



Colint School

Formation CDA 2025

Concepteur Développeur d'Applications

RNCP37873

54 Rue d'Autun, 71100 Chalon-sur-Saône

Diving O Club

Dossier de Projet CDA
Présentation et Défense

Informations du Projet

Candidat : Lavier Kevin

Promotion : 3ème année Programmation informatique

Soutenance : [Date]

Ce dossier présente le projet réalisé dans le cadre de la formation
Concepteur Développeur d'Applications (CDA) de Colint School

Année académique 2025-2026

Table des matières

1 Présentation personnelle et du projet	5
1.1 Rôle du candidat et contexte	5
1.2 Problématique et objectifs SMART	6
1.3 Liens utiles	9
2 Cadrage et cahier des charges	11
2.1 Objectifs métier, techniques et pédagogiques	11
2.2 Cibles et parties prenantes	12
2.3 Exigences fonctionnelles	16
2.3.1 Fonctionnalités « Front Office »	16
2.3.2 Fonctionnalités « Back Office »	16
2.3.3 Découpage Front / Back (fonctionnalités clés)	19
2.3.4 L'utilisateur (public)	19
2.3.5 Confidentialité	20
2.3.6 Droits d'accès	20
2.3.7 Authentification	20
2.4 Exigences et choix techniques	21
2.4.1 Exigences	21
2.4.2 Choix	22
2.5 Définition du MVP	26
2.6 Roadmap	35
2.7 Liens utiles	35
3 Méthodologie et organisation	37
3.1 Gestion de projet avec GitHub	37
3.1.1 User Stories et estimation de temps	37
3.2 Versioning GitHub et conventions	38
3.3 Planification et outils de suivi	39
3.4 Estimation de temps et planification	40
3.5 Liens utiles	41
4 Conception fonctionnelle et technique	43
4.1 Use Cases et diagrammes UML	43
4.2 Diagrammes de séquence	44
4.3 Conception de l'interface graphique	45
4.3.1 Zoning	45
4.3.2 Wireframe	46
4.3.3 Maquettage	46
4.3.4 Outils de conception et diagrammes	47
4.3.5 Charte graphique	47
4.4 Conception de base de données	48
4.4.1 MCD (Modèle Conceptuel de Données)	48

4.4.2 MLD (Modèle Logique de Données)	48
4.4.3 MPD (Modèle Physique de Données)	48
4.5 Architecture 3 tiers	50
4.6 Liens utiles	52
5 Architecture 3 tiers	53
5.1 Architecture 3 tiers	53
5.1.1 Couche Présentation (Frontend)	53
5.1.2 Couche Logique Métier (Backend)	53
5.1.3 Couche Données (Database)	55
5.1.4 Communication entre les tiers	55
5.1.5 Avantages de l'architecture 3 tiers	56
5.2 Développement Frontend	57
5.3 Développement Backend	59
5.4 Gestion des données	61
5.5 Liens utiles	63
6 Sécurité applicative et RGPD	65
6.1 Protection contre les vulnérabilités OWASP	65
6.2 Authentification et autorisation	67
6.3 Conformité RGPD	70
6.4 Liens utiles	73
7 Tests et qualité logicielle	75
7.1 Stratégie de tests	75
7.2 Tests de performance	77
7.3 Qualité du code avec SonarQube	79
7.4 Liens utiles	82
8 Déploiement et CI/CD	83
8.1 Containerisation avec Docker	83
8.2 Pipeline CI/CD avec GitHub Actions	85
8.3 Documentation et monitoring	90
8.4 Liens utiles	94
9 Veille technologique et sécurité	95
9.1 Veille technologique stack	95
9.2 Bonnes pratiques sécurité	96
9.3 Application au projet	97
9.4 Liens utiles	99
10 Bilan et retour d'expérience (REX)	101
10.1 Objectifs atteints et non atteints	101
10.2 Difficultés rencontrées et solutions	101
10.3 Dettes techniques et apprentissages	103
10.4 Liens utiles	104
11 Conclusion et remerciements	105
11.1 Synthèse du projet	105
11.2 Perspectives d'évolution	106
11.3 Remerciements	107
11.4 Déploiement et documentation	107
11.4.1 Docker	108
11.4.2 GitHub (code source)	109
11.4.3 CI/CD	110

