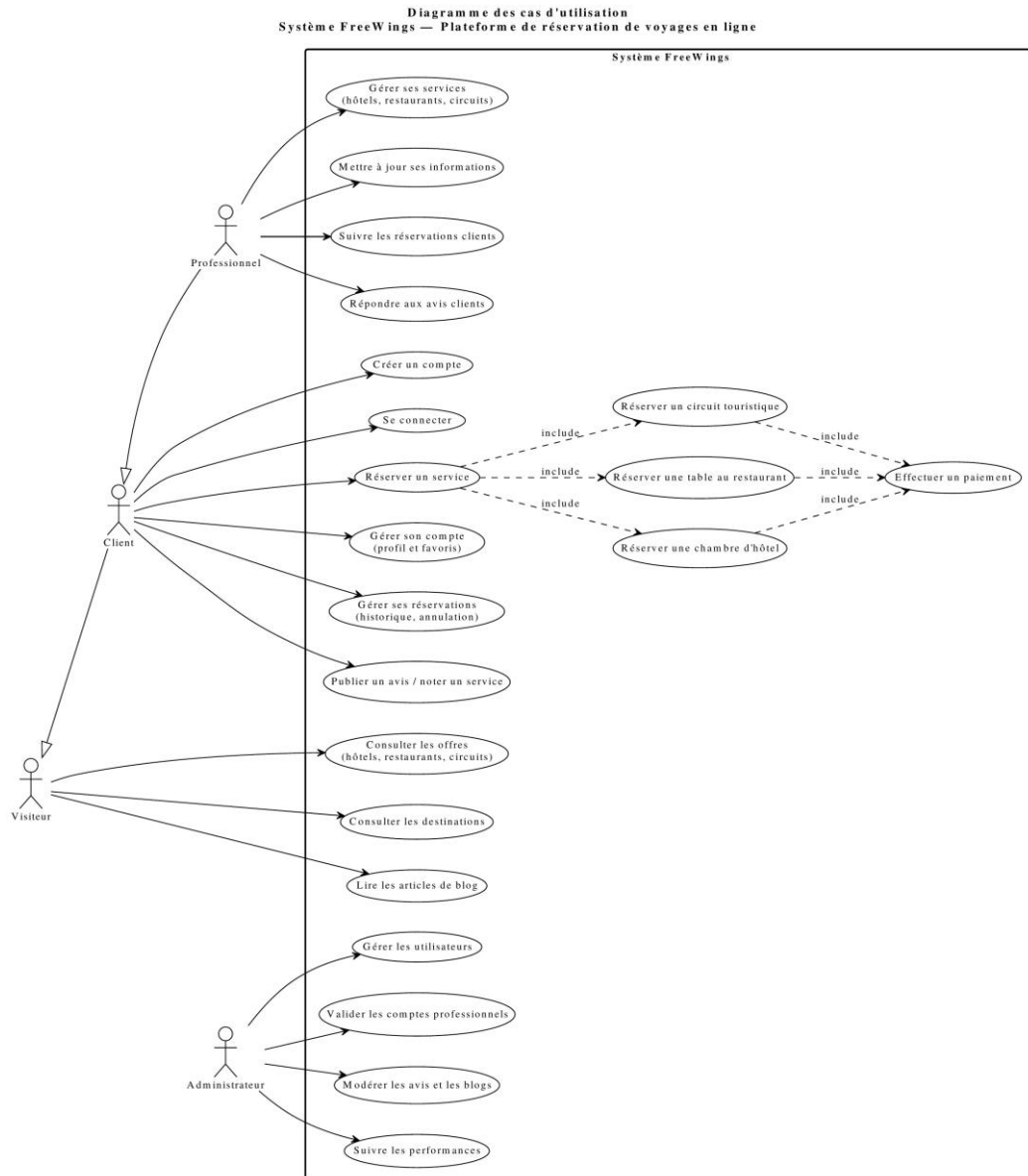


Figure 4 — Diagramme de cas d'utilisation global — Système FreeWings

3.5.1. Description des acteurs

- ▶ Visiteur (non authentifié) : peut consulter le catalogue (destinations, services, blog) sans s'inscrire.
- ▶ Client (authentifié) : effectue des réservations, paiements CMI, gère ses favoris, rédige des avis.
- ▶ Professionnel (authentifié + vérifié) : gère ses services, suit les réservations clients, répond aux avis.
- ▶ Administrateur : supervision globale (utilisateurs, contenus, performances, validation des professionnels, modération).

3.6. Descriptions textuelles des cas d'utilisation (fiches descriptives)

Les fiches descriptives précisent le déroulement nominatif et alternatif de chaque cas d'utilisation majeur, complétant ainsi les diagrammes UML par une spécification textuelle détaillée.

Fiche 1 — « Se connecter »

Champ	Description
Acteur principal	Visiteur (Voyageur, Professionnel ou Administrateur)
Préconditions	L'utilisateur possède un compte enregistré sur la plateforme.
Scénario nominal	1. L'utilisateur accède à /login. 2. Il saisit son adresse e-mail et son mot de passe. 3. POST /api/login → AuthController vérifie les identifiants et le hash bcrypt. 4. Sanctum génère un Personal Access Token. 5. Le token est retourné au frontend et stocké (localStorage). 6. L'utilisateur est redirigé vers son tableau de bord selon son rôle.
Scénarios alternatifs	A1 : Identifiants incorrects → 401 Unauthorized, message d'erreur. A2 : Compte suspendu → EnsureAccountActive renvoie 403 Forbidden. A3 : Token expiré en cours de session → 401, déconnexion automatique et redirection vers /login.
Postconditions	Token Sanctum valide stocké. L'utilisateur est authentifié et redirigé.

Tableau 4 — Fiche descriptive : « Se connecter »

Fiche 2 — « Réserver un service et payer via CMI »

Champ	Description
Acteur principal	Client (Voyageur authentifié)
Préconditions	Client connecté. Service disponible (availability_status = available). Réservation confirmée.
Scénario nominal — Réservation	1. Le client consulte la fiche du service (tour, chambre, restaurant). 2. Il sélectionne les dates, le nombre de participants. 3. GET /api/availability → AvailabilityService vérifie les chevauchements. 4. POST /api/bookings → BookingService crée la réservation (status = pending). 5. AvailabilityService met à jour availability_status = 'booked'. 6. Le partenaire confirme → status = 'confirmed'. Scénario nominal — Paiement CMI : 7. Client clique « Payer » → POST /api/bookings/{id}/payments/cmi/checkout. 8. Backend génère payload signé HMAC-SHA512, retourne champs du formulaire. 9. Frontend auto-soumet le formulaire vers la passerelle CMI. 10. Client saisit données de carte sur la page hébergée CMI (3D Secure). 11. CMI poste callback → backend vérifie signature, idempotence, montant. 12. Booking → payment_status = paid, status = confirmed. 13. Email de confirmation envoyé. Page CmiPaymentReturn affiche le statut.

Champ	Description
Scénarios alternatifs	A1 : Service indisponible → message d'erreur, suggestion d'alternatives. A2 : Paiement refusé (3D Secure) → booking reste unpaid, page CmiPaymentReturn affiche l'échec. A3 : Callback CMI reçu deux fois → idempotence via payment_events (firstOrCreate), doublon ignoré.
Postconditions	Réservation status = confirmed, payment_status = paid. Email envoyé. Événement journalisé dans payment_events.

Tableau 5 — Fiche descriptive : « Réserver un service et payer via CMI »

Fiche 3 — « Gérer et modérer le catalogue (Administrateur) »

Champ	Description
Acteur principal	Administrateur
Préconditions	Administrateur authentifié avec rôle admin.
Scénario nominal	1. L'admin accède au tableau de bord d'administration. 2. Il consulte les listes d'utilisateurs, services, réservations, avis. 3. Il approuve / rejette les comptes professionnels (status = verified / rejected). 4. Il modère les avis non conformes (action tracée dans moderation_logs). 5. Il supervise les paiements CMI (payment_events) et déclenche les remboursements. 6. Il consulte les métriques de santé système (/api/admin/health).
Scénarios alternatifs	A1 : Professionnel rejette → email de notification avec motif. A2 : Discordance de montant CMI → rejet du callback (HTTP 409), alerte dans le journal.
Postconditions	Actions tracées dans moderation_logs. Statuts mis à jour. Emails envoyés le cas échéant.

Tableau 6 — Fiche descriptive : « Modérer le catalogue (Admin) »

3.7. Diagramme de classes

Le diagramme de classes présente la structure statique du système FreeWings selon la notation UML. Il inclut les interfaces (IBookable, IReviewable, IFavorable), les entités métier (User, Profile, Service, Hotel, Restaurant, Tour, Room, Booking, Review, Favorite, Blog), et les classes de services (BookingService, ReviewService, AvailabilityService, FavoriteService).



Anass BENAMEUR & Oumaima BAKKALI

3.7.1. Points de conception remarquables

- ▶ Interfaces IBookable, IReviewable et IFavorable : définissent les contrats que doivent respecter les entités réservables, notables ou sauvegardables, permettant la conception polymorphique.
- ▶ Hiérarchie Service → Hotel / Restaurant / Tour : Service est une entité abstraite partagée (nom, description, images) dont Hotel, Restaurant et Tour héritent via une relation de spécialisation (service_id UNIQUE).
- ▶ Classes de services (BookingService, AvailabilityService, ReviewService, FavoriteService) : encapsulent la logique métier complexe, séparée des contrôleurs pour respecter le principe de responsabilité unique (SRP).
- ▶ Méthodes sémantiques sur Booking : confirm(), cancel(), reject() traduisent directement les transitions d'état du cycle de vie.

3.8. Diagrammes de séquence

Le diagramme de séquence ci-dessous illustre le scénario complet de réservation d'une chambre d'hôtel par un client authentifié, incluant l'authentification, la recherche, la vérification de disponibilité, la création de la réservation et le traitement du paiement.



