

# Cahier des Charges Technique

## Plateforme ModHub - Solution SaaS pour Mods Gaming

MODHUB	PLATFORM
VERSION	1.0
STATUS	COMPLETE
.NET .NET	9.0
@BLAZOR	WEBASSEMBLY
MONGODB	DATABASE

Document v1.0 | 30/06/2025 | Équipe Technique ModHub

## Table des Matières

### Architecture & Conception

Section	Description	Status
1. Introduction et Contexte	Vue d'ensemble du projet	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Architecture Générale	Design système global	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Spécifications Techniques	Technologies et frameworks	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Microservices et APIs	Services et endpoints	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Base de Données et Modèles	Modélisation des données	<input checked="" type="checkbox"/>

### Sécurité & Infrastructure

Section	Description	Status
6. Sécurité et Authentification	Stratégie de sécurité	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Infrastructure et Déploiement	DevOps et déploiement	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Monitoring et Observabilité	Surveillance système	<input checked="" type="checkbox"/>
9. Interface Utilisateur	Design et UX/UI	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Diagrammes UML et Architecture	Modélisation visuelle	<input checked="" type="checkbox"/>

### Performance & Qualité

Section	Description	Status
<a href="#">11. Performances et Scalabilité</a>	Optimisation système	☑
<a href="#">12. Tests et Qualité</a>	Stratégie de test	☑
<a href="#">13. Conformité RGPD</a>	Protection des données	☑
<a href="#">14. Roadmap Technique</a>	Évolution future	☑
<a href="#">15. Annexes</a>	Ressources additionnelles	☑

# 1. Introduction et Contexte

## Vision et Objectifs

*ModHub: référence mondiale pour la distribution et création de mods gaming*

**Plateforme SaaS** dédiée au partage, à la découverte et à la monétisation de mods de jeux vidéo, offrant:

- **Architecture scalable:** Microservices, millions d'utilisateurs potentiels
- **Sécurité:** JWT, RGPD, scan antivirus, WAF
- **Performance:** Support fichiers volumineux (2 Go/mod), cache intelligent
- **Monétisation:** Intégration Stripe, abonnements et mods premium
- **Communauté:** Notation, commentaires, modération avancée

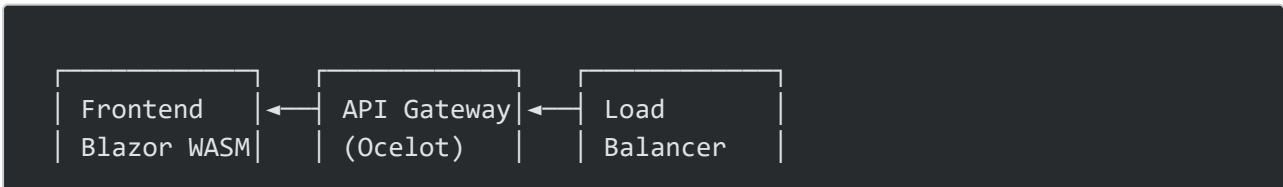
## Phases de Développement

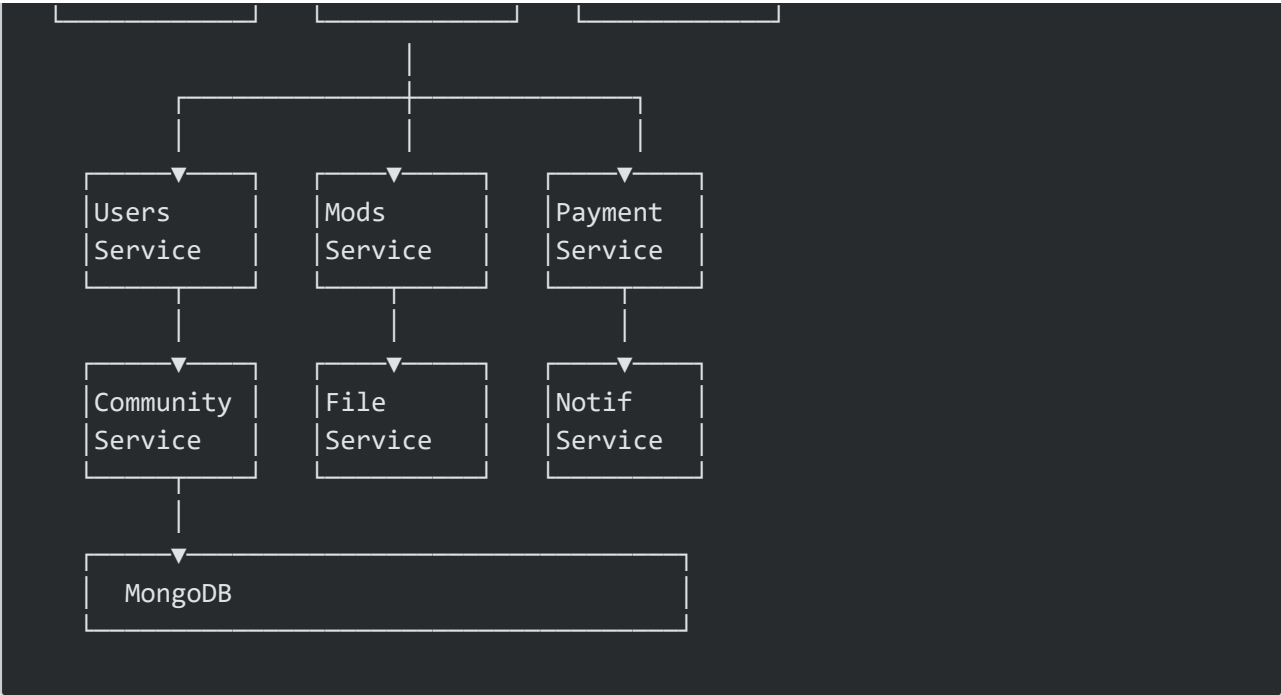
Phase	Statut	Éléments clés
<b>Infrastructure</b>	☑	Docker, Ocelot, MongoDB, JWT
<b>Features Core</b>	☑	Auth, Upload/download, Recherche
<b>Premium</b>	⌚	Paielements, Abonnements, Analytics
<b>Évolution</b>	🧠	IA, Social, Marketplace, Intégrations

# 2. Architecture Générale

ARCHITECTURE	<b>MICROSERVICES</b>
PATTERN	<b>DOMAIN DRIVEN</b>

## 2.1 Vue d'Ensemble





2.2 Patterns et Communications

Patterns Clés

Pattern	Caractéristiques principales
DDD	<ul style="list-style-type: none"><li>• Domaines métier séparés</li><li>• Modèles riches avec logique encapsulée</li></ul>
CQRS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Séparation lecture/écriture</li><li>• Optimisation performances</li></ul>
Event Sourcing	<ul style="list-style-type: none"><li>• Audit trail pour opérations critiques</li></ul>

Communication

- **REST/HTTP**: Opérations CRUD, JWT Bearer, OpenAPI
- **Asynchrone**: RabbitMQ, traitement fichiers, notifications
- **Résilience**: Circuit Breaker, retry policies, health checks

3. Spécifications Techniques

3.1 Stack & Technologies

Composant	Technologie	Caractéristiques
Runtime	.NET 9.0	LTS, performances optimales
Frontend	Blazor WebAssembly 8.0	SPA moderne C#
UI	MudBlazor 8.7.0	Material Design
API Gateway	Ocelot 23.3+	Routage centralisé