11.4.4 SonarQube	110
11.4.5 Swagger	111
11.5 Liens utiles	113

Chapitre 1

Présentation personnelle et du projet

1.1 Rôle du candidat et contexte

Mon rôle : En tant que concepteur-développeur full-stack, mon rôle consiste à identifier et analyser les besoins afin d'apporter des solutions numériques concrètes et adaptées aux problématiques rencontrées. Mes expériences précédentes, à la fois en formation et en milieu professionnel, m'ont permis d'acquérir un éventail de compétences suffisamment large pour intervenir efficacement sur l'ensemble du cycle de développement. Je suis en autonomie sur l'architecture, la conception, les choix techniques et le développement, tout en tenant compte des retours des parties prenantes du club test "Aquaclub 21".

Contexte organisationnel : Je suis membre actif d'un club associatif de plongée affilié à la FFESSM depuis quatre ans et j'ai intégré le comité directeur. J'interviens sur la communication, la gestion du site internet et la coordination numérique du club. Comme dans de nombreuses structures associatives, l'organisation repose essentiellement sur le bénévolat, avec des ressources humaines et techniques limitées. Cela implique une forte autonomie dans la gestion des outils numériques pour les membres du comité.

Aujourd'hui, la gestion du club s'appuie sur une combinaison d'outils dispersés : VPDive, Google Drive, formulaires externes, tableurs partagés, messageries, documents papier. Cette fragmentation entraîne des manipulations manuelles répétitives, une perte d'informations, un risque d'erreur élevé et une charge administrative importante. Les retours du comité montrent une perte de 1 à 3 heures par semaine pour les bénévoles chargés du suivi des adhésions, certificats médicaux, inscriptions et paiements.

Un autre élément clé du contexte métier est le niveau d'aisance numérique hétérogène des pratiquants. Dans le club test Aquaclub 21, 64,6% ont plus de 46 ans, dont 30% ont plus de 61 ans. Ils peuvent facilement se retrouver en difficulté face à des interfaces complexes ou à des processus éclatés. Ils privilégient la simplicité, la lisibilité et l'automatisation.

Cette réalité accroît la nécessité d'un outil centralisé, clair et accessible, permettant de réduire les frictions, d'éviter les erreurs et de rendre les démarches (adhésion, certificats, inscriptions) plus intuitives. En tant que membre du comité, je suis régulièrement confronté à ces difficultés, ce qui m'a permis d'identifier précisément les points de friction et les besoins réels des utilisateurs.

Face à ces contraintes, les échanges avec le comité ont permis d'identifier le besoin d'une plateforme unifiée, robuste et adaptée aux processus du club associatif. L'objectif est de :

- centraliser les informations
- améliorer l'expérience des membres, y compris les moins à l'aise avec le numérique
- simplifier les démarches administratives
- automatiser les tâches récurrentes
- renforcer la fluidité des processus internes en développant des fonctionnalités adaptées

Le besoin métier principal consiste donc à mettre en place un outil simple, cohérent et efficace, capable d'accompagner la gestion quotidienne du club dans un environnement associatif exigeant mais limité en ressources.

Durée et planning : J'ai démarré mon alternance le 1^{er} septembre 2025, à raison de trois jours en entreprise (lundi, mardi, mercredi) et deux jours en formation (jeudi et vendredi). Ce

dossier a été rédigé durant la phase de conception du projet, de septembre à décembre 2025.

Planning du projet *Diving O Club* :

Période	Objectifs clés
25 sept. — 20 déc. 2025	Conception et cadrage : deux phases d'idéation, analyse des besoins, modèles UML, MCD/MLD, wireframes, maquettes, backlog, choix techniques.
8 janv. — 17 janv. 2026	POC : validation de l'architecture (Next.js / Nest.js / PostgreSQL), mise en place de l'environnement Docker, affichage d'un club test avec membres et événements seedés.
22 janv. — 14 fév. 2026	MVP : création de compte, connexion, recherche du club test, consultation des membres et événements.
19 fév. — 25 avril 2026	Version Bêta : profils utilisateurs, certificats médicaux, calendrier, inscriptions, rôles (admin/moniteur/adhérent), gestion des membres et événements.
30 avril — 6 juin 2026	Version 1 : multi-clubs, création et validation de club, invitations par email, demandes d'adhésion, paiements HelloAsso, tableaux de bord.