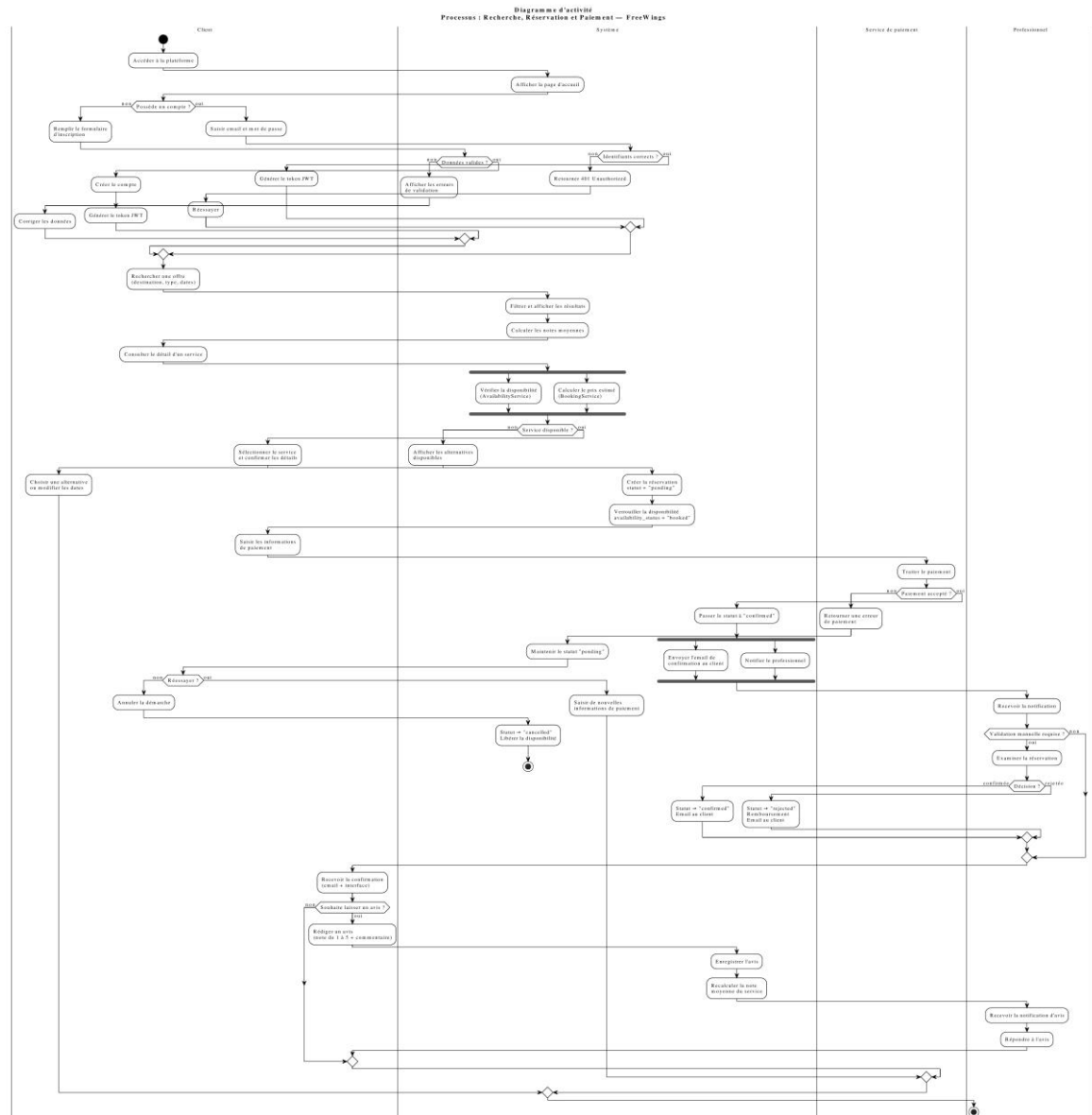
Figure 10 — Diagramme de séquence : Réservation d'une chambre d'hôtel avec paiement

3.8.1. Lecture du diagramme de séquence

- ▶ Phase Authentication : POST /api/login → sélection en base → vérification bcrypt → génération token Sanctum → 200 OK {user, token}.
- ▶ Phase Recherche : GET /api/hotels → jointure services/destinations → 200 OK {hotels[]} → sélection d'un hôtel et de ses chambres.
- ▶ Phase Vérification de disponibilité : requête SELECT sur bookings avec condition de non-chevauchement temporel → calcul du prix total → affichage du récapitulatif.
- ▶ Phase Création : POST /api/bookings → validation middleware auth → re-vérification de disponibilité (double-check) → INSERT booking (status=pending) → UPDATE room availability_status='booked' → 201 Created.
- ▶ Phase Paiement : POST /api/payments → appel PaymentService (CMI) → UPDATE booking status='confirmed' → 200 OK → email de confirmation asynchrone.

3.9. Diagrammes d'activités

Le diagramme d'activités modélise le processus complet de recherche, réservation et paiement côté client, incluant les branches conditionnelles (disponibilité, validité du paiement, décision du professionnel) et les interactions avec les systèmes externes (passerelle de paiement, service de messagerie).



3.9.1. Analyse des flux principaux

- ▶ Flux d'authentification : deux branches (inscription / connexion), toutes deux aboutissant à la génération d'un token JWT / Sanctum.
- ▶ Flux de recherche et filtrage : AvailabilityService calcule les notes moyennes et vérifie la disponibilité en temps réel.
- ▶ Flux de réservation : création avec status='pending', verrouillage de disponibilité. Décision du professionnel (confirmée / rejetée) avec notifications email.
- ▶ Flux de paiement : traitement par PaymentService, gestion des cas de succès (status='confirmed') et d'échec (status inchangé, libération de disponibilité si nécessaire).
- ▶ Flux post-réservation : possibilité de rédiger un avis (note 1–5 + commentaire), recalcul automatique de la note moyenne du service.

Chapitre 4 — Développement

Ce chapitre présente les interfaces développées pour la plateforme FreeWings à travers des captures d'écran réelles de l'application. Chaque section décrit les choix d'implémentation, les patterns techniques utilisés et l'expérience utilisateur offerte.

4.1. Architecture du code et choix d'implémentation

Le code est structuré en deux applications indépendantes communiquant par API REST. Le backend Laravel organise les responsabilités selon le pattern MVC étendu : routes → middlewares → FormRequests (validation + autorisation) → Controllers → Politiques → Services → Models → API Resources. Le frontend React est organisé par fonctionnalité (pages, composants communs, contextes, services API, types TypeScript, schémas Zod).

Couche	Backend (Laravel 10)	Frontend (React 18 / TS)
Routage & Sécurité	api.php + Auth/Admin/Professional Middlewares	React Router + AuthContext + RequireAuth
Validation	FormRequests (règles + autorisation)	React Hook Form + Zod schemas
Données	Eloquent Models + API Resources	TanStack Query + apiService.ts
Services métier	BookingService, CmiPaymentService, RecommendationService	clientTelemetry.ts, SEOHead.tsx
Email	Laravel Mailable (BookingConfirmation)	—
Observabilité	RequestTelemetry, HealthController, RequestId	Web Vitals via PerformanceObserver + sendBeacon

Tableau — Répartition des responsabilités par couche technique

4.2. Page d'accueil — Vitrine de la plateforme

La page d'accueil constitue le point d'entrée de FreeWings. Elle présente le moteur de recherche principal, les destinations recommandées par l'algorithme de scoring (RecommendationService), les meilleures offres de circuits vérifiés avec paiement CMI prêt, les derniers articles du journal, et les témoignages de voyageurs. Le SEOHead injecte dynamiquement les balises Open Graph, Twitter Card et JSON-LD (type TouristDestination) pour optimiser le référencement. La navigation principale expose toutes les sections du catalogue (Journal, Destinations, Tours, Hotels, Restaurants), la recherche globale, et les contrôles d'accessibilité (thème clair/sombre).

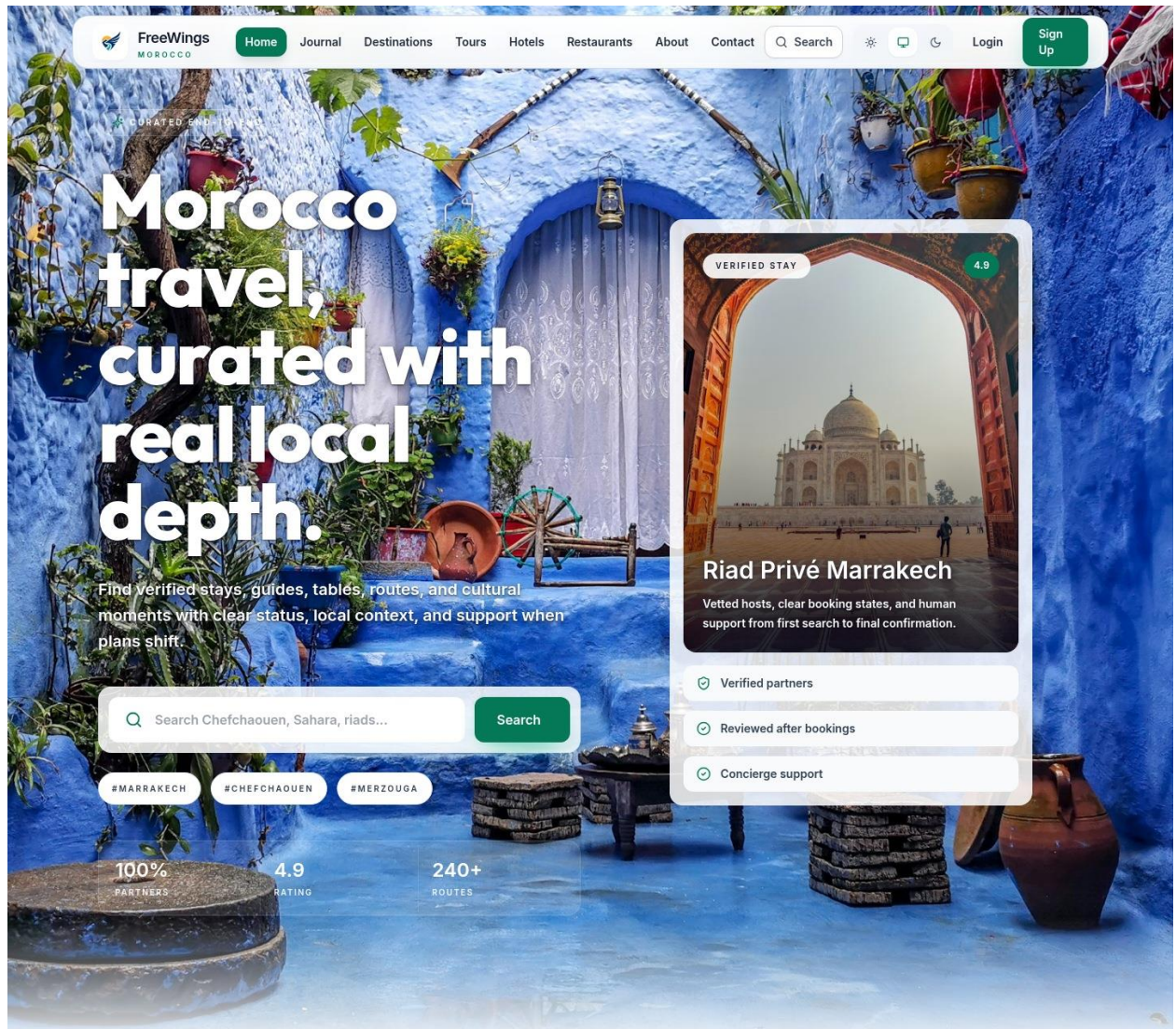


Figure 15 — Page d'accueil FreeWings : moteur de recherche, destinations recommandées, meilleures offres

4.3. Catalogue des destinations — « Legendary Places »

La page Destinations présente les 11 destinations marocaines du catalogue sous forme de cartes visuelles riches. Chaque carte affiche la région administrative, la note moyenne (calculée via withAvg Eloquent), le nombre d'avis (withCount), et un bouton « Discover ». La barre de recherche intégrée et les onglets de tri (Trending / Top Rated / Hidden Gems) permettent un filtrage immédiat côté client. Les destinations sont ordonnées par score de recommandation (algorithme multicritère) par défaut.