Composant	Technologie	Caractéristiques
Database	MongoDB 7.0+	NoSQL scalable
Sécurité	JWT, Identity, Argon2id	Authentification sécurisée
Paielements	Stripe API 4.0+	Intégration complète
Ops	Docker 27.0+, Nginx 1.26+	Containerisation, load balancing
Monitoring	Prometheus/Grafana, ELK	Métriques et logs centralisés

### 3.2 Performances & Sécurité

#### Exigences Performance

Métrique	Objectif	Capacité
Temps de réponse	API < 50ms, Web < 2s	Support haute disponibilité
Throughput	10,000 req/sec	1,000 uploads simultanés
SLA	99.9%	RTO < 15min, RPO < 5min

#### Sécurité

- **Accès:** JWT + refresh tokens, MFA (TOTP), Rôles hiérarchiques
- **Données:** AES-256 (repos), TLS 1.3 (transit), Conformité RGPD
- **Fichiers:** Scanning antivirus, validation MIME, signatures numériques

### 3.3 Contraintes & Compatibilité

#### Fichiers & Formats

- Mods: max 2 Go/fichier, 5 Go/projet
- Archives: .zip, .7z, .rar, .tar.gz
- Média: .jpg, .png, .webp, .svg (.mp4, .gif limités)

#### Support Navigateurs

- Chrome/Edge 120+, Firefox 121+, Safari 17+
- Design responsive mobile/tablette

---

## 4. Microservices et APIs

### 4.1 Architecture API

#### Gateway (Ocelot)

Route	Service	Fonctionnalités principales
/api/v1/users/*	UserService	Authentification, profils utilisateurs, rôles

Route	Service	Fonctionnalités principales
/api/v1/mods/*	<b>ModsService</b>	Publication, recherche, téléchargement
/api/v1/payments/*	<b>PaymentsService</b>	Abonnements, transactions, webhooks Stripe
/api/v1/community/*	<b>CommunityService</b>	Forums, notation, modération

## 4.2 Services Principaux

### UserService

```
POST /api/auth/register    # Création compte
POST /api/auth/login       # Authentification
GET  /api/users/profile    # Profil utilisateur
POST /api/passwordreset    # Reset sécurisé
```

### ModsService

```
GET  /api/mods             # Recherche avancée + filtres
POST /api/mods             # Upload avec validation
GET  /api/mods/{id}        # Détails complets
POST /api/mods/{id}/download # Téléchargement sécurisé
POST /api/mods/{id}/rate   # Notation communautaire
```

### PaymentsService

- Intégration Stripe PCI DSS conforme
- Gestion abonnements, transactions one-time
- Webhooks pour événements de paiement

## 4.3 Services Support

**Services auxiliaires** assurant des fonctions essentielles:

Service	Fonctions clés
<b>FileService</b>	Gestion fichiers volumineux, CDN, optimisations
<b>CommunityService</b>	Forums, commentaires, signalements
<b>ModerationService</b>	Dashboard modération, gestion signalements, sanctions utilisateurs
<b>NotificationService</b>	Temps réel (SignalR), emails, push notifications

- Analytics de recherche

### AdminService (Port :80)

- Dashboard administration
- Métriques et KPI
- Gestion utilisateurs

## 5. Base de Données et Modèles

### 5.1 Architecture de Données

Stockage	Rôle principal	Caractéristiques
MongoDB	Base principale	<ul style="list-style-type: none"><li>• Collections par domaine</li><li>• Réplication (3 nodes)</li><li>• Sharding géographique</li></ul>
Redis	Cache et sessions	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cache L2</li><li>• Sessions</li><li>• Rate limiting</li></ul>
Elasticsearch	Recherche	<ul style="list-style-type: none"><li>• Index full-text</li><li>• Logs</li><li>• Analytics</li></ul>

### 5.2 Modèle Conceptuel de Données (MCD)

```
erDiagram
    USER {
        string id PK
        string email
        string username
        string passwordHash
        array roles
        bool isActive
    }
    MOD {
        string id PK
        string title
        string description
        string version
        number downloads
        number rating
        string userId FK
        string categoryId FK
    }
    MODFILE {
        string id PK
        string fileName
        string path
        number fileSize
        string version
    }
```

```

        string contentType
        string checksum
        string modId FK
    }
    CATEGORY {
        string id PK
        string name
        string slug
        string description
        string iconUrl
    }
    TAG {
        string id PK
        string name
        string slug
    }
    PAYMENT {
        string id PK
        number amount
        string status
        string stripeId
        string userId FK
        string modId FK
    }
    COMMENT {
        string id PK
        string content
        number rating
        string userId FK
        string modId FK
    }
    USER ||--o{ MOD : creates
    USER ||--o{ COMMENT : writes
    USER ||--o{ PAYMENT : makes
    MOD ||--o{ COMMENT : receives
    MOD ||--o{ PAYMENT : generates

```

### 5.3 Collections MongoDB

Collections Principales	Collections Secondaires
- Users	- Sessions
- Mods	- Reports
- Categories	- Analytics
- Comments	- MessageThreads
- Payments	- Messages
- ModFiles	

- Notifications

### Exemples de Documents :

```
// Users
{
  "_id": "ObjectId('60d21b4667d0d8992e610c85')",
  "email": "user@modhub.ovh",
  "username": "modmaster",
  "passwordHash": "$argon2id$v=19$m=65536,t=3,p=4$...",
  "roles": ["user", "creator"],
  "profile": {
    "displayName": "Mod Master",
    "avatarUrl": "/images/avatars/user1.webp",
    "socialLinks": ["https://github.com/modmaster"]
  },
  "preferences": {
    "emailNotifications": true,
    "theme": "dark"
  },
  "createdAt": "2025-06-15T10:23:54Z",
  "isActive": true
}

// Mods
{
  "_id": "ObjectId('60d21b9c67d0d8992e610c86')",
  "title": "Enhanced Graphics Pack",
  "description": "Améliore les textures et effets visuels du jeu",
  "version": "2.1.5",
  "versionHistory": [
    {
      "version": "2.1.5",
      "changes": "Optimisation des performances",
      "fileId": "ObjectId('60d21bb567d0d8992e610c87')"
    }
  ],
  "downloads": 15426,
  "rating": { "average": 4.7, "count": 342 },
  "tags": ["graphics", "visuals", "performance"],
  "price": { "amount": 5.99, "currency": "EUR", "type": "onetime" },
  "userId": "ObjectId('60d21b4667d0d8992e610c85')",
  "categoryId": "ObjectId('60d21b2667d0d8992e610c84')",
  "status": "published"
}

// ModFiles
{
  "_id": "ObjectId('60d21bb567d0d8992e610c87')",
```



```

"fileName": "enhanced-graphics-v2.1.5.zip",
"path": "/storage/mods/60d21b9c/enhanced-graphics-v2.1.5.zip",
"fileSize": 157483982,
"version": "2.1.5",
"contentType": "application/zip",
"checksum": "sha256:8a9d3e4e57f35db232f0e7c3b922cda9b07f4e7c114334ea45",
"modId": "ObjectId('60d21b9c67d0d8992e610c86')"
}

```

#### Structure des données:

- Relations via ObjectId entre collections
- Index optimisés pour recherches fréquentes
- Validation des schémas (JSON Schema)