QZOQCP :

- **Quoi** : Application web unifiée permettant de gérer un club de plongée associatif : adhérents, certificats médicaux, événements, inscriptions, rôles, paiements et administration.
- **Qui** : Clubs FFESSM et associations subaquatiques reposant majoritairement sur le bénévolat, avec un public adulte et une aisance numérique très hétérogène.
- **Où** : Application web mobile-first, accessible également sur ordinateur et tablette, déployée d'abord dans un club pilote (Aquaclub21).
- **Quand** : Projet développé du 25 septembre 2025 au 6 juin 2026 (POC → MVP → Bêta → V1).
- **Comment** : Architecture 3-tiers (*Next.js - Nest.js - PostgreSQL + MongoDB*) avec intégration HelloAsso en V1 et pilotage via GitHub Projects.
- **Pourquoi** : Remplacer la fragmentation des outils actuels par une solution unique, simple et accessible, afin de réduire la charge administrative et d'améliorer l'expérience des adhérents.

Pitch QZOQCP : Je développe une application web mobile-first destinée aux clubs associatifs de plongée pour centraliser la gestion des adhérents, des certificats médicaux, des événements, des inscriptions, des rôles et des paiements.

L'application repose sur une architecture 3-tiers (*Next.js - Nest.js - PostgreSQL + MongoDB*) et sera testée en conditions réelles dans un club pilote (Aquaclub21) avant une version finale début juin 2026.

L'objectif est de remplacer la multiplicité des outils actuels par une solution unique, fiable et simple d'usage, afin de réduire la charge administrative des bénévoles et d'améliorer l'expérience des adhérents lors de l'utilisation de l'application.

1.2 Problématique et objectifs SMART

Problématique centrale :

Comment accompagner efficacement un public majoritairement adulte et peu technophile, tout

en réduisant significativement la charge administrative des clubs, dans un contexte où les outils actuels sont fragmentés, peu ergonomiques et insuffisamment adaptés aux processus associatifs réels ?

La gestion quotidienne d'un club associatif de plongée repose aujourd'hui sur une multitude d'outils hétérogènes : VPDive, tableurs, formulaires externes, Google Drive, messageries, documents papier. Cette fragmentation génère :

- une navigation complexe pour un public majoritairement adulte et peu technophile,
- des manipulations manuelles répétitives,
- une perte ou duplication d'informations,
- un risque d'erreur élevé,
- une surcharge administrative estimée entre 1 et 3 heures par semaine pour les bénévoles du comité,

Au sein du club pilote (Aquaclub21), 64,6 % des adhérents ont plus de 46 ans dont 27,1 % plus de 61 ans, ce qui renforce le besoin d'une interface simple, lisible et guidée.

Ces difficultés impactent :

- l'expérience utilisateur,
- la satisfaction globale des adhérents,
- la qualité du suivi administratif (certificats, paiements, inscriptions),
- la sécurité (certificats non valides),
- la participation aux activités (mauvaises informations, pertes d'inscriptions),

En tant que membre du comité, je suis confronté directement à ces problèmes, ce qui m'a permis d'identifier avec précision les points de friction, leurs impacts et les besoins concrets du terrain.

Objectifs SMART

Les objectifs du projet ont été formalisés selon la méthode SMART (Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réaliste et Temporellement défini) afin de garantir un pilotage précis et vérifiable.

Indicateurs de succès quantifiés (KPIs)

Afin d'évaluer objectivement la réussite globale du projet, trois indicateurs clés (KPIs) ont été définis, chacun associé à une valeur cible et à un mode de mesure :

- **Taux d'adoption** : au moins **20 utilisateurs actifs** durant la phase bêta. *Mesure : analyse des logs de connexion et du nombre de comptes actifs.*
- **Gain de temps et réduction des relances** : diminuer d'au moins **50%** le volume de relances manuelles sous 2 mois. *Mesure : comptage hebdomadaire des relances manuelles réalisées par le comité.*
- **Satisfaction utilisateur** : atteindre **90% de satisfaction** en fin de phase bêta. *Mesure : questionnaire anonyme envoyé aux adhérents du club pilote.*

Objectif SMART 1 — Accessibilité des adhérents non technophiles

Indicateur de réussite : 80% des adhérents complètent l'inscription sans assistance, mesuré via le taux de compléction et le nombre de demandes d'aide (objectif < 10 demandes).