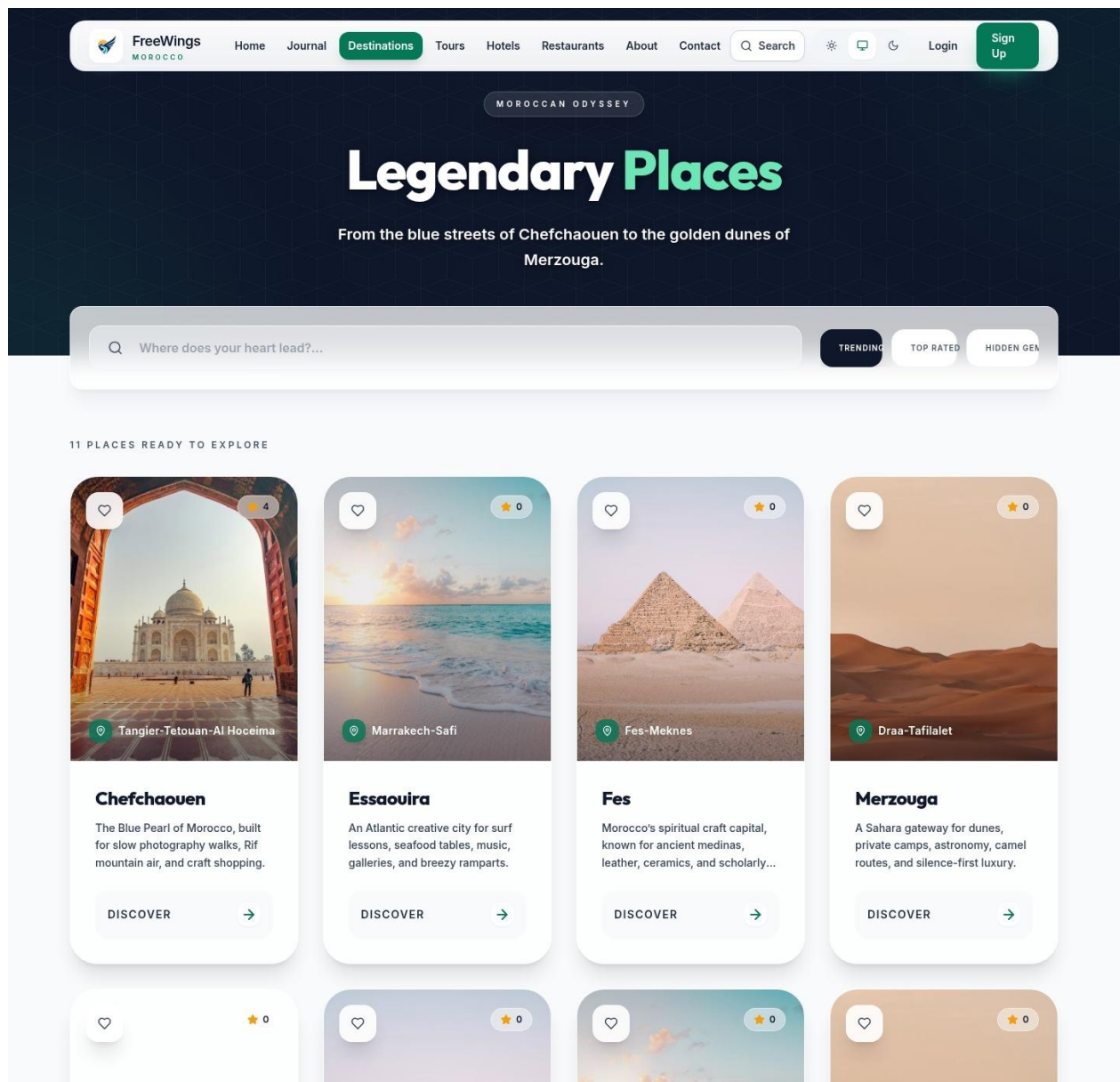


Figure 16 — Catalogue des destinations : tri par recommandation, notes moyennes, région

4.4. Fiche détaillée d'une destination

La fiche destination (ex. Chefchaouen) agrège toutes les informations utiles au voyageur : hero pleine largeur avec image de couverture, note globale et tags de région, galerie d'images, description éditoriale, activités phares, aperçu climatique, coordonnées GPS avec lien cartographique, avis de la communauté (reviews polymorphiques), et bouton « Inquire Now » pointant vers la page de contact. Le bloc « Destination Facts » (région, conditions de visa, points d'intérêt) est généré dynamiquement depuis les données de la destination. La page utilise les données structurées JSON-LD Schema.org pour le référencement.


FreeWings
MOROCCO

[Home](#)
[Journal](#)
[Destinations](#)
[Tours](#)
[Hotels](#)
[Restaurants](#)
[About](#)
[Contact](#)

[Login](#)
[Sign Up](#)

[HOME](#) · [DESTINATIONS](#) · [CHEFCHAOUEN](#)

4 Legendary Rating

[TANGIER-TETOUAN-AL HOCEIMA](#)
[SCENIC](#)

 SAVE


 02 GALLERY

Experience The Soul of Chefchaouen

The Blue Pearl of Morocco, built for slow photography walks, Rif mountain air, and craft shopping.

ELITE ACTIVITIES

- Blue Medina
- Ras El Maa
- Rif Mountains
- textile workshops

CLIMATE INSIGHT

Mediterranean

DESTINATION FACTS

REGION
Tangier-Tetouan-Al Hoceima

VISA REQUIREMENTS
Visa free for many countries up to 90 days.

TOP HIGHLIGHTS
Blue Medina, Ras El Maa, Rif Mountains, textile workshops

FIND MATCHING EXPERIENCES


 COORDINATES

MAP POSITION

LATITUDE
35.1688

LONGITUDE
-5.2636

OPEN MAP 

Plan Your Journey

Let our travel specialists curate your perfect Chefchaouen experience.

Inquire Now

Figure — Fiche détaillée d'une destination : Chefchaouen — Description, coordonnées, avis, faits

4.5. Catalogue des circuits touristiques — « Tours & Insights »

La page Tours présente les 12 circuits disponibles, chacun proposé par un partenaire vérifié, avec capacité maximale affichée en temps réel, tarif transparent (MAD/personne), badge CMI-Ready Checkout, et durée en jours. Les filtres (Trending / Top Rated / Recent) permettent de trier l'affichage. Un bouton « Load More Adventures » implémente la pagination lazy (staleTime TanStack Query). Les circuits sont issus uniquement de partenaires vérifiés (is_available = true + professional_verification_status = verified).

The screenshot displays the FreeWings Morocco website interface. At the top, a navigation bar includes links for Home, Journal, Destinations, Tours (highlighted), Hotels, Restaurants, About, and Contact, along with a search bar and user options like Login and Sign Up. Below the navigation bar, a section titled 'CURATED ADVENTURES' leads to the main heading 'Tours & Insights'. A subtext states: 'Verified guides, clear capacity, real meeting points, and Morocco routes designed for high-confidence booking.' A search bar with the placeholder 'Search Sahara, Atlas, food walks...' is present, along with filters for TRENDING, TOP RATED, and RECENT. Below the search bar, three badges indicate 'VERIFIED PARTNERS', 'CMI-READY CHECKOUT', and 'LOCAL SUPPORT'. A section titled '12 TOURS READY TO JOIN' displays a grid of eight tour cards. Each card features a heart icon, a '1 DAY' badge, a 'FREEWINGS TOUR' label, a rating (e.g., 4.8, 4.9, 4.8, 4.7), the tour title, capacity, a brief description, and a 'STARTING FROM' price in MAD (e.g., 96, 74, 78, 72) with a right arrow button.

Tour Title	Rating	Capacity	Starting From (MAD)
Dakhla Lagoon Kite Intro And Oyster Lunch	4.8	8 GUESTS	96
Imllil Valley Amazigh Lunch Trek	4.9	10 GUESTS	74
Ait Ben Haddou And Film Studios Circuit	4.8	12 GUESTS	78
Tangier Kasbah, Cafe And Cap Spartel Drive	4.7	10 GUESTS	72

Figure 17 — Catalogue des circuits : partenaires vérifiés, capacité en temps réel, paiement CMI prêt

4.6. Fiche détaillée d'un circuit et réservation

La fiche d'un circuit (ex. Dakhla Lagoon Kite Intro) présente le hero image pleine largeur avec les méta-données clés (note, durée, destination), une galerie, et les onglets Overview / Itinerary / Reviews. Le panneau latéral de réservation affiche le tarif par personne, un sélecteur de date (journey date), un compteur de voyageurs, le calcul du sous-total en temps réel (nb × prix), le nombre de places restantes, et le bouton « Request Booking ». Le bloc « How Booking Works » explique le processus en 4 étapes : REQUEST → CONFIRM → CMI → TRAVEL, assurant la transparence sur le cycle de vie de la réservation et l'intégration du paiement sécurisé CMI.

[Home](#)
[Journal](#)
[Destinations](#)
[Tours](#)
[Hotels](#)
[Restaurants](#)
[About](#)
[Contact](#)

[Login](#)
[Sign Up](#)

[HOME](#) · [TOURS](#) · [DAKHLA LAGOON KITE INTRO AND OYSTER LUNCH](#)

Dakhla Lagoon Kite Intro And Oyster Lunch

★ 4.8 (0 Reviews)
🕒 1 Days Voyage

♡ SAVE

OVERVIEW

ITINERARY

REVIEWS

Experience The Journey

A wind-aware lagoon day with beginner kite briefing, equipment intro, oyster table lunch, and easy camp transfers.

TOUR HIGHLIGHTS

- ✓ 1-day guided Moroccan journey
- ✓ Small-group pace capped at 8 guests
- ✓ Clear meeting point at Dakhla Lagoon Eco Lodge reception
- ✓ 96 MAD transparent starting price

PREMIUM INCLUSIONS

- ✓ Host coordination before departure
- ✓ Curated local stops matched to the itinerary
- ✓ Booking support from request through confirmation
- ✓ Traveler review trail for quality control

EXCLUSIVE PRICING

96 / PERSON

JOURNEY DATE

06/19/2026

TRAVELERS

2

2 x 96 MAD

192 MAD

6 SPOTS REMAINING

Request Booking

HOW BOOKING WORKS

Tour requests move from capacity confirmation to CMI-ready payment and support-visible reconciliation.

1 REQUEST

Dates, guests, and price snapshot are recorded instantly.

2 CONFIRM

Partner capacity is checked before payment opens.

3 CMI

Secure payment and references stay

4 TRAVEL

Dashboard status remains your

Figure — Fiche circuit Dakhla Lagoon : réservation, capacité, paiement CMI, conditions de cancellation

4.7. Fiche détaillée d'un hôtel

La fiche hôtel (ex. Dakhla Lagoon Eco Lodge, 4.5 ★) présente l'offre de séjour avec le tarif par nuit, les dates d'arrivée et de départ, le nombre de voyageurs, et le calcul automatique du total. Le panneau d'équipements (Royal Amenities) liste les services premium avec des icônes sémantiques. La section « How Booking Works » réaffirme le processus de réservation en 4 étapes avec l'accent sur la garantie CMI-ready. Le bloc « Location » avec coordonnées et lien cartographique renforce la confiance.

FreeWings MOROCCO

Home Journal Destinations Tours **Hotels** Restaurants About Contact Q Search ☀️ 🗺️ ⌚ Login **Sign Up**

HOME · HOTELS · DAKHLA LAGOON ECO LODGE

Dakhla Lagoon Eco Lodge

★ 4.5 (0 Reviews) | 📍 Dakhla Lagoon Road, Dakhla

♡ SAVE

OVERVIEW ROOMS REVIEWS

The Sanctuary

Sport-focused lagoon lodge with kite access, seafood, gear storage, and wind-aware daily planning.

ROYAL AMENITIES

- ✓ Kite school access
- ✓ Gear storage
- ✓ Lagoon views
- ✓ Seafood dining
- ✓ Airport transfer

EXCLUSIVE RATE

180 / NIGHT

ARRIVAL: 06/19/2026 📅 DEPARTURE: 06/21/2026 📅

GUESTS: 2 👤

2 nights x 180 MAD 360 MAD
AVAILABLE BY REQUEST

Select Suite First

HOW BOOKING WORKS

Stay requests remain trackable from quote to partner confirmation, then CMI-ready payment if required.