## 5.4 Index et Optimisations

#### Index Principaux :

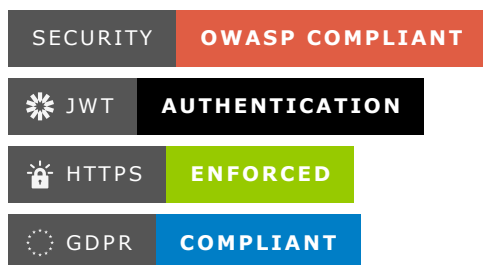
- Users : email, username (uniques), roles
- Mods : recherche full-text, author, tags, catégories, ratings
- Comments : modId, userId, parentId
- Performance optimisée pour les requêtes fréquentes

#### Stratégies de Cache :

- Mods populaires : TTL 15 minutes
- Profils utilisateurs : TTL 30 minutes
- Catégories : TTL 1 heure
- Recherches fréquentes : TTL 5 minutes

Page 5

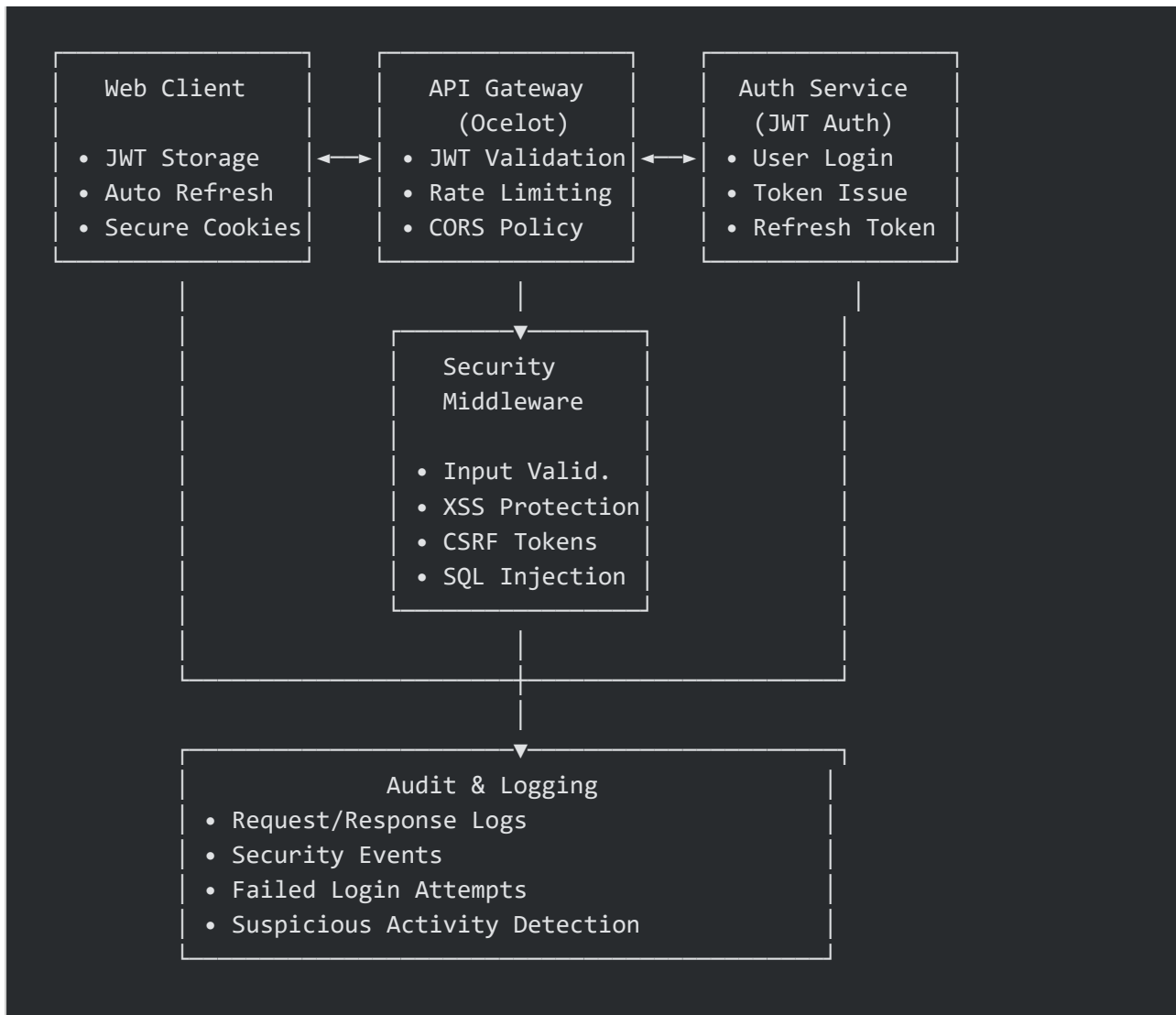
## 6. Sécurité et Authentification



### Sécurité de Niveau Entreprise

Implémentation des **meilleures pratiques OWASP**, **authentification multi-facteurs** et **chiffrement bout-en-bout**

### 6.1 Architecture de Sécurité



## 6.2 Authentification JWT

### Stratégie JWT

- **Access Token** : Durée courte (15 minutes), contient claims utilisateur
- **Refresh Token** : Durée longue (7 jours), stocké en HttpOnly cookie
- **Rotation automatique** des refresh tokens
- **Révocation centralisée** via blacklist Redis

### Structure JWT Claims

```
{
  "sub": "user_id",
  "email": "user@example.com",
  "username": "modcreator123",
  "roles": ["user", "creator"],
  "permissions": ["mod:create", "mod:update", "payment:create"],
  "iat": 1703764800,
  "exp": 1703765700,
  "iss": "modhub.ovh",
```

```
"aud": "modhub-api"
}
```

## Implémentation .NET

```
services.AddAuthentication(JwtBearerDefaults.AuthenticationScheme)
    .AddJwtBearer(options =>
    {
        options.TokenValidationParameters = new TokenValidationParameters
        {
            ValidateIssuer = true,
            ValidateAudience = true,
            ValidateLifetime = true,
            ValidateIssuerSigningKey = true,
            ValidIssuer = "modhub.ovh",
            ValidAudience = "modhub-api",
            IssuerSigningKey = new SymmetricSecurityKey(
                Encoding.UTF8.GetBytes(configuration["Jwt:SecretKey"])
            ),
            ClockSkew = TimeSpan.Zero
        };

        options.Events = new JwtBearerEvents
        {
            OnTokenValidated = async context =>
            {
                // Vérification blacklist Redis
                var tokenId = context.Principal.FindFirst("jti")?.Value;
                if (await _redisService.IsTokenBlacklisted(tokenId))
                {
                    context.Fail("Token has been revoked");
                }
            }
        };
    });
```

## 6.3 Autorisation Basée sur les Rôles

### Hiérarchie des Rôles

```
Admin (Superadmin)
├── Moderator
│   ├── Community Manager
│   └── Content Reviewer
└── Creator
    ├── Premium Creator
    ├── User (Basic)
    └── Guest (Non authentifié)
```

## Permissions par Rôle

Permission	Guest	User	Creator	Moderator	Admin
<b>Mods</b>					
View Public Mods	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Download Free Mods	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Create Mods	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Update Own Mods	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Delete Own Mods	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Moderate Any Mod	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Community</b>					
View Comments	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Post Comments	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rate Mods	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Report Content	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Moderate Comments	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Payments</b>					
Purchase Mods	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Receive Payments	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Admin</b>					
User Management	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
System Config	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Analytics Access	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## 6.4 Sécurité des Fichiers