- **Spécifique** : Simplifier l'usage de la plateforme pour les adhérents peu à l'aise avec le numérique.
- **Mesurable** : Atteindre **80% de parcours complets** réalisés sans assistance, mesurés via le taux de compléction et le nombre de demandes d'aide.

- **Atteignable** : Parcours guidé, interface mobile-first, formulaires simplifiés, notifications claires.
- **Réaliste** : Besoin confirmé par l'analyse utilisateurs du club (moyenne d'âge 48+ ans).
- **Temporel** : Mesuré pendant la phase bêta (**février → avril 2026**).

Objectif SMART 2 — Réduction de la charge administrative

Indicateur de réussite : Temps de gestion réduit à moins de 60 minutes/semaine, mesuré via un suivi hebdomadaire du temps passé par les bénévoles.

- **Spécifique** : Réduire le temps consacré aux relances et au suivi manuel (certificats, inscriptions).
- **Mesurable** : Réduire le temps administratif de **1–3 h/semaine à 30–60 min/semaine**, mesuré via le suivi du temps passé et les relances automatiques vs manuelles.
- **Atteignable** : Automatisation des relances, centralisation des données, flux simplifiés.
- **Réaliste** : Charge actuelle estimée à 1–3 h/semaine par bénévole.
- **Temporel** : Mesure effectuée entre **février → avril 2026**.

Objectif SMART 3 — Adoption de la Bêta par le club pilote

Indicateur de réussite : Au moins 20 utilisateurs actifs et 20 inscriptions à des événements dans le mois suivant le déploiement de la bêta.

- **Spécifique** : Déployer une version fonctionnelle couvrant profil, certificats, événements et inscriptions.
- **Mesurable** : Atteindre **≥ 20 utilisateurs actifs et ≥ 20 inscriptions**, mesurés via logs de connexion et statistiques.
- **Atteignable** : Périmètre MVP limité et validé.
- **Réaliste** : Technologies maîtrisées (Next.js / Nest.js / PostgreSQL).
- **Temporel** : Objectif mesuré entre **février → avril 2026**.

Objectif SMART 4 — Performance et stabilité de l'API

Indicateur de réussite : 95% des requêtes serveur sous 300 ms, mesuré via l'outil de monitoring en production.

- **Spécifique** : Garantir une API performante et stable pour une expérience fluide.
- **Mesurable** : Assurer que **95% des requêtes** répondent en moins de **300 ms**.
- **Atteignable** : Optimisation des endpoints, mise en cache, bonnes pratiques Nest.js.
- **Réaliste** : Aligné avec les standards des architectures 3-tiers.
- **Temporel** : Mesuré en continu à partir de la **Bêta (février 2026)**.

Objectif SMART 5 — Sécurisation des données et conformité RGPD

Indicateur de réussite : 100% des routes sensibles protégées et aucun incident de sécurité durant la phase bêta.

- **Spécifique** : Protéger les données personnelles des adhérents.
- **Mesurable** : Vérifier que **100% des routes sensibles** sont protégées (JWT + RBAC), via audit interne.
- **Atteignable** : Cookies HttpOnly, RBAC, validation stricte des schémas.
- **Réaliste** : Aligné avec les exigences légales du RGPD.
- **Temporel** : Implémenté pour la **Bêta Release (avril 2026)**.

Bénéfices attendus : L'application a pour objectif de centraliser l'ensemble des opérations nécessaires à la gestion d'un club de plongée dans un seul outil, afin de simplifier le travail des encadrants et d'améliorer l'expérience des adhérents. Elle remplace plusieurs outils dispersés

par une plateforme unique, intuitive et maintenable dans le temps. La gestion des adhérents, des événements, des certificats et des inscriptions est unifiée, ce qui réduit les risques d'erreur et de perte d'information. Grâce à une interface adaptée aux publics peu familiers du numérique, l'application fluidifie la participation aux activités et diminue les frictions administratives. Enfin, la solution pourra évoluer à l'échelle fédérale afin d'assurer une cohérence numérique au sein des structures FFESSM.