- REQUEST**
Dates, guests, and price snapshot are recorded instantly.
- CONFIRM**
Partner capacity is checked before payment opens.
- CMI**
Secure payment and references stay
- TRAVEL**
Dashboard status remains your

Figure — Fiche hôtel Dakhla Lagoon Eco Lodge : tarif nuit, équipements, booking CMI-ready

4.8. Catalogue des restaurants — « Exquisite Flavors »

La page Restaurants présente 13 tables disponibles avec images réelles, type de cuisine, localisation précise (ville et quartier), tranche de prix (\$ à \$\$\$), et badges partenaires vérifiés + CMI-Ready. Le système de notation polymorphique permet aux voyageurs d'évaluer chaque table après leur visite. La recherche textuelle intégrée et les filtres (Trending / Highly Rated / Local Favorites) facilitent la découverte gastronomique.


[Home](#)
[Journal](#)
[Destinations](#)
[Tours](#)
[Hotels](#)
[Restaurants](#)
[About](#)
[Contact](#)

☰
📱
🌙
[Login](#)
[Sign Up](#)

GASTRONOMIC JOURNEYS

Exquisite Flavors

A curated table map for Morocco: rooftop dinners, Fassi kitchens, seafood rituals, and Berber desert stops.

TRENDING
 HIGHLY RATED
 LOCAL FAVORITES

VERIFIED PARTNERS
 CMI-READY CHECKOUT
 LOCAL SUPPORT

13 TABLES READY TO DISCOVER



SEAFOOD

FREEWINGS TABLE

0.0 RATING

Lagoon Oyster Table Dakhla

DAKHLA LAGOON, DAKHLA

Seafood-focused lagoon table for oysters, grilled fish, and sport-camp recovery meals.

DINING TIER
\$\$ - \$\$\$

→



AMAZIGH

FREEWINGS TABLE

0.0 RATING

Around Mountain Lunch House

AROUND VILLAGE, IMLIL VALLEY

Amazigh-hosted mountain lunch stop for valley walks, tea breaks, and slow post-hike meals.

DINING TIER
\$ - \$\$

→



AMAZIGH MOROCCAN

FREEWINGS TABLE

0.0 RATING

Kasbah Road Table

TAOURIRT DISTRICT, OUARZAZATE

Demo partner table for slow tagines, Skoura dates, and reliable lunches between kasbah and desert routes.

DINING TIER
\$\$

→



MOROCCAN MEDITERRANEAN

FREEWINGS TABLE

0.0 RATING

El Morocco Club Tangier

PLACE DU TABOR, KASBAH, TANGIER

Elegant kasbah-adjacent restaurant and piano-bar energy for northern Morocco evenings.

DINING TIER
\$\$\$

→



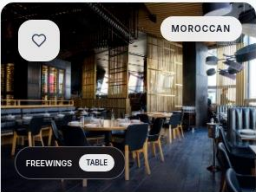
FRENCH MOROCCAN

FREEWINGS TABLE



INTERNATIONAL MOROCCAN

FREEWINGS TABLE



MOROCCAN

FREEWINGS TABLE



BERBER

FREEWINGS TABLE

Figure — Catalogue des restaurants : cuisine locale et internationale, notation, paiement CMI

4.9. Fiche détaillée d'une activité

La fiche activité (ex. Marrakech Artisan Cooking Lab) présente une expérience culinaire avec rating, durée (4h), localisation (Marrakech), et description de l'expérience. Le panneau de réservation côté droit affiche le tarif (450 MAD/personne), un sélecteur de date, un compteur de participants, le calcul du total, le nombre de places restantes (8 spots), et le bouton « Request Activity ». Le bloc « How Booking Works » en 4 étapes (REQUEST → CONFIRM → CMI → TRAVEL) garantit la traçabilité de bout en bout.

FreeWings MOROCCO Home Journal Destinations Tours Hotels Restaurants About Contact Search Login Sign Up

HOME · EXPERIENCES · CULINARY

Marrakech Artisan Cooking Lab

★ 5 4h Marrakech

SAVE

CURATED ACTIVITY

What To Expect

Prepare seasonal Moroccan dishes with a local host, market ingredients, and small-group coaching.

TRAVELER FEEDBACK

Activity Reviews

REVIEW ACTIVITY

NO ACTIVITY REVIEWS YET

FROM 450 MAD

EXPERIENCE DATE

06/19/2026

GUESTS

2

2 × 450 MAD 900 MAD

8 SPOTS REMAINING

Request Activity

HOW BOOKING WORKS

Activity bookings use the same trackable lifecycle as tours, from capacity check to dashboard updates.

1 REQUEST Dates, guests, and price snapshot are recorded instantly.	2 CONFIRM Partner capacity is checked before payment opens.
3 CMI Secure payment and references stay reconciliation-ready.	4 TRAVEL Dashboard status remains your operational source of truth.

Figure — Fiche activité Marrakech Artisan Cooking Lab : tarif, dates, booking en 4 étapes

4.10. Moteur de recherche unifiée — « Search Morocco »

La page de recherche unifiée (GET /api/search?q=marrakech) agrège les résultats de toutes les entités du catalogue en une seule interface. L'affichage inclut une carte interactive (Map Discovery) avec les points visibles filtrés par zone géographique, des onglets de filtrage par type (All / Destinations / Hotels / Tours / Restaurants / Activities), et les résultats groupés par catégorie avec images, descriptions et boutons « Open Details ». Le moteur applique un scoring de pertinence ($\text{note} \times 20 + \text{avis} \times 4 + \text{entités actives}$) et limite le débit à 30 req/min.


[Home](#)
[Journal](#)
[Destinations](#)
[Tours](#)
[Hotels](#)
[Restaurants](#)
[About](#)
[Contact](#)





[Login](#)
[Sign Up](#)

FREEWINGS SEARCH

Search Morocco

Search by text, map viewport, Medina bounds, and verified marketplace type. Results refresh as the discovery area changes.

ALL

DESTINATIONS

HOTELS

TOURS

RESTAURANTS

ACTIVITIES

SEARCH DESK

One place for every Moroccan travel decision.

Destinations, stays, food, tours, and activities are grouped so travelers can compare without losing context.

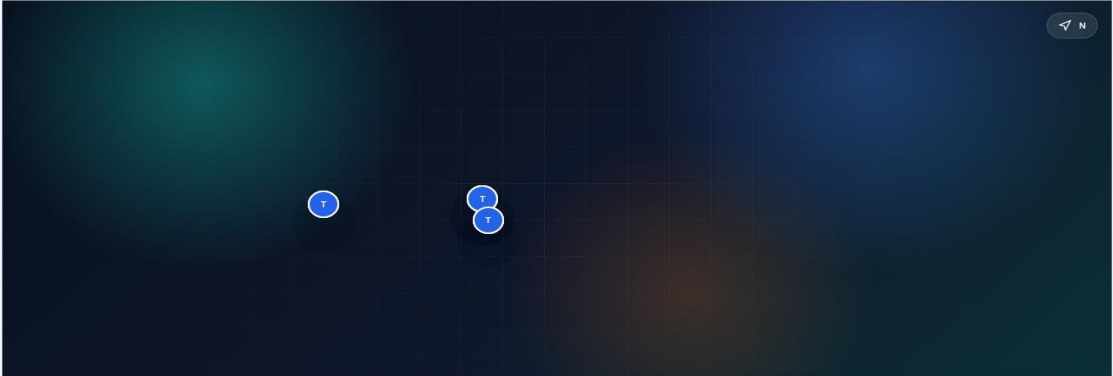
MAP DISCOVERY

Search by place, not just keywords.

MOROCCO

MARRAKECH MEDINA

CHEFCHAQUEN



11 visible pins

27.5500, -13.3500 → 36.1500, -0.9500

Live coordinate preview active. Full vector-map styling is enabled automatically when production map credentials are configured.

11 RESULTS INSIDE THE CURRENT MAP AREA

Destinations



DESTINATIONS

Marrakech

The Red City, where gardens, riads, design shops, and medina craft routes sit minutes apart.

OPEN DETAILS



DESTINATIONS

Imilil

An Atlas mountain base for Toubkal valley walks, Amazigh guesthouses, mule tracks, and cool-air...

OPEN DETAILS



DESTINATIONS

Essaouira

An Atlantic creative city for surf lessons, seafood tables, music, galleries, and breezy ramparts.

OPEN DETAILS

Hotels

Figure — Moteur de recherche unifié « Search Morocco » : carte, filtres, résultats cross-entités

4.11. Authentification — Connexion et inscription

4.11.1. Page de connexion

La page de connexion implémente un design split-screen : panneau gauche avec la promesse de marque (« Return to your Travel Dashboard »), badge SECURE ACCESS, et liste des membres actifs (avatars +10k) ; panneau droit avec le formulaire e-mail + mot de passe, case à cocher « Remember Session », et bouton « Sign in securely ». La validation est effectuée en temps réel côté client (Zod) et côté serveur (FormRequest Laravel). Le compte FreeWings centralise la gestion des bookings, favoris, annonces partenaires, avis et statut paiement CMI.