### Pipeline de Validation :

1. **Validation taille** : Max 2 GB (mods), 10 MB (images)
2. **Validation MIME type** : Whitelist des types autorisés
3. **Scan antivirus** : ClamAV avec quarantaine automatique
4. **Analyse contenu** : Détection de scripts malicieux
5. **Stockage sécurisé** : CDN avec protection DDoS

**Technologies** : ClamAV, mise à jour automatique, quarantaine

## 6.5 Protection OWASP Top 10

### **A01 - Broken Access Control**

- Autorisation vérifiée à chaque endpoint
- Principe du moindre privilège
- Tests d'autorisation automatisés

### **A02 - Cryptographic Failures**

- TLS 1.3 obligatoire
- Chiffrement AES-256 au repos
- Hashing Argon2id pour les mots de passe
- Rotation automatique des clés

### **A03 - Injection**

- Parameterized queries (MongoDB)
- Input validation stricte
- Sanitization automatique
- WAF rules anti-injection

### **A04 - Insecure Design**

- Security by design
- Threat modeling réalisé
- Architecture review régulière

### **A05 - Security Misconfiguration**

- Configuration centralisée
- Secrets management (Azure Key Vault)
- Hardening des containers
- Monitoring de configuration

### **A06 - Vulnerable Components**

- Dependency scanning automatique
- Mises à jour sécurité prioritaires
- SBOM (Software Bill of Materials)

### **A07 - Authentication Failures**

- MFA optionnelle (TOTP)
- Rate limiting sur login
- Account lockout policy
- Password policy stricte

### **A08 - Software Integrity Failures**

- Signature numérique des releases

- Vérification intégrité uploads
- Supply chain security

### A09 - Logging Failures

- Logs sécurité centralisés
- SIEM integration
- Alerting temps réel
- Retention conforme RGPD

### A10 - Server-Side Request Forgery

- Whitelist des domaines externes
- Validation URLs stricte
- Network segmentation

## 6.6 Conformité RGPD

### Principes Implémentés

- **Consentement explicite** : Opt-in pour marketing
- **Droit à l'effacement** : Suppression compte complète
- **Portabilité** : Export données JSON/CSV
- **Rectification** : Mise à jour profil self-service
- **Limitation traitement** : Anonymisation après suppression
- **Transparence** : Politique de confidentialité claire

### Data Protection Officer (DPO)

- Contact : dpo@modhub.ovh
- Registre des traitements maintenu
- Audits réguliers conformité
- Formation équipe RGPD

---

## 7. Infrastructure et Déploiement

### 7.1 Architecture Cloud

#### Infrastructure as Code :

- **Load Balancer** : Nginx (HTTPS, SSL)
- **API Gateway** : Ocelot (.NET)
- **Microservices** : UserService, ModsService, PaymentsService, CommunityService
- **Bases de données** : MongoDB, Redis, Elasticsearch
- **Orchestration** : Docker Compose / Kubernetes
- **Monitoring** : Logs centralisés, métriques
- **Configuration Docker simplifiée** :
  - Services conteneurisés avec Docker Compose
  - Variables d'environnement pour la configuration

- Volumes persistants pour les données
- Restart automatique des services

## 7.2 CI/CD Pipeline

### Pipeline CI/CD :

- **Tests automatisés** : Unit tests, coverage avec .NET 8.0
- **Build** : Docker images pour chaque microservice
- **Déploiement** : Automatique sur branche main
- **Outils** : GitHub Actions, DockerHub, SSH deployment

## 7.3 Environnements

### Environnement de Développement

- **URL** : <https://dev.modhub.ovh>
- **Caractéristiques** :
  - Base de données partagée pour l'équipe
  - Logs détaillés et debugging activé
  - Hot reload pour le développement frontend
  - Mocks pour services externes (Stripe, emails)

### Environnement de Staging

- **URL** : <https://staging.modhub.ovh>
- **Caractéristiques** :
  - Copie exacte de la production
  - Tests d'intégration automatisés
  - Load testing et performance testing
  - Validation des déploiements avant production

### Environnement de Production

- **URL** : <https://modhub.ovh>
- **Caractéristiques** :
  - Haute disponibilité (multi-AZ)
  - Monitoring 24/7
  - Backup automatisé toutes les 4h
  - CDN global (Cloudflare)
  - WAF et protection DDoS

## 7.4 Spécifications Serveurs

### Serveur Principal (VPS OVH) :

- **CPU** : 8 vCores AMD EPYC 7543
- **RAM** : 32 GB DDR4
- **Stockage** : 400 GB NVMe SSD

- **OS** : Ubuntu 22.04 LTS + Docker

## 7.5 Stratégie de Backup et Récupération

### Backup automatisé :

- **MongoDB** : Backup toutes les 4h, rétention 30 jours
- **Fichiers** : Backup quotidien, stockage S3
- **Système** : Backup hebdomadaire complet
- **RTO/RPO** : Recovery < 15 minutes, perte max 4h

### Plan de récupération MongoDB :

- **Corruption WiredTiger** : Détection automatisée et alerte
- **Procédure de restauration** :
  1. Isolation du node corrompu
  2. Utilisation de backups incrémentiels `/docker/data/mongo_backup_*`
  3. Réinitialisation clean avec `docker-compose down` puis `up`
  4. Vérification intégrité post-restauration avec `db.runCommand({dbHash:1})`
- **Documentation** : Procédure détaillée dans `/ops/recovery/mongodb.md`

## 7.6 Haute Disponibilité

### Composants :

- **Load Balancing** : Nginx, health checks, failover automatique
  - **Réplication** : MongoDB Replica Set (1 primary + 2 secondary)
  - **Session Management** : Redis pour persistance
  - **Disaster Recovery** : RTO < 15 min, monitoring < 2 min
- 

## 8. Monitoring et Observabilité

### 8.1 Stack de Monitoring

#### Outils principaux :

- **Prometheus** : Collecte métriques (TSDB, PromQL)
- **Grafana** : Dashboards et visualisations
- **ELK Stack** : Logs centralisés (Elasticsearch, Logstash, Kibana)
- **AlertManager** : Gestion alertes et notifications
- **PagerDuty** : Escalation et incidents

### 8.2 Métriques Clés

#### Métriques applicatives :

- **Performance** : Temps de réponse HTTP, latence API
- **Business** : Uploads/downloads de mods, utilisateurs actifs
- **Infrastructure** : CPU, RAM, stockage, connexions actives



- **Sécurité** : Tentatives de connexion, erreurs d'authentification

## 8.3 Logging Centralisé

### Stack ELK :

- **Elasticsearch** : Stockage et indexation des logs
- **Logstash** : Parsing et transformation des logs
- **Kibana** : Visualisation et dashboards
- **Filebeat** : Collecte des logs Docker

## 8.4 Alerting et Notifications

### Alertes principales :

- **Services indisponibles** : Alerte critique < 1 min
- **Taux d'erreur élevé** : Warning si > 10% erreurs 5xx
- **Temps de réponse** : Warning si P95 > 2s
- **Ressources système** : CPU, RAM, stockage
- **Base de données** : Connexions, performances

### Notifications :

- **Email** : Alertes critiques et warnings
- **Slack** : Intégration canal #alerts
- **Escalation** : Automatique selon sévérité