Diagramme de contexte :

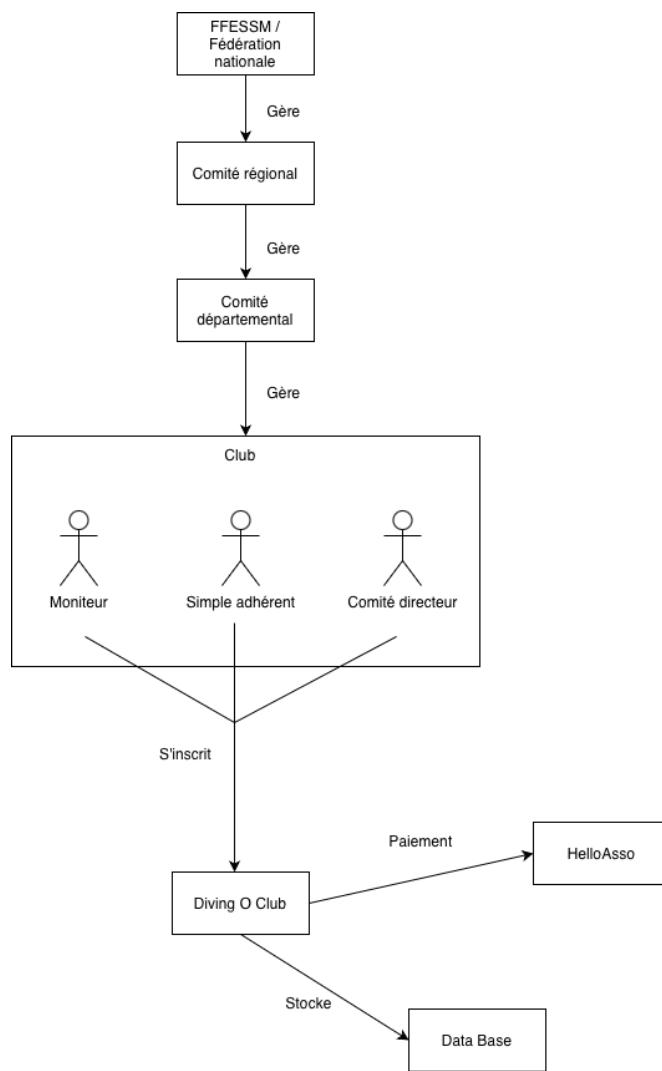


Figure 1.1 – Diagramme de contexte du projet

1.3 Liens utiles

- GitHub About : <https://docs.github.com/>
- SMART Goals : <https://bit.ly/smart-goals-atlassian>
- Project Management Institute : <https://www.pmi.org/>
- Agile Manifesto : <https://agilemanifesto.org/>
- Business Model Canvas : <https://bit.ly/business-model-canvas>
- FFESSM — Bilan à 700 jours (paragraphe "Amélioration de notre système informatique")
<https://ffessm.fr/actualites/bilan-de-la-ffessm-a-700-jours>
- Nombre de clubs de plongée en France : <https://ffessm.fr/actualites/un-ete-immersif-pour-les-ff>

- Données sur l'âge des plongeurs en 2002 page 18 : <https://ffessm.fr/uploads/media/docs/0001/02/9b74472404c10cd0bd3c09bf15f1a9b217159689.pdf>
- Données sur l'âge des plongeurs en 2020 page 11 : https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/mnca_2019_etudeplongee_version_finale.pdf

Chapitre 2

Cadrage et cahier des charges

2.1 Objectifs métier, techniques et pédagogiques

Cette section présente les objectifs principaux du projet *Diving O Club* selon trois axes complémentaires : métier, technique et pédagogique. Ces objectifs guident l'ensemble du cadrage du projet et structurent les livrables jusqu'à la version finale.