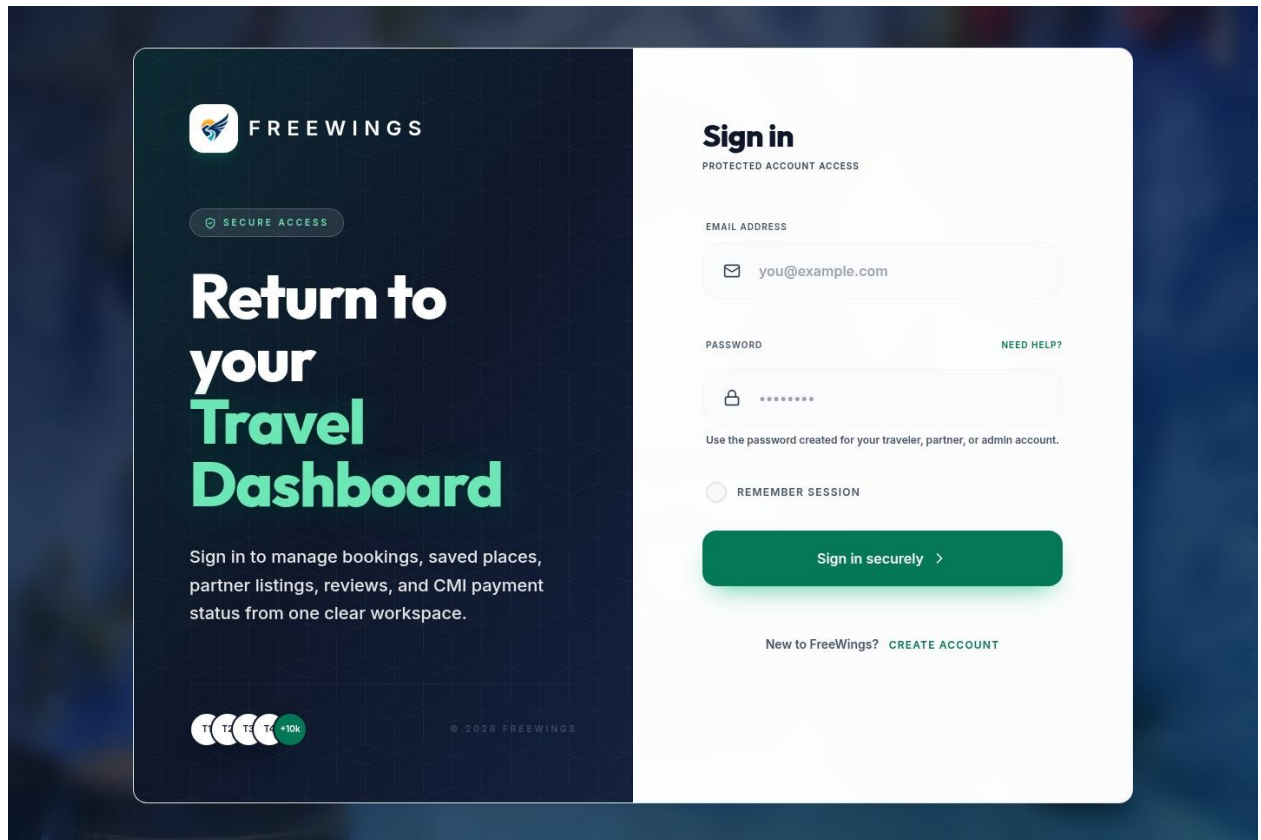
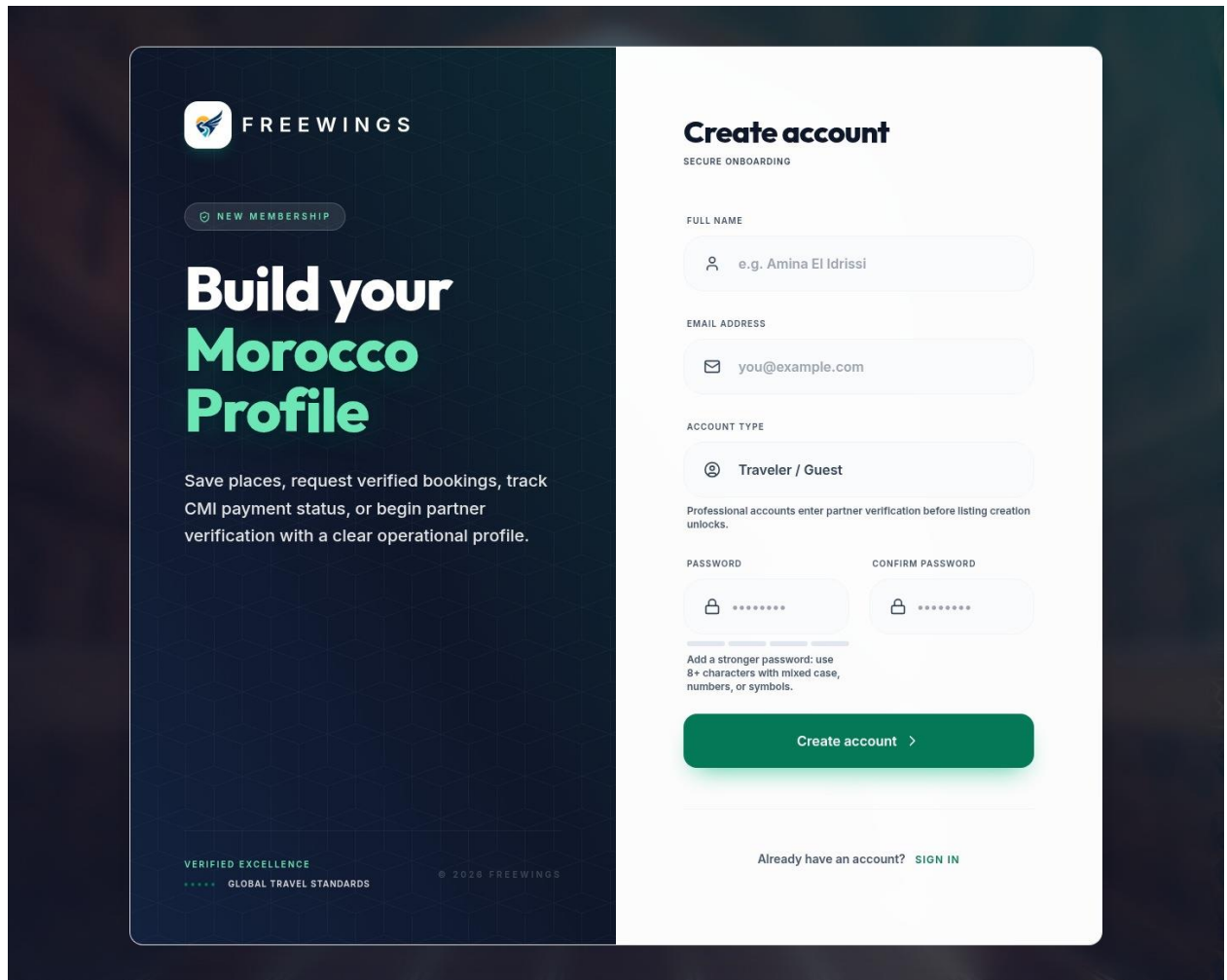


Figure 18 — Page de connexion : design split-screen, sécurité Sanctum, accès centralisé

4.11.2. Page d'inscription

La page d'inscription (« Build your Morocco Profile ») propose un formulaire structuré avec champs Nom complet, E-mail, Type de compte (Traveler/Guest par défaut, Professional avec vérification requise), et Mot de passe avec indicateur de force. Le texte explicatif précise que les comptes professionnels passent par une vérification partenaire avant de pouvoir créer des annonces. Ce choix de design renforce la confiance et structure la distinction des rôles dès l'onboarding.



FREEWINGS

NEW MEMBERSHIP

Build your Morocco Profile

Save places, request verified bookings, track CMI payment status, or begin partner verification with a clear operational profile.

VERIFIED EXCELLENCE
***** GLOBAL TRAVEL STANDARDS

© 2026 FREEWINGS

Create account

SECURE ONBOARDING

FULL NAME
e.g. Amina El Idrissi

EMAIL ADDRESS
you@example.com

ACCOUNT TYPE
Traveler / Guest

Professional accounts enter partner verification before listing creation unlocks.

PASSWORD

CONFIRM PASSWORD

Add a stronger password: use 8+ characters with mixed case, numbers, or symbols.

Create account >

Already have an account? [SIGN IN](#)

Figure — Page d'inscription : onboarding sécurisé, types de compte, indicateur de force du mot de passe

4.12. Paiement en ligne sécurisé via CMI

4.12.1. Page de retour CMI — Paiement en attente

Après la soumission du formulaire signé vers la passerelle CMI, le voyageur est redirigé vers la page CmiPaymentReturn. Lorsque le callback CMI n'a pas encore été reçu, la page affiche le statut « AWAITING CONFIRMATION » avec le message explicatif du processus de réconciliation sécurisée. Elle présente les informations de la transaction (Gateway: CMI Maroc, Order ID, Amount). Le panneau droit invite à se connecter pour visualiser les détails du paiement (PROTECTED BOOKING), avec les boutons Refresh (polling automatique toutes les 5 secondes via TanStack Query) et Dashboard. La section « Payment Safety » garantit : aucune donnée de carte stockée, callbacks traçables, codes d'autorisation conservés pour la réconciliation.

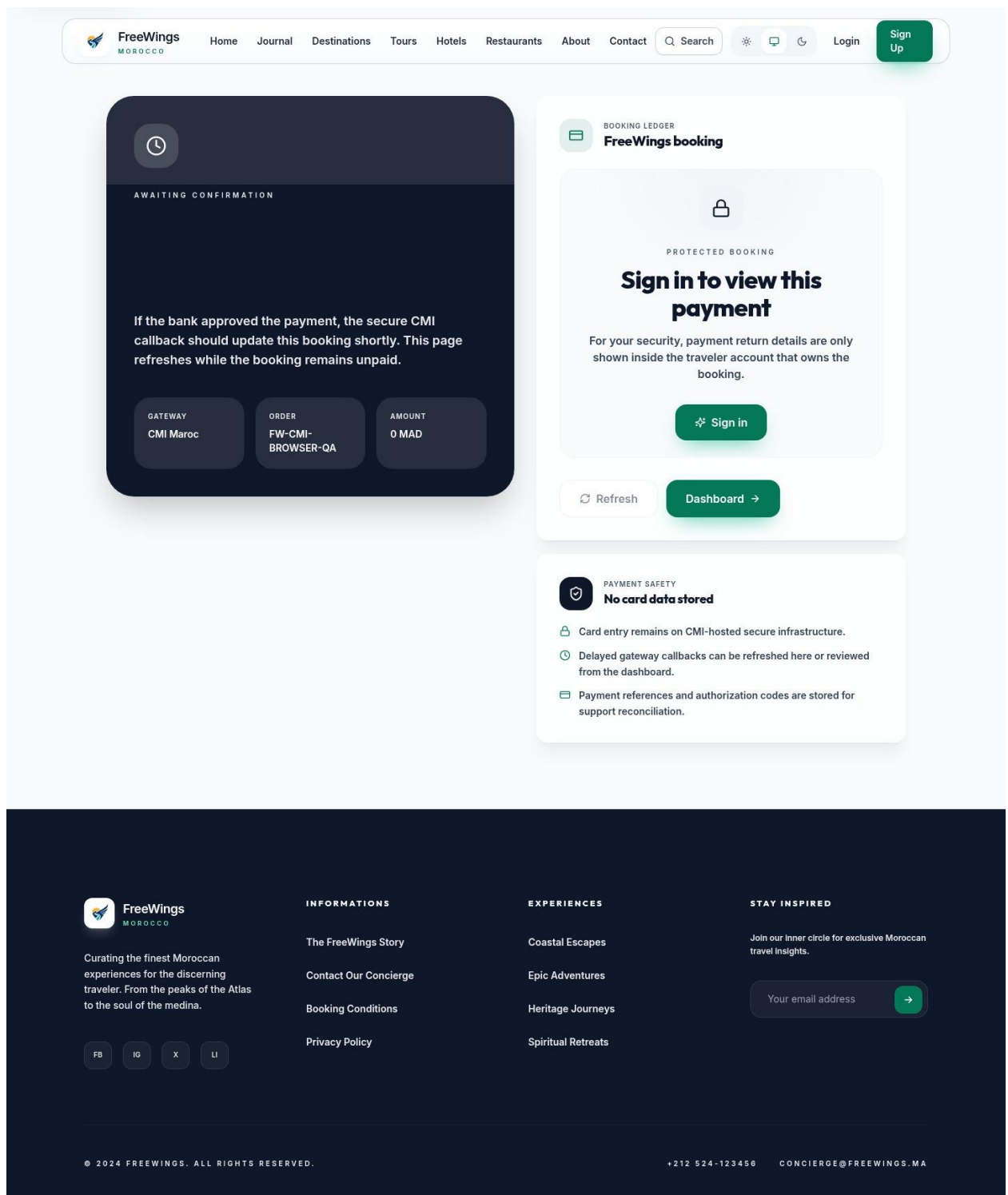


Figure 22 — Page retour CMI : statut en attente, polling automatique, garanties de sécurité

4.12.2. Page de retour CMI — Paiement non confirmé

En cas d'échec ou de refus de la banque, la page affiche le statut « PAYMENT NOT COMPLETED » sur fond rouge avec le message : « CMI did not confirm this payment. Your booking is still unpaid. Retry from your dashboard, or contact support immediately if your bank shows a debit. » Ce message critique guide le voyageur vers les actions correctives tout en préservant la transparence sur l'état du booking (toujours unpaid). Le même panneau de sécurité droite est affiché pour rassurer sur la protection des données.