## 8.5 Dashboards Grafana

### Dashboards principaux :

- **Application** : Requêtes/sec, latence, erreurs, utilisateurs actifs
- **Infrastructure** : CPU, RAM, disque, réseau, containers
- **Business** : Activité utilisateurs, mods, revenus, communauté

## 8.6 Health Checks

### Contrôles implémentés :

- **Self-check** : Vérification du service lui-même
- **MongoDB** : Connectivité base de données
- **Redis** : Cache et sessions
- **Elasticsearch** : Recherche et logs
- **Services externes** : Stripe API, etc.
- **Système de fichiers** : Accès uploads et storage

---

# 9. Interface Utilisateur

## 9.1 Architecture Frontend

### Stack technique :

- **Blazor WebAssembly** (.NET 8) + **MudBlazor** 8.7.0
- **Single Page Application** avec routing côté client
- **Services injectés** pour état global + LocalStorage
- **JWT Authentication** avec intercepteurs HTTP

### Organisation modulaire :

- **Pages** : Index, Catalog, ModsHub, Settings, Contact
- **Composants** : Auth, Layout, Mods, Community, Common
- **Services** : Auth, Mod, Payment, LocalStorage

## 9.2 Design System

### Thème personnalisé :

- **Couleurs primaires** : Violet (#6C5CE7), Rose accent (#FD79A8)
- **Typographie** : Inter (texte), JetBrains Mono (code)
- **Design moderne** : Material Design + palette sur-mesure

## 9.3 Composants Principaux

### Composants métier :

- **ModCard** : Affichage mod avec thumbnail, stats, actions
- **RatingDialog** : Système de notation 5 étoiles
- **ModUpload** : Formulaire upload avec validation
- **CommentSection** : Commentaires avec modération
- **UserProfile** : Profil utilisateur complet

## 9.4 Pages Principales

### Page d'Accueil (Index.razor)

- **Hero Section** : Bannière d'accueil avec CTA
- **Mods Populaires** : Carousel des mods tendance
- **Statistiques Plateforme** : Nombre de mods, utilisateurs, téléchargements
- **Témoignages** : Avis d'utilisateurs et créateurs
- **Call-to-Action** : Inscription et première connexion

### Catalogue (Catalog.razor)

- **Filtres Avancés** : Par jeu, catégorie, popularité, date
- **Barre de Recherche** : Recherche textuelle avec suggestions
- **Tri** : Popularité, date, note, téléchargements
- **Vues** : Grille et liste adaptatives
- **Pagination** : Pagination avec scroll infini optionnel

### Hub Mods (ModsHub.razor)

- **Listing Complet** : Tous les mods avec métadonnées
- **Système de Rating** : Notation et commentaires
- **Téléchargement Direct** : Boutons de téléchargement
- **Partage Social** : Liens de partage intégrés
- **Recommandations** : Suggestions basées sur l'historique

## 9.5 Interface d'Administration

### Fonctionnalités admin :

- **Dashboard** : KPIs, graphiques d'activité, actions rapides
- **Gestion utilisateurs** : Validation, suspension, rôles
- **Modération contenu** : Approbation mods, signalements
- **Analytics** : Statistiques détaillées, reporting
- **Configuration** : Paramètres plateforme, maintenance

---

## 10. Diagrammes UML et Architecture

### 10.1 Architecture Globale

#### Couches principales :

```

Frontend (Blazor WASM, Mobile App)
  |
  v
Load Balancer (Nginx)
  |
  v
API Gateway (Ocelot)
  |
  v
Microservices:
- UserService (8080)
- ModsService (8081)
- PaymentsService (8082)
- CommunityService (8083)
  |
  v
Data Layer:
- MongoDB (Primary DB)
- Redis (Cache)
- Elasticsearch (Search)
- File Storage (Nginx/CDN)

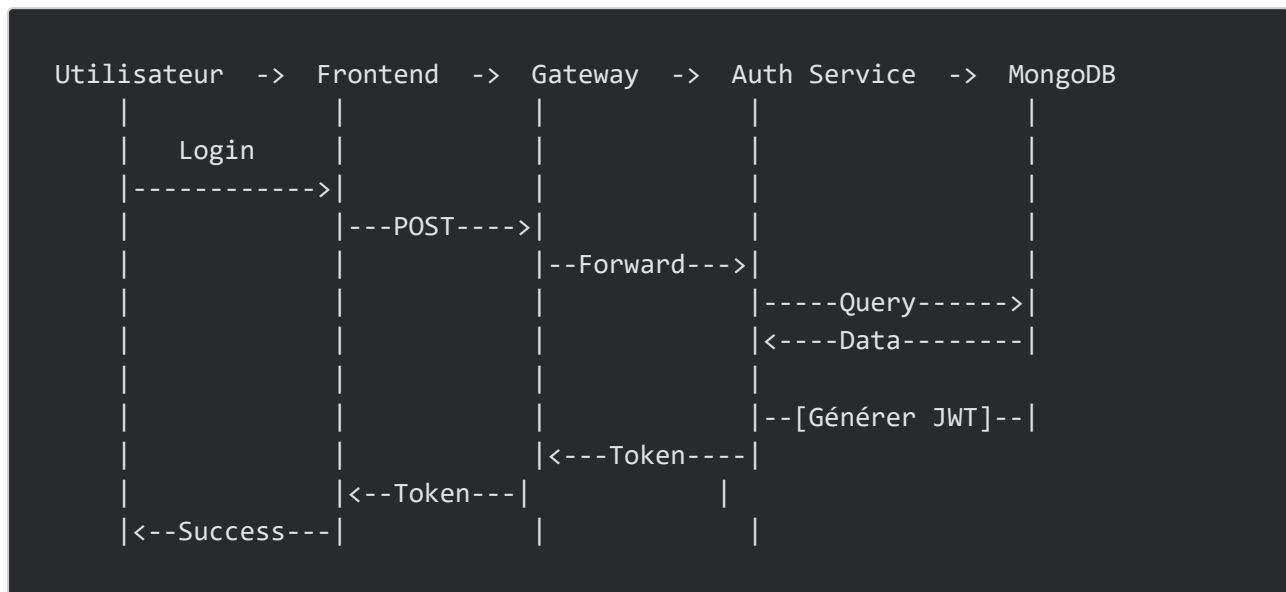
```

**Services externes intégrés** : Stripe API, Email Service, CloudFlare CDN

**Monitoring** : Prometheus + Grafana, ELK Stack

## 10.2 Flux d'Authentification

### Processus de connexion :



### Validation JWT :

1. Frontend inclut JWT dans Authorization header
2. Gateway valide le token (signature, expiration)
3. Gateway injecte claims utilisateur dans les requêtes
4. Microservices appliquent autorisation basée sur les claims

## 10.3 Modèles de Données

### Entités principales :



		AverageRating	
		-----	
		^	
v			^
-----	-----	-----	-----
-----+	-----+	-----+	-----
Subscription	ModFile	Category	
-----	-----	-----	-----
-----+	-----+	-----+	-----
UserId	ModId	Name	
PlanId	FileName	<-----  Description	
StartDate	FilePath	GameIds	
EndDate	Version	-----	
-----			
IsActive	UploadedAt		
-----	-----		

#### Autres entités importantes :

- **Rating** : Notation d'un mod par un utilisateur (ModId, UserId, Value, Comment)
- **Comment** : Commentaire sur un mod (ModId, UserId, Content, Replies)
- **Payment** : Transaction pour un mod (UserId, ModId, Amount, Status)