Objectifs métier

Les objectifs métier répondent aux besoins concrets d'un club associatif de plongée fonctionnant avec des ressources bénévoles :

- **Centraliser l'ensemble de la gestion du club** : adhérents, événements, certificats, inscriptions et paiements, aujourd'hui dispersés dans plusieurs outils (Excel, documents papier, e-mails).
- **Réduire d'au moins 50% la charge administrative** liée aux inscriptions, relances, vérifications de documents et suivi des obligations fédérales.
- **Garantir une expérience utilisateur simple et accessible**, adaptée y compris aux adhérents peu familiers du numérique.

Ces objectifs sont mesurables à travers :

- un **taux d'adoption cible de 20 utilisateurs actifs** durant la phase bêta ;
- une **diminution de 50% des relances manuelles** dans les deux premiers mois ;
- un **niveau de satisfaction de 90%** sur le questionnaire de fin de bêta.

Objectifs techniques

Les objectifs techniques définissent le cadre technologique et les exigences de qualité logicielle :

- **Concevoir une architecture trois-tiers scalable** : Frontend (Next.js / React), API backend (Node.js / Nest.js) et base de données (PostgreSQL complété par MongoDB pour certains usages analytiques).
- **Mettre en place une authentification sécurisée** reposant sur JWT, cookies HttpOnly et un contrôle des accès par rôle (RBAC), en conformité avec les bonnes pratiques et le RGPD.
- **Assurer des performances maîtrisées** : disponibilité cible de 99 % en bêta et temps de réponse moyen inférieur à 300 ms pour 95 % des requêtes.
- **Intégrer des mécanismes de robustesse** : sauvegardes régulières, monitoring (logs MongoDB), journalisation des actions sensibles et préparation à l'isolation multi-tenant pour une future évolution multi-clubs.

Objectifs pédagogiques (CDA)

Le projet s'inscrit dans le cadre du titre *Concepteur Développeur d'Applications*. Il constitue une mise en situation professionnelle complète permettant de mobiliser l'ensemble des compétences visées :

- **Mettre en œuvre l'ensemble des compétences du titre CDA** dans un contexte réel : analyse, conception, développement, sécurisation, documentation.
- **Concevoir et documenter une architecture complète** : modèles de données (MCD/MLD), user stories, diagrammes, backlog, documentation API, CI/CD.

- **Développer et déployer une application sécurisée** incluant une gestion avancée des rôles et du traitement des données personnelles.
- **Interagir avec un client associatif réel** (club pilote), recueillir ses besoins, intégrer ses retours et adapter le développement en continu.

Ces objectifs forment un socle cohérent aligné avec les contraintes du projet (ressource unique, disponibilité limitée du comité, environnement associatif bénévole) et garantissent une base solide pour l'évolution future du produit.

2.2 Cibles et parties prenantes

Cette section identifie les différents types d'utilisateurs finaux de l'application ainsi que les parties prenantes impliquées dans le projet. Elle constitue une base essentielle pour comprendre les besoins, les contraintes et l'influence de chaque acteur sur l'évolution de la solution.

Types d'utilisateurs

Les utilisateurs du système se répartissent en quatre grandes catégories. Cette classification présente les rôles et usages principaux sans entrer dans le détail, lequel est développé dans les personae qui suivent.

1. Nouveau utilisateur / sans club

Personne souhaitant découvrir la plongée ou rejoindre un club FFESSM. Premiers usages : création de compte, recherche de club, demande d'inscription.

2. Adhérent (pratiquant plongée / apnée)

Licencié FFESSM, utilise l'application pour s'inscrire aux activités et les payer, gérer son certificat médical.

3. Moniteur / encadrant

Encadrant FFESSM, responsable de l'organisation, du contrôle des certificats et du déroulement des activités.

4. Membre du comité directeur

Président, trésorier, secrétaire ou responsable administratif. Supervise les adhésions, paiements, validations et données du club.

Personae détaillés

Les personae permettent de représenter plus finement des profils représentatifs des utilisateurs réels, en intégrant leurs motivations, irritants, comportements et besoins spécifiques. Deux personae ont été définis pour guider les choix de conception.