The screenshot displays the FreeWings Morocco dashboard. At the top, a navigation bar includes links for Home, Journal, Destinations, Tours, Hotels, Restaurants, About, and Contact, along with a search bar and user options like Login and Sign Up. The main content area features three panels:

- Payment Failure Notification (Red Panel):** A prominent red box with a warning icon stating "PAYMENT NOT COMPLETED" and "CMI did not confirm this payment." It explains that the booking is still unpaid and provides instructions to retry from the dashboard or contact support. Below this, a table lists payment details:

GATEWAY	ORDER	AMOUNT
CMI Maroc	FW-CMI-BROWSER-QA	0 MAD
- Booking Ledger (White Panel):** Titled "FreeWings booking", it shows a "PROTECTED BOOKING" status with a lock icon. It prompts the user to "Sign in to view this payment" for security reasons, with a "Sign in" button and a "Dashboard" link.
- Payment Safety (White Panel):** A section titled "No card data stored" with a shield icon, reassuring users that card data is not stored on CMI's infrastructure and that payment references are stored for reconciliation.

The footer contains the FreeWings Morocco logo, a brief description of their service, social media links (FB, IG, X, LI), and a list of informational links (The FreeWings Story, Contact Our Concierge, Booking Conditions, Privacy Policy). It also features a section for "EXPERIENCES" (Coastal Escapes, Epic Adventures, Heritage Journeys, Spiritual Retreats) and a "STAY INSPIRED" section with an email sign-up form. The footer concludes with copyright information (© 2024 FREEWINGS. ALL RIGHTS RESERVED.) and contact details (+212 524-123456, CONCIERGE@FREEWINGS.MA).

Figure — Page retour CMI : échec de paiement, message d'erreur explicite, actions correctives

4.13. Journal — « The Journal »

Le Journal (Blog) présente les articles éditoriaux de FreeWings selon un layout premium : une section « Trending Chronicles » avec 3 articles en cartes larges avec images pleine hauteur et catégories colorées, suivie d'une section « Full Collection » listant tous les articles avec thumbnails, catégorie, temps de lecture et extrait. La pagination (1, 2...) est gérée par les paramètres `page/per_page` de l'API. La barre de recherche et le bouton FILTERS permettent de filtrer par catégorie. Les articles sont publiés par les administrateurs et modérés avant publication (status = published).

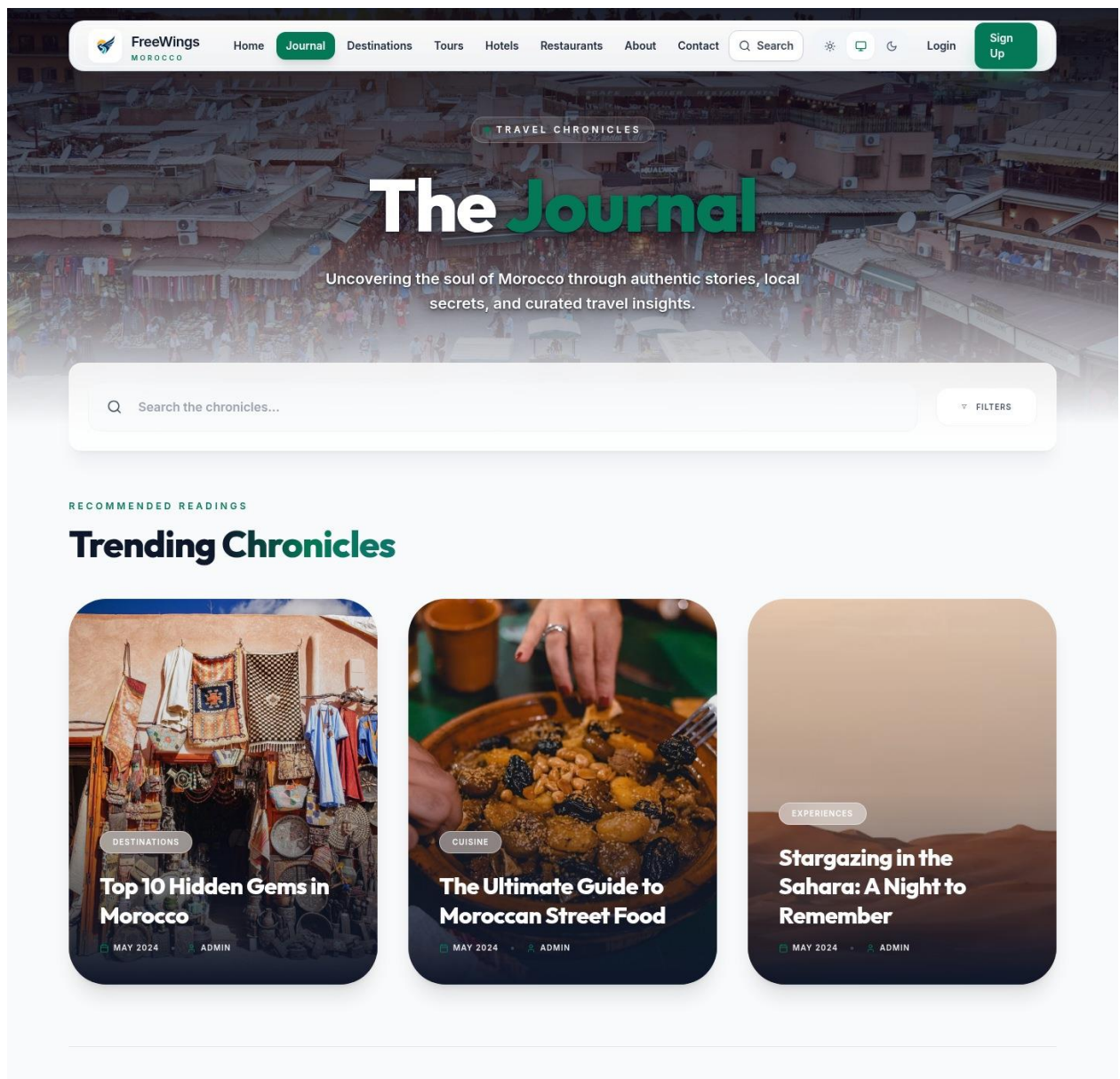


Figure — Page Journal (Blog) : articles éditoriaux, trending chronicles, collection complète

4.13.1. Fiche article de blog

La fiche article (ex. « Top 10 Hidden Gems in Morocco ») utilise un hero image plein écran avec catégorie (DESTINATIONS), titre, date et auteur. Le contenu de l'article est affiché dans un bloc centré avec typographie premium. Le bloc « The Author » présente le rédacteur avec avatar, nom et citation éditoriale. Le bouton « SHARE EXPERIENCE » permet le partage social. Les métadonnées Open Graph et Twitter Card sont injectées par SEOHead.tsx pour chaque article.

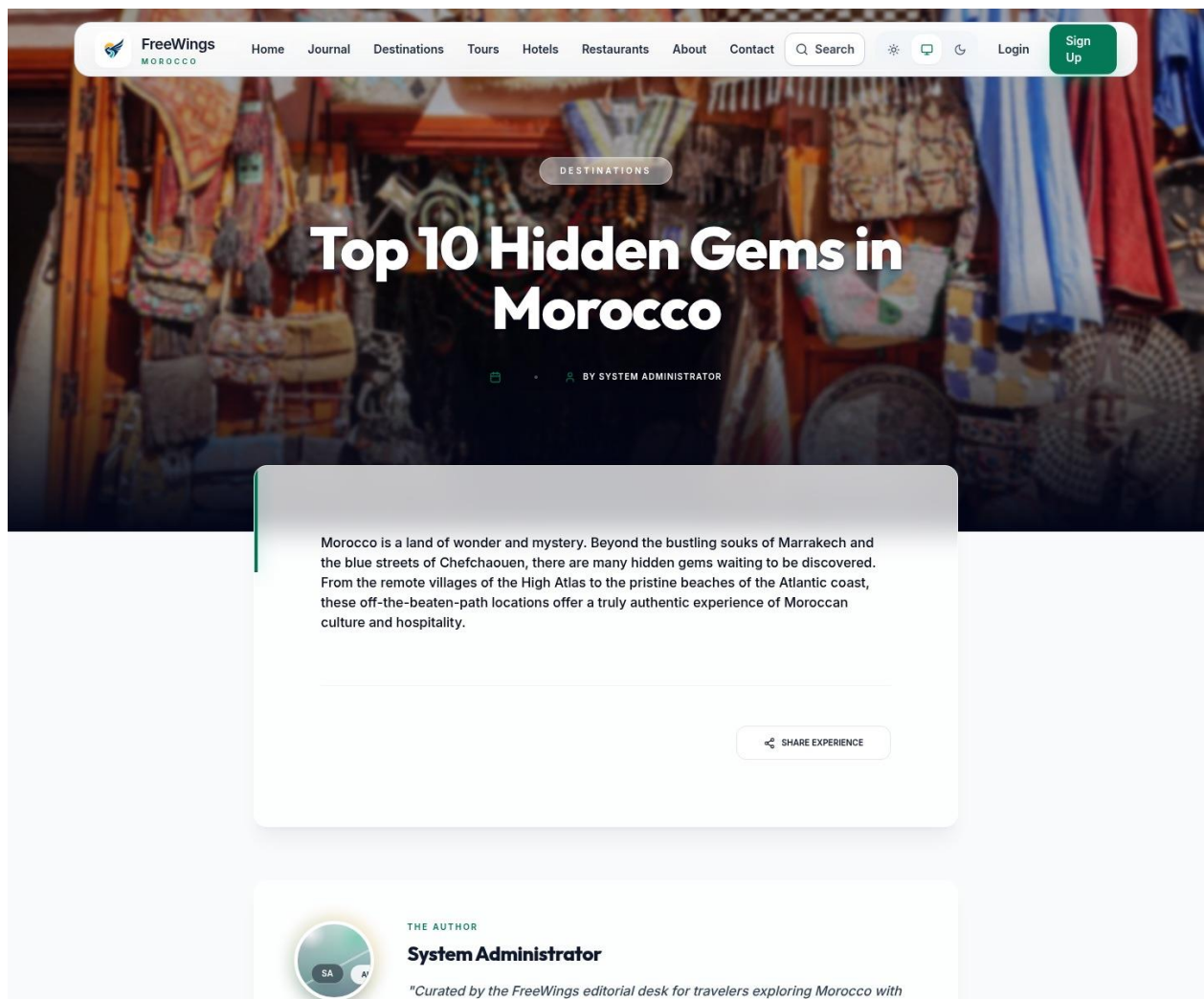


Figure — Fiche article « Top 10 Hidden Gems in Morocco » : hero, contenu, auteur, partage

4.14. Pages institutionnelles

4.14.1. Page À propos — « The FreeWings Spirit »

La page About présente l'identité de la marque FreeWings : section « Our Essence » avec les valeurs fondamentales (Heritage, Trust, Quality, Passion), section Vision / Sustainability / Community, et section « Our Visionaries » présentant l'équipe avec avatars et rôles. Ce contenu renforce la confiance des voyageurs et des partenaires potentiels dans la légitimité de la plateforme.