### 10.4 Processus d'Upload de Mod

#### Étapes principales :

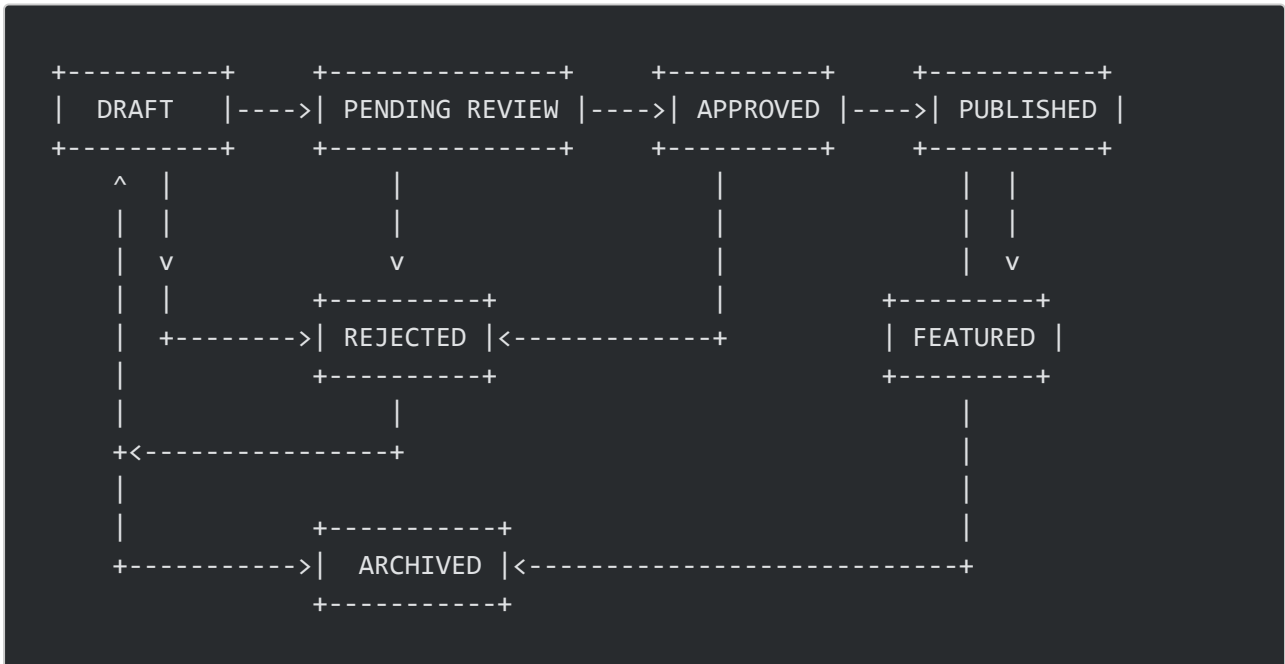
1. Utilisateur sélectionne le fichier mod à téléverser
2. Validation client (format, taille, nom)
  - |
  - |—[Si invalide]—> Affiche erreur à l'utilisateur
  - |
  - v
3. Fichier compressé et préparé pour upload
4. Envoi vers ModsService API
5. Validation serveur (sécurité, format)
  - |
  - |—[Si invalide]—> Retourne erreur 400
  - |
  - v
6. Enregistrement du fichier sur stockage
7. Extraction des métadonnées du mod
8. Analyse du contenu pour modération
  - |
  - |—[Si suspect]—> Marqué pour modération manuelle
  - |

9. Génération des miniatures et prévisualisations
10. Création des entrées en base de données
11. Indexation pour la recherche
12. Notification de succès à l'utilisateur

**Vérifications de modération :** contenu inapproprié, malware potentiel, droits d'auteur

## 10.5 Cycle de vie d'un Mod

### États possibles d'un mod :



**Description des états :**

- **Draft** : Mod en cours d'édition par le créateur
- **PendingReview** : Soumis, en attente de modération
- **Rejected** : Refusé par l'équipe de modération
- **Approved** : Validé mais pas encore publié
- **Published** : Disponible pour téléchargement public
- **Featured** : Mis en avant sur la plateforme
- **Archived** : Retiré temporairement ou déprécié

## 10.6 Architecture de Déploiement

### Infrastructure de production :

```
[Utilisateurs] --> [CloudFlare CDN] --> [VPS OVH]
```

VPS OVH (Docker Containers):

- |---- Frontend (nginx:alpine, port 80)
- |---- API Gateway (port 5000)

```
|---- Microservices:
|---- UserService (port 8080)
|---- ModsService (port 8081)
|---- PaymentsService (port 8082)
|---- CommunityService (port 8083)
|---- Bases de données:
|---- MongoDB (port 27017, volume persistant)
|---- Redis (port 6379, volume persistant)
|---- Elasticsearch (port 9200, volume persistant)
|---- Monitoring:
|---- Prometheus + Grafana + Alertmanager
|---- Stockage:
|---- Uploads (volume persistant)
```

### Services externes :

- Stripe API pour paiements
- SMTP Server pour emails
- AWS S3 pour backups automatiques

## 10.7 Modèle Conceptuel de Données (MCD)

### Principales entités et leurs champs clés :

```
USER (Utilisateur)
- id (PK), email, username, password_hash, roles, preferences
- Relations : crée des MODs, écrit des RATINGS, publie des COMMENTS

GAME (Jeu)
- id (PK), name, description, publisher, release_date, supported_platforms
- Relations : contient des CATEGORIES, supporte des MODs

CATEGORY (Catégorie)
- id (PK), game_id (FK), name, description, icon
- Relations : catégorise des MODs

MOD (Modification)
- id (PK), name, description, author_id (FK), game_id (FK), category_id (FK)
- version, file_size, download_url, average_rating, status
- Relations : reçoit des RATINGS, contient des COMMENTS

RATING (Notation)
- id (PK), mod_id (FK), user_id (FK), score, review

COMMENT (Commentaire)
- id (PK), mod_id (FK), user_id (FK), content, parent_id (FK)

PAYMENT (Paiement)
- id (PK), user_id (FK), stripe_payment_id, amount, status
```

#### SUBSCRIPTION (Abonnement)

- id (PK), user\_id (FK), stripe\_subscription\_id, plan, status

#### Principales relations :

1. USER (1) <---> (0..n) MOD : un utilisateur peut créer plusieurs mods
2. GAME (1) <---> (0..n) MOD : un jeu peut avoir plusieurs mods
3. CATEGORY (1) <---> (0..n) MOD : une catégorie peut regrouper plusieurs mods
4. MOD (1) <---> (0..n) RATING : un mod peut recevoir plusieurs évaluations
5. MOD (1) <---> (0..n) COMMENT : un mod peut avoir plusieurs commentaires
6. COMMENT (0..1) <---> (0..n) COMMENT : commentaires imbriquables (réponses)

Page 10

---

## 11. Performances et Scalabilité

### 11.1 Objectifs de Performance

#### Cibles principales :

- **Pages** : < 2s (accueil, catalogue), < 3s (recherche)
- **Authentification** : < 1s (SLA 99.9%)
- **API** : < 500ms (SLA 99.5%)
- **Uploads** : < 30s, **Downloads** : démarrage < 5s

#### Métriques de charge :

- **10K utilisateurs actifs simultanés**
- **1000 RPS en pointe**
- **500 téléchargements || 50 uploads parallèles**
- **Taille Max Upload** : 2 GB par fichier
- **Stockage Total** : 500 TB de mods