Persona 1 — Marc, 52 ans, Adhérent régulier (plongée bouteille)

Profil : Marc est adhérent depuis 7 ans dans un club FFESSM. Il travaille dans le bâtiment et utilise peu les outils numériques. Il consulte son téléphone surtout pour ses mails et WhatsApp. Il participe régulièrement aux sorties techniques et aux entraînements piscine.

Motivations :

- S'inscrire facilement aux entraînements et sorties.
- Avoir un suivi clair de son certificat médical.
- Payer facilement depuis son téléphone les sorties.

Frustrations / irritants :

- Difficulté à retrouver les informations éparpillées (Drive, mails, PDF).

- Manque d'indications sur les étapes à suivre pour certaines démarches.
- Perte de temps lorsqu'il n'arrive pas à s'inscrire ou que son certificat n'est pas à jour.

Besoins numériques :

- Interface simple, lisible, mobile-first.
- Parcours guidé pour l'inscription aux événements.
- Notifications claires en cas de certificat expiré ou dossier incomplet.

Objectifs personnels :

- Pratiquer la plongée sans stress administratif.
- Pouvoir s'inscrire rapidement et ne rien oublier.
- Être autonome, même sans grande maîtrise informatique.

Persona 2 – Sophie, 38 ans, Encadrante (E2) et membre du comité

Profil : Sophie est monitrice fédérale (E2) et membre du comité depuis 3 ans. Elle organise chaque mois des sorties techniques, gère les validations de certificats et les listes d'inscrits. Elle utilise régulièrement son ordinateur et son smartphone, et recherche de l'efficacité.

Motivations :

- Gagner du temps dans la gestion administrative du club.
- Suivre en un coup d'œil les certificats, paiements et inscriptions.
- Avoir un outil fiable pour éviter les erreurs critiques lors des sorties.

Frustrations / irritants :

- Qualité et fiabilité inégales des documents envoyés (PDF, photos).
- Dossiers incomplets, certificats expirés, relances manuelles répétitives.
- Outils dispersés rendant difficile la coordination entre encadrants.

Besoins numériques :

- Tableau de bord clair pour suivre les adhérents et leurs statuts.
- Centralisation des certificats, inscriptions et paiements.
- Filtrage, notifications automatiques et système anti-erreur.

Objectifs professionnels :

- Assurer la sécurité des pratiquants.
- Réduire le temps administratif pour se concentrer sur l'encadrement.
- Avoir un outil fiable pour la coordination avec le comité.

Parties prenantes : analyse influence / intérêt

La réussite du projet Diving O Club dépend de différentes parties prenantes ayant des niveaux d'influence et d'intérêt variés. Leur identification permet d'adapter la stratégie d'implication et de communication tout au long du projet.

Liste des parties prenantes

- **Adhérents** : utilisateurs finaux, concernés par la simplicité d'usage et la clarté des parcours.
- **Moniteurs / encadrants** : acteurs opérationnels dont l'usage quotidien conditionne l'adoption interne.
- **Comité directeur** : décideurs métier, garants de la conformité et des priorités internes.
- **Développeur** : responsable technique du projet, conception, qualité, sécurité et maintenance.
- **HelloAsso** : service tiers pour les paiements en ligne, intégré au fonctionnement administratif.

Analyse influence / intérêt

Cette analyse permet d'identifier les acteurs stratégiques et de hiérarchiser les besoins :

- **Forte influence, fort intérêt** : comité directeur, développeur. Ils orientent les priorités, arbitrent le MVP et conditionnent la qualité finale.
- **Influence moyenne, intérêt élevé** : moniteurs / encadrants. Ils influencent directement l'usage sur le terrain et l'adéquation aux pratiques du club.
- **Faible influence, intérêt moyen / élevé** : adhérents. Leur satisfaction détermine l'adoption à long terme, en particulier sur le mobile-first.
- **Influence faible, intérêt moyen** : HelloAsso. Fournit un service critique (paiements), mais sans impact direct sur la stratégie.

Impact sur le périmètre du MVP

L'analyse des parties prenantes permet également de définir avec précision les fonctionnalités qui doivent impérativement figurer dans le MVP. Les besoins critiques du comité directeur (certificats, paiements, inscriptions) et les irritants majeurs identifiés chez les adhérents (parcours complexe, manque de centralisation) ont orienté les priorités suivantes :

- parcours d'inscription simplifié pour les adhérents ;
- centralisation certificats–paiements–inscriptions pour le comité ;
- visibilité immédiate des inscrits et des documents pour les encadrants.