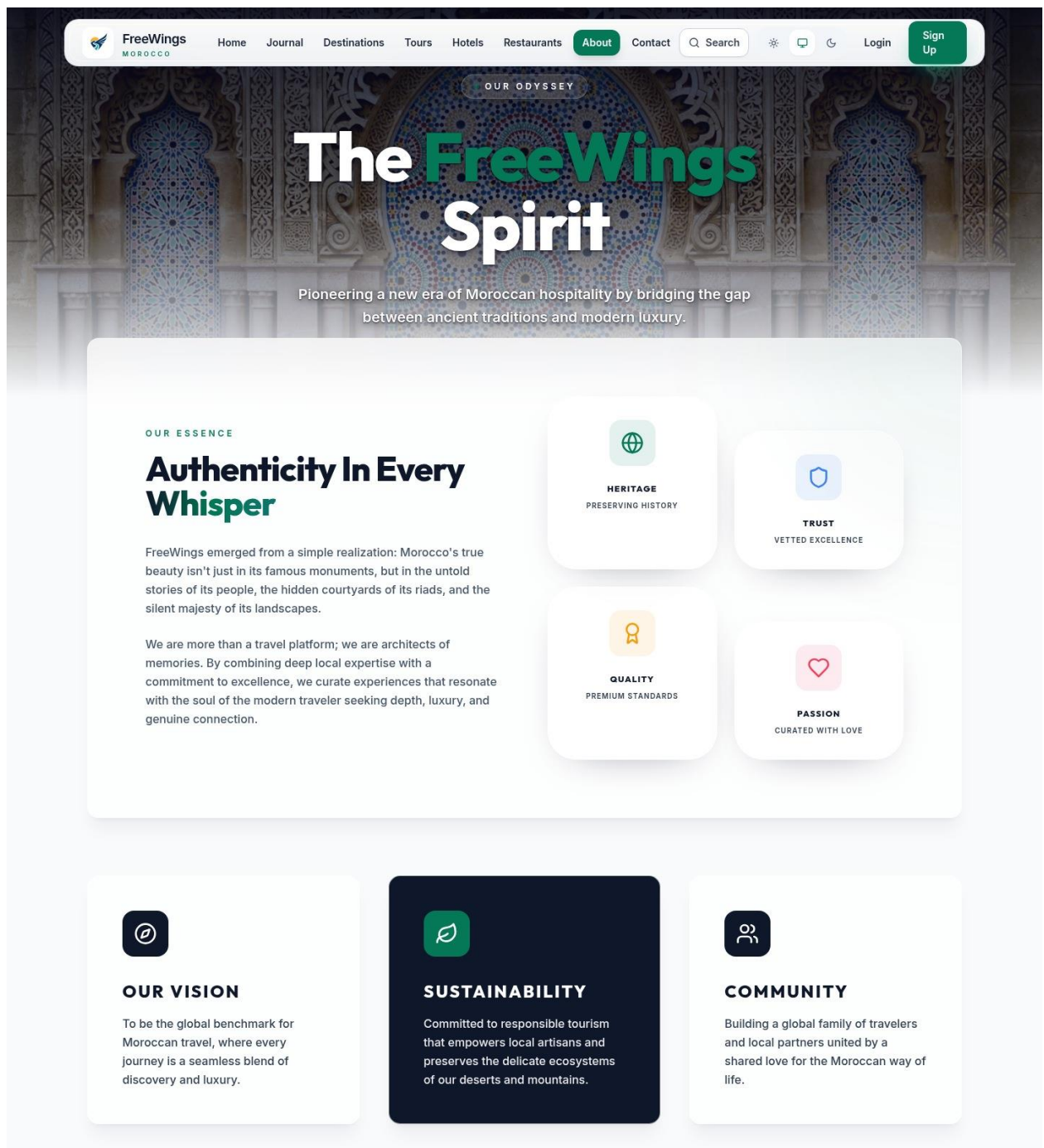


Figure — Page About : identité de marque, valeurs, vision, équipe « Our Visionaries »

4.14.2. Page Contact — « Let's Connect »

La page Contact (« Concierge Desk ») propose un formulaire complet : Nom, E-mail, Sujet (avec conseil éditorial : « Keep it short »), Catégorie (General, etc.) et Message (avec compteur de caractères 0/1200). Le panneau droit affiche les coordonnées directes (adresse Flagship Bureau à Casablanca, Direct Line, email Concierge), les réseaux sociaux et le bloc « Need Urgent Assist? » avec accès au helpline VIP 24/7. Les messages sont envoyés à la boîte admin avec priorité.

FreeWings MOROCCO Home Journal Destinations Tours Hotels Restaurants About **Contact** Search Login **Sign Up**

CONCIERGE DESK

Let's Connect

Our travel specialists are standing by to help you orchestrate your perfect Moroccan odyssey.

Send a Privé Message

YOUR NAME
e.g. Julianne Moore

EMAIL ADDRESS
e.g. julianne@luxury.com

SUBJECT
How can we assist you?

Keep it short, for example "Private Sahara Itinerary".

CATEGORY
General

Support messages go to the admin priority inbox.

MESSAGE
Describe your vision or inquiry...

Include dates, group size, booking reference, or partner details if relevant. 0/1200

Transmit Inquiry

CONNECT DIRECTLY

FLAGSHIP BUREAU
12 Rue Abderrahim Bouabid
Quartier Maarif, Casablanca
Morocco, 20250

DIRECT LINE
+212 522 00 00 00
MON-FRI, 9:00 - 18:00

CORRESPONDENCE
concierge@freewings.ma
GUARANTEED RESPONSE

ELITE SOCIALS

Need Urgent Assist?
OUR 24/7 VIP HELPLINE IS AVAILABLE FOR ALL ACTIVE TRAVELERS.

ACCESS CONCIERGE

Figure — Page Contact : formulaire concierge, coordonnées directes, helpline VIP 24/7

4.14.3. Page Conditions de réservation

La page Booking Conditions expose le cycle de vie opérationnel des réservations en 4 étapes claires : (1) Booking Requests (pending), (2) Payment Status (unpaid/paid/refunded), (3) Capacity and Dates (vérification anti-chevauchement), (4) Traveler Communication (notifications dashboard). Le badge « Marketplace Standard » et la promesse « Confirmed only when capacity is real » renforcent la crédibilité de la plateforme. Cette page est accessible depuis le footer et le formulaire de réservation.


[Home](#)
[Journal](#)
[Destinations](#)
[Tours](#)
[Hotels](#)
[Restaurants](#)
[About](#)
[Contact](#)





[Login](#)
[Sign Up](#)

TRAVELER TERMS

Booking Conditions

A clear operational lifecycle for availability, CMI payment status, partner confirmation, cancellations, and support escalation.

1

STEP 01

BOOKING REQUESTS

Bookings begin as pending requests. Partners or administrators confirm availability before a reservation becomes final.

2

STEP 02

PAYMENT STATUS

A booking can be unpaid, paid, or refunded. Paid bookings require reconciliation before cancellation or refund decisions are finalized.

3

STEP 03

CAPACITY AND DATES

Tours, rooms, restaurants, and activities may reject duplicate, overlapping, past, or over-capacity requests to protect partner operations.

4

STEP 04

TRAVELER COMMUNICATION

Confirmation, rejection, and operational updates should be communicated through dashboard status changes and booking notifications.

[Browse Experiences](#)
[Ask Concierge](#)



Curating the finest Moroccan experiences for the discerning traveler. From the peaks of the Atlas to the soul of the medina.






INFORMATIONS

[The FreeWings Story](#)
[Contact Our Concierge](#)
[Booking Conditions](#)
[Privacy Policy](#)

EXPERIENCES

[Coastal Escapes](#)
[Epic Adventures](#)
[Heritage Journeys](#)
[Spiritual Retreats](#)

STAY INSPIRED

Join our Inner circle for exclusive Moroccan travel insights.



© 2024 FREEWINGS. ALL RIGHTS RESERVED.

+212 524-123456 CONCIERGE@FREEWINGS.MA

Figure — Conditions de réservation : cycle de vie en 4 étapes, garanties marketplace

4.14.4. Page Politique de confidentialité

La Politique de Confidentialité (Trust Center) présente 4 sections opérationnelles : Data We Collect (données de compte, réservations, avis), How We Use Data (authentification, gestion bookings, modération), Your Controls (mise à jour profil, suppression données, portabilité), Vendor and Payment Boundaries (aucun numéro de carte complet stocké, intégrations tokenisées CMI). Le badge « No full card numbers stored » et le bloc DATA PROMISE renforcent la confiance des utilisateurs sur la protection de leurs données financières.


[Home](#)
[Journal](#)
[Destinations](#)
[Tours](#)
[Hotels](#)
[Restaurants](#)
[About](#)
[Contact](#)





[Login](#)
[Sign Up](#)

TRUST CENTER

Privacy Policy

A production-minded privacy overview for travelers, partners, bookings, support, and CMI-era payment reconciliation.

DATA PROMISE

No full card numbers stored.

Identity, booking, and support records stay tied to clear marketplace operations.

OPERATIONAL

DATA WE COLLECT

FreeWings collects account details, booking information, reviews, support messages, and saved collection activity needed to operate the travel marketplace.

PERSONALIZED

HOW WE USE DATA

We use traveler and partner data to authenticate users, manage bookings, personalize discovery, moderate content, improve support, and protect the platform from abuse.

PORTABLE

YOUR CONTROLS

Travelers can update profile details, remove saved items, manage reviews, and request account or data support through the concierge contact channel.

TOKENIZED

VENDOR AND PAYMENT BOUNDARIES

FreeWings does not store full card numbers. Payment and identity verification integrations should use tokenized third-party providers in production.

TRAVELER CONTROLS

NEED A DATA REQUEST?

Contact the concierge team for access, correction, deletion, or portability requests.

ACCESS

CORRECTION

DELETION

PORTABILITY

Contact Concierge



Curating the finest Moroccan experiences for the discerning traveler. From the peaks of the Atlas to the soul of the medina.

FB

IG

X

LI

INFORMATIONS

[The FreeWings Story](#)

[Contact Our Concierge](#)

[Booking Conditions](#)

[Privacy Policy](#)

EXPERIENCES

[Coastal Escapes](#)

[Epic Adventures](#)

[Heritage Journeys](#)

[Spiritual Retreats](#)

STAY INSPIRED

Join our inner circle for exclusive Moroccan travel insights.

→

© 2024 FREEWINGS. ALL RIGHTS RESERVED.

+212 524-123456

CONCIERGE@FREEWINGS.MA

Figure — Politique de confidentialité : Trust Center, données collectées, contrôles utilisateur

4.14.5. Page 404 — « *Lost in the Dunes?* »

La page 404 customisée reflète l'identité éditoriale de FreeWings avec une illustration de dunes du Sahara en arrière-plan, le grand numéro 404 en transparence, et le message poétique « Lost in the Dunes? The path you're seeking has been swept away by the winds of the Sahara. » Deux boutons d'action (« Recross Tracks » ← et « Return to Oasis » →) guident l'utilisateur vers la page précédente ou l'accueil. Ce soin apporté aux pages d'erreur illustre l'attention portée à l'expérience utilisateur dans sa totalité.