### 11.2 Stratégies de Cache

### 11.2 Stratégies de Cache

#### Cache Redis :

- **Configuration** : 8GB RAM, politique LRU, TTL adaptatif
- **Durées de vie** : Sessions 24h, métadonnées mods 2h, recherches 30min
- **Pattern de clés** : `user:{id}`, `mod:{id}`, `search:{query}:{page}`
- **Invalidation** : Automatique par TTL + manuelle sur modifications

#### Implémentation .NET :

- **CacheService** générique avec sérialisation JSON
- **Stratégies par service** : Cache-aside pattern
- **Fallback** : Tolérance aux pannes, dégradation gracieuse



## 11.3 Optimisation Base de Données

### Index MongoDB :

- **Users** : email, username (uniques), createdAt, isActive
- **Mods** : recherche textuelle, authorId+createdAt, gameId+categoryId, isApproved+status, averageRating+downloadsCount, index composés pour requêtes fréquentes
- **Ratings** : modId+userId (unique), modId+createdAt, userId+createdAt
- **Payments** : userId+createdAt, stripePaymentId (unique), status+createdAt

### Requêtes optimisées :

- **Agrégation MongoDB** : pipeline avec \$match, \$addFields, \$sort, \$skip/\$limit, \$project
- **Score de popularité** : combinaison rating × 2 + downloads ÷ 100
- **Pagination efficace** : index + limitation champs projetés

## 11.4 CDN et Optimisation Assets

### CloudFlare :

- **Cache agressif** : 1 an assets statiques, 2h contenu dynamique
- **Règles de page** : bypass API, cache total \_framework + uploads
- **Compression** : Gzip + Brotli, minification HTML/CSS/JS
- **Edge caching** : 24h uploads, 1 an framework

### Frontend Blazor :

- **HttpClient** : timeout 30s, compression optimale
- **Service Worker** : cache offline, assets critiques
- **Compression** : Brotli + Gzip niveau optimal

## 11.5 Stratégie de Scalabilité

### Scaling horizontal :

- **Gateway** : 3 répliques (1 CPU, 1GB RAM)
- **ModsService** : 4 répliques (2 CPU, 2GB RAM)
- **MongoDB** : Replica Set 3 nœuds (Primary + 2 Secondary)
- **Redis** : Cluster 3 nœuds avec haute disponibilité

### Auto-scaling Kubernetes :

- **HPA Gateway** : 2-10 répliques (CPU 70%, Mémoire 80%)
- **HPA ModsService** : 2-8 répliques (CPU 75%)
- **Métriques** : CPU, mémoire, requêtes/sec
- **Seuils** : Scale-up dès 70% CPU, scale-down sous 30%

## 11.6 Optimisation Upload/Download

### Upload multi-part :

- **Taille max** : 2GB par fichier, chunks de 10MB
- **Processus** : Découpage → Upload parallèle → Réassemblage → Validation
- **Reprise d'upload** : Support interruption/reprise via chunks
- **Nettoyage** : Suppression automatique fichiers temporaires

#### Download avec resume :

- **Range requests** : Support HTTP Range pour reprise téléchargement
- **Streaming** : FileStream pour gros fichiers sans surcharge mémoire
- **Métriques** : Incrémentation compteur downloads
- **Sécurité** : Validation existence fichier avant diffusion

### 11.7 Surveillance Performance

#### Métriques collectées :

- **Requêtes HTTP** : Compteur par méthode/endpoint/status
- **Durée requêtes** : Histogramme temps de réponse
- **Requêtes lentes** : Log automatique > 5 secondes
- **Middleware dédié** : Mesure transparente toutes API

## 12. Tests et Qualité

### 12.1 Stratégie de Tests

#### Pyramide de Tests :

- **Tests Unitaires (80%)** : Logique métier, services, repositories
- **Tests d'Intégration (15%)** : API, base de données, microservices
- **Tests E2E (5%)** : Parcours utilisateur critiques

#### Objectifs de Couverture :

- **Tests Unitaires** : 90% (xUnit, Moq)
- **Tests d'Intégration** : 80% (TestContainers, WebApplicationFactory)
- **Tests E2E** : 70% parcours critiques (Playwright)
- **Tests Performance** : 100% endpoints (NBomber)
- **Tests Sécurité** : 100% vulnérabilités OWASP (ZAP, SonarQube)

### 12.2 Tests Unitaires

#### Approche :

- **Framework** : xUnit avec Moq pour mocking
- **Structure** : Arrange-Act-Assert pattern
- **Couverture** : Services, repositories, contrôleurs
- **Data-driven** : Theory/InlineData pour cas multiples
- **Assertions** : Validation retours + appels mock

## Tests de Validation :

- **Framework** : FluentValidation avec tests Theory/InlineData
- **Couverture** : Validation nom, description, catégorie, taille fichier
- **Cas testés** : Entrées vides, trop courtes, trop longues, valides
- **Assertions** : Vérification IsValid + messages d'erreur

## 12.3 Stratégie de Tests

### Tests d'Intégration :

- MongoDB/Redis en conteneurs isolés, WebApplicationFactory
- Tests API : CRUD, authentification JWT, validation, assertions

### Tests E2E (Playwright) :

- Parcours critiques : Inscription → Téléchargement, Upload → Statistiques
- Multi-device, captures automatiques sur échecs

### Tests de Performance :

- NBomber : charge (100 req/sec), stress (10MB uploads)
- Seuils : API < 500ms, throughput > 95%, 1000 req/sec GET
- **Search** : 200 req/sec, < 300ms, 95% succès

## 12.6 Qualité Logicielle

### Metrics

Métrique	Cible	Outil
Coverage	>85%	Coverlet
Duplication	<5%	SonarQube
Complexité	<15	SonarQube
Dépendances	<100ms	MiniProfiler
Tech Debt	<5d/sprint	Jira + SonarQube
Accessibilité	WCAG AA	Lighthouse

---

## 13. Conformité RGPD

### 13.1 Principes Fondamentaux

#### Base Légale du Traitement

Type de Donnée	Base Légale	Finalité
Compte utilisateur	Contrat	Exécution du service

Type de Donnée	Base Légale	Finalité
<b>Cookies analytiques</b>	Consentement	Amélioration UX
<b>Données de paiement</b>	Contrat	Facturation
<b>Communications marketing</b>	Consentement	Promotion
<b>Logs de sécurité</b>	Intérêt légitime	Sécurité

#### Minimisation des Données :

- **Champs requis** : email, username, password uniquement
- **Champs optionnels** : display\_name, bio, avatar
- **Rétention** : Actifs (indéfini), Inactifs (3 ans), Supprimés (30j), Logs (1 an)

### 13.2 Consentement et Préférences

#### Gestionnaire de Consentement :

- **Types** : Analytics, Marketing, Fonctionnel
- **Audit** : Traçabilité complète des changements
- **Interface** : Toggles granulaires par type de consentement
- **Export** : Génération JSON des données utilisateur

### 13.3 Droits des Utilisateurs

#### API Droits RGPD :

- **Export** : Génération JSON complète (profil, mods, reviews, achats)
- **Suppression** : Période grâce 30 jours, vérification mot de passe
- **Rectification** : Système tickets avec suivi statut
- **Portabilité** : Format JSON structuré, téléchargement direct
- **Opposition** : Opt-out granulaire par type de traitement