Ainsi, le MVP se concentre uniquement sur les modules apportant une valeur directe aux parties prenantes clés : authentification, gestion des activités, inscriptions, certificats médicaux et synchronisation des paiements.

Tableau d'analyse des parties prenantes

Partie prenante	Intérêt pour le projet	Influence	Commentaire
Comité directeur	Très élevé	Très élevé	Définit les priorités métier, valide les choix stratégiques.
Moniteurs / encadrants	Élevé	Moyen	Leur usage quotidien conditionne l'adoption opérationnelle.
Adhérents	Moyen	Faible	Leur expérience utilisateur détermine la satisfaction à long terme.
Développeur (Kevin)	Très élevé	Élevé	Garantit qualité technique, sécurité et livraison dans les délais.
HelloAsso	Moyen	Faible	Service indispensable au paiement, doit être surveillé.

Matrice pouvoir / intérêt et stratégies associées

La matrice pouvoir / intérêt permet de définir une stratégie d'implication adaptée à chacune des parties prenantes.

Partie prenante	Pouvoir	Intérêt	Stratégie de gestion
Comité directeur	Élevé	Élevé	Impliquer de près : revues bimensuelles, arbitrage des priorités, validation des étapes.
Moniteurs / encadrants	Moyen	Élevé	Consulter régulièrement : tests mensuels, retours sur l'ergonomie et les parcours.
Adhérents	Faible	Moyen	Informier : parcours guidé, interface simple, tutoriels, feedback utilisateur en continu.
HelloAsso	Faible	Moyen	Surveiller : tests sandbox, plans de reprise en cas d'incident, monitoring des paiements.

Risques liés aux parties prenantes

L'analyse met également en lumière plusieurs risques qui peuvent impacter l'adoption du produit :

- **Adhérents peu technophiles** : risque de non-adoption si l'interface n'est pas suffisamment simple et mobile-first.
- **Encadrants surchargés** : faible disponibilité pour tester ou remonter des retours, ce qui peut ralentir l'itération.
- **Comité directeur** : risque de surcharge administrative si la synchronisation paiements-inscriptions n'est pas fiable.
- **HelloAsso** : dépendance externe ; un changement d'API ou une indisponibilité peut bloquer certaines opérations.

La roadmap et le périmètre du MVP intègrent ces risques afin de garantir une adoption progressive, sécurisée et réaliste au sein du club pilote.

Conclusion

Cette analyse garantit une communication adaptée et une prise en compte fine des besoins des différents acteurs. Elle permet d'ajuster le périmètre du MVP, de construire une roadmap cohérente et d'assurer une adoption optimale par les utilisateurs stratégiques du club.

2.3 Exigences fonctionnelles

2.3.1 Fonctionnalités « Front Office »

Front Office :

- Création de compte / authentification
- Création d'un club : un utilisateur peut proposer un nouveau club, qui sera placé en « attente de validation ».
- Suivi du statut de validation du club (en attente / validé / refusé).
- Gestion du profil utilisateur (coordonnées, licence, certificat médical)
- Calendrier des événements (consultation et inscription / modification / annulation)
- Paiement en ligne via HelloAsso pour les événements payants
- Campagne d'adhésion (cotisation) : formulaire HelloAsso, ajout au **panier**, paiement et attestation
- Panier (événements *et* items boutique/adhésion) : visualisation, suppression, paiement
- Panier pour consulter la liste des activités qu'il reste à payer
- Consultation de l'historique personnel (inscriptions, paiements, historique, certificats)
- Accès à la page du club

2.3.2 Fonctionnalités « Back Office »

Back Office :

- Gestion des utilisateurs (invitation, modification de profil, désactivation)
- Gestion des rôles (adhérent / moniteur / comité directeur / administrateur du club)
- Gestion des clubs :
 - validation des clubs nouvellement créés (admin technique)
 - attribution automatique du rôle « administrateur du club » au créateur
 - modification des informations du club
- Gestion des événements