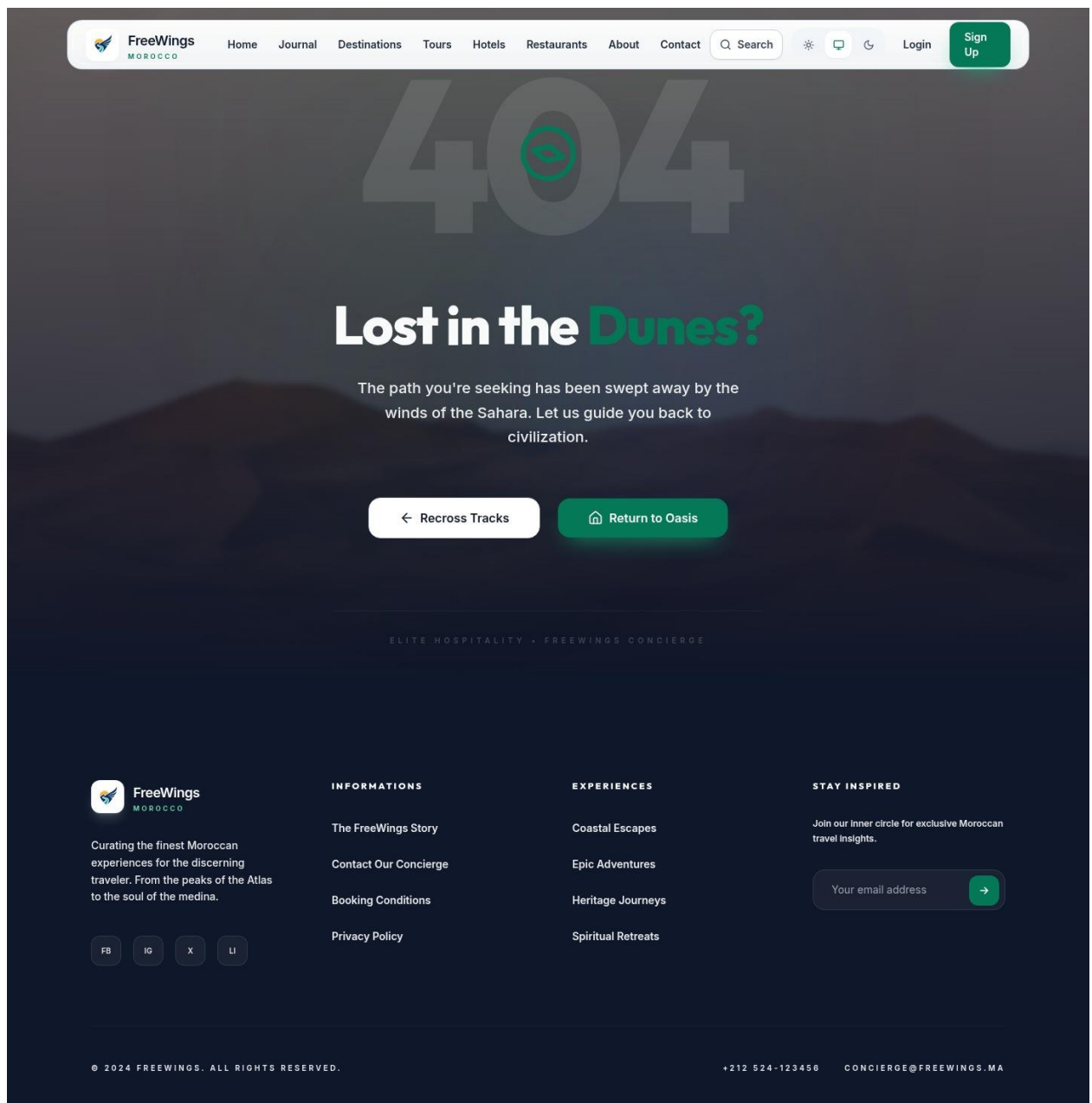


Figure — Page 404 personnalisée : identité Sahara, navigation de récupération

4.15. Sécurité multicouche — synthèse d'implémentation

Mécanisme de sécurité	Couche	Implémentation technique
Authentification par jetons	Backend	Laravel Sanctum — Personal Access Tokens
Hachage des mots de passe	Backend	bcrypt via Hash::make() (coût 12)
Contrôle d'accès par rôle (RBAC)	Backend	AdminMiddleware, ProfessionalMiddleware
Autorisation par ressource	Backend	Laravel Policies (BookingPolicy, ReviewPolicy...)
Suspension de compte	Backend	EnsureAccountActive → HTTP 403
En-têtes de sécurité HTTP	Backend	SecurityHeaders (HSTS, CSP, X-Frame, Permissions-Policy)
Limitation de débit	Backend	throttle:5,1 (auth) / 30,1 (search) / 120,1 (CMI)
Signature callback CMI	Backend	HMAC-SHA512 — CmiPaymentService::verifyCallback
Idempotence webhook CMI	Backend	payment_events firstOrCreate + wasRecentlyCreated
Validation données	Backend + Frontend	FormRequests Laravel + Zod + React Hook Form
Anonymisation données sensibles	Backend	PAN/CVV filtrés avant stockage dans payment_events
Traçabilité requêtes	Backend + Frontend	X-Request-Id header + clientTelemetry.ts

Tableau 10 — Synthèse des mécanismes de sécurité implémentés dans FreeWings

Conclusion et perspectives

Bilan du projet

Ce Projet de Fin de Cycle a abouti au développement de FreeWings, une plateforme web de tourisme intelligent qui dépasse largement le cadre d'un projet académique standard pour atteindre un niveau de sophistication technique proche d'un produit déployable en production. En partant d'une problématique concrète — la valorisation numérique de l'offre touristique marocaine — nous avons conçu et réalisé une solution couvrant l'intégralité du cycle de vie d'une expérience touristique numérique : découverte, comparaison, réservation, paiement sécurisé et gestion post-réservation.

Sur le plan fonctionnel, la plateforme répond aux besoins des trois catégories d'utilisateurs identifiées (voyageurs, professionnels, administrateurs) à travers plus de 25 endpoints API REST, une interface responsive en mode clair et sombre, et un parcours de paiement complet par carte bancaire marocaine via CMI. Sur le plan technique, plusieurs fonctionnalités méritent d'être soulignées comme des réalisations particulièrement avancées :

- ▶ L'intégration complète de la passerelle CMI avec vérification HMAC-SHA512, idempotence des callbacks webhook, réconciliation transactionnelle, et mode de certification pour les tests, qui constitue une première implémentation de niveau professionnel dans un contexte académique marocain.
- ▶ Le système d'observabilité à deux niveaux (backend : Request ID, telemetry HTTP, logs structurés ; frontend : Web Vitals via PerformanceObserver, erreurs JS via sendBeacon), qui anticipe les exigences des équipes DevOps professionnelles.
- ▶ Le moteur de recommandation algorithmique (scoring composite multicritère) et le moteur de recherche unifié cross-entités, qui constituent des fonctionnalités différenciatrices par rapport aux solutions existantes.
- ▶ L'architecture de sécurité multicouche (middlewares, Policies, FormRequests, SecurityHeaders, rate limiting différencié), qui respecte les standards OWASP pour les API REST.
- ▶ La génération automatique de sitemaps XML dynamiques et la gestion SEO par page (Open Graph, JSON-LD), qui préparent la plateforme à un référencement organique efficace dès son lancement.

Ce projet nous a également permis de développer des compétences professionnelles transversales : gestion de projet itératif, collaboration en binôme sur une base de code commune (Git), documentation technique, intégration de services tiers (passerelle de paiement bancaire), et rédaction d'un rapport structuré selon les standards académiques et professionnels.

Difficultés rencontrées

La principale difficulté technique de ce projet a été l'intégration de la passerelle de paiement CMI, qui implique un protocole de signature HMAC-SHA512 complexe, une gestion rigoureuse de l'idempotence des callbacks webhook, et la nécessité d'implémenter un mode de certification pour les tests sans transaction bancaire réelle. La conception du système de traçabilité des événements de paiement (payment_events) et du cycle de vie complet de la réconciliation (checkout → callback → confirmation) a

nécessité une réflexion approfondie sur la cohérence transactionnelle et la résilience face aux callbacks en double ou retardés.

La mise en place du système d'observabilité a également représenté un défi de conception : il fallait s'assurer que la collecte de télémétrie ne dégrade jamais l'expérience utilisateur (principe « telemetry must never break the traveler experience ») tout en garantissant la confidentialité des données (anonymisation des IPs, filtrage des métadonnées sensibles).

Perspectives d'évolution

- ▶ Mise en production et déploiement cloud : déploiement du backend sur un serveur PHP/Laravel (Railway, Render ou VPS dédié) avec base de données PostgreSQL managée, et du frontend sur Vercel (vercel.json déjà configuré).
- ▶ Notifications temps réel : intégration de Laravel Echo + Pusher ou Reverb pour informer les voyageurs et professionnels des changements de statut de réservation en temps réel (WebSockets).
- ▶ Application mobile : développement d'une application mobile React Native ou Flutter consommant la même API REST, sans modification du backend.
- ▶ Tableau de bord analytique avancé : exploitation complète du service PlatformAnalyticsService (tendances d'inscriptions par granularité temporelle, suivi de la croissance) pour les décisions stratégiques de l'administrateur.
- ▶ Intelligence artificielle : intégration d'un module de recommandation personnalisée basé sur l'historique de navigation et de réservation, et d'un assistant conversationnel pour la planification de voyage.
- ▶ Multi-devises et internationalisation : support de plusieurs devises (MAD, EUR, USD) et traduction complète de l'interface (FR, AR, EN, ES).

Références bibliographiques et webographiques

Ouvrages et ressources méthodologiques

- ▶ ROQUES, P. — UML 2 par la pratique : cours et exercices. Eyrolles.
- ▶ PRESSMAN, R. S. — Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill.
- ▶ MARTIN, R. C. — Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Prentice Hall.
- ▶ FOWLER, M. — Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley.

Documentation officielle des technologies

14. Documentation officielle de Laravel 10 — <https://laravel.com/docs/10.x>
15. Documentation de Laravel Sanctum — <https://laravel.com/docs/sanctum>
16. Documentation de Laravel Policies — <https://laravel.com/docs/authorization>
17. Documentation officielle de React 18 — <https://react.dev>
18. Documentation de TypeScript — <https://www.typescriptlang.org/docs>
19. Documentation de Vite 5 — <https://vitejs.dev>
20. Documentation de Tailwind CSS — <https://tailwindcss.com/docs>
21. Documentation de shadcn/ui — <https://ui.shadcn.com>
22. Documentation de TanStack Query — <https://tanstack.com/query/latest>
23. Documentation de Zod — <https://zod.dev>
24. Documentation technique CMI (Centre Monétique Interbancaire) — <https://www.cmi.co.ma>

Standards et ressources de sécurité

25. OWASP REST Security Cheat Sheet — https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/REST_Security_Cheat_Sheet.html
26. Web Vitals (Google Developers) — <https://web.dev/vitals>
27. MDN Web Docs — PerformanceObserver API — <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/PerformanceObserver>

Ressources complémentaires

- ▶ Documentation interne FreeWings : BACKEND_FIXES_SUMMARY.md (journal des corrections et améliorations backend).
- ▶ Supports de cours — modules Développement Web Avancé, Sécurité des Applications Web, Conception OO et UML — SUPMTI.

Annexe — Planning prévisionnel du projet

Phase	Principales tâches	Durée
Cadrage & Analyse	Recueil des besoins, étude comparative, choix technologiques, MCD/MLD	Semaines 1–3
Conception UML	Cas d'utilisation, classes, séquence, activités, fiches descriptives	Semaines 3–5
Backend Phase 1	Modèles, migrations, contrôleurs de base, authentification Sanctum, RBAC	Semaines 5–10
Frontend Phase 1	Pages catalogue, tableaux de bord, intégration API, TanStack Query	Semaines 8–13
Backend Phase 2 (avancé)	Intégration CMI, observabilité, moteur de recherche, recommandation, SEO, sitemap	Semaines 11–14
Frontend Phase 2 (avancé)	CMI return page, offline banner, Web Vitals, SEOHead, dark mode	Semaines 13–15
Tests & corrections	Tests fonctionnels, stress tests, correction de bugs, optimisation	Semaines 14–16
Rédaction & soutenance	Rapport PFC, préparation de la présentation	Semaines 15–17

Tableau 10 — Planning prévisionnel du projet (synthèse par phase)