### 13.4 Sécurité des Données

#### Chiffrement PII :

- **Algorithme** : AES-256, IV aléatoire par chiffrement
- **Clés** : Stockage sécurisé via Azure Key Vault
- **Données sensibles** : Email, adresses, données bancaires
- **At-rest** : Base MongoDB chiffrée, backups chiffrés

#### Audit et Traçabilité :

- **Logs d'accès** : UserId, action, timestamp, IP
  - **Rétention** : 1 an minimum pour audit RGPD
  - **Requêtes** : Filtrage par utilisateur et période
  - **Alerte** : Accès suspects, tentatives intrusion
-

## 14. Roadmap Technique

### 14.1 Phase 1 - MVP (Q1 2024)

#### Objectifs Principaux

- Plateforme fonctionnelle de base
- Gestion des utilisateurs et authentification
- Upload et téléchargement de mods
- Interface utilisateur moderne

#### Livrables Techniques

Composant	Fonctionnalités	État
Authentication Service	Registration, Login, JWT	☑ Terminé
Mods Service	CRUD mods, Upload fichiers	☑ Terminé
Frontend Blazor	UI moderne, responsive	☑ Terminé
API Gateway	Routage, authentification	☑ Terminé
Base de données	MongoDB, collections de base	☑ Terminé
Stockage fichiers	Upload/download sécurisé	🔄 En cours

#### Métriques de Succès

- 100 utilisateurs enregistrés
- 50 mods uploadés
- Temps de réponse < 500ms
- Disponibilité 99%

### 14.2 Phase 2 - Fonctionnalités Avancées (Q2 2024)

#### Développements Prioritaires :

- **Communauté** : Reviews/Ratings (3 sem), Forums (4 sem), Réputation (2 sem)
- **Monétisation** : Stripe (2 sem), Mods premium (3 sem), Abonnements (3 sem)
- **Performance** : Cache Redis (1 sem), CDN (2 sem), Optimisations DB (2 sem)

### 14.3 Phase 3 - Scalabilité (Q3 2024)

#### Optimisations Architecture :

- **Microservices** : Notifications, Analytics, Recommendations
- **Infrastructure** : Kubernetes, Autoscaling, Load Balancing
- **Database** : MongoDB Sharding, Read Replicas, Archivage
- **Cache** : Redis Cluster, CDN Global, Optimisations Assets

#### Nouvelles Intégrations :

- **Analytics** : Métriques avancées, insights produit
- **Recommendations** : Suggestions personnalisées (+30% engagement)
- **Search** : Elasticsearch, UX améliorée
- **Mobile API** : Support applications mobiles

#### 14.4 Phase 4 - Intelligence Artificielle (Q4 2024)

##### Services IA Prévus :

- **Modération** : Azure Content Moderator, -50% temps modération
- **Recommendations** : ML.NET + TensorFlow, +25% découverte
- **Fraud Detection** : Anomaly Detection temps réel
- **Auto-tagging** : Computer Vision + NLP, 85% précision

#### 14.5 Évolutions Long Terme (2025+)

##### Vision Stratégique :

- **2025** : Mobile Apps, VR/AR Mods, Blockchain NFTs
- **2026** : Multi-plateforme, API Publique, Cloud Gaming
- **2027** : Mod Creator Tools, Enterprise B2B

##### Technologies Émergentes :

- **Web3/Blockchain** : NFT mods, crypto-paiements (2025)
- **VR/AR** : Mods immersifs (2025)
- **Edge Computing** : Latence ultra-faible (2025)
- **5G/6G** : Streaming temps réel (2026+)

##### Objectifs de Croissance :

- **2024** : 10K utilisateurs, 1K mods, €50K CA
- **2025** : 100K utilisateurs, 10K mods, €500K CA
- **2027** : 1M utilisateurs, 100K mods, €10M CA

---

## 15. Annexes

### 15.1 Glossaire Technique

Terme	Définition
<b>API Gateway</b>	Point d'entrée unique pour tous les appels API, gérant le routage et l'authentification
<b>Blazor WebAssembly</b>	Framework Microsoft pour créer des applications web côté client avec C#
<b>CDN</b>	Content Delivery Network - Réseau de serveurs distribués pour la livraison de contenu

Terme	Définition
<b>CQRS</b>	Command Query Responsibility Segregation - Pattern de séparation lecture/écriture
<b>Docker</b>	Plateforme de conteneurisation pour le déploiement d'applications
<b>JWT</b>	JSON Web Token - Standard pour les tokens d'authentification
<b>Microservices</b>	Architecture composée de services indépendants et faiblement couplés
<b>MongoDB</b>	Base de données NoSQL orientée documents
<b>MudBlazor</b>	Framework UI pour Blazor avec composants Material Design
<b>OWASP</b>	Organisation de référence pour la sécurité des applications web
<b>RGPD</b>	Règlement Général sur la Protection des Données
<b>SaaS</b>	Software as a Service - Logiciel en tant que service
<b>SignalR</b>	Bibliothèque pour ajouter des fonctionnalités temps réel aux applications

## 15.2 Configuration d'Environnement

### Variables d'Environnement Essentielles :

- **Base de données** : MongoDB,
- **Authentification** : JWT (Secret, Issuer, Audience)
- **Services externes** : Stripe (Secret/Publishable Key), Azure Storage
- **SMTP** : Configuration email (Host, Port, Credentials)
- **Monitoring** : Seq Server, Application Name, Environment

**Docker Compose** : MongoDB 7.0

## 15.3 Déploiement et Maintenance

### Scripts de Déploiement :

- **Build & Deploy** : Automatisation Docker Compose multi-environnements
- **Migrations** : Création indexes MongoDB et collections système
- **Health Checks** : Vérification santé des services après déploiement

## 15.4 Métriques et Performances

### Métriques Business :

- **Acquisition** : Inscriptions quotidiennes, utilisateurs actifs, rétention
- **Contenu** : Uploads quotidiens, notes moyennes, taux de conversion téléchargement
- **Revenus** : MRR, ARPU, conversion premium (5% cible)

### Métriques Techniques :

- **Performance** : API < 500ms, chargement page < 2s, uptime > 99.9%

- **Scalabilité** : 10K utilisateurs simultanés, 1K requêtes/seconde

## 15.5 Production et Support

### Checklist de Mise en Production :

- **Pré-lancement** : Tests automatisés, sécurité OWASP, backups, monitoring, SSL
- **Post-lancement** : Vérification services, tests fonctionnels, communication utilisateurs

## 15.6 Contacts et Documentation

**Équipe Technique** : Tech Lead, DevOps, QA, Product Owner, Security Officer

**Documentation** : API, Guide développeur, Dashboards, Status Page, Support

---

# Conclusion

## ModHub : Vision Technique

Ce cahier des charges technique définit l'architecture, les spécifications et la roadmap de la plateforme ModHub, servant de référence pour l'équipe de développement.

### Points Clés

- **Architecture** : Microservices scalables pour modularité & performance
- **Sécurité** : OWASP, RGPD, JWT pour conformité entreprise
- **Interface** : Blazor + MudBlazor pour expérience utilisateur premium
- **Qualité** : Tests automatisés pour fiabilité maximale
- **Évolution** : IA + technologies émergentes pour innovation continue

**Version** : 1.0 | **Mise à jour** : 30 juin 2025 | **Révision** : Trimestrielle

*ModHub - L'Écosystème Mods Gaming de Demain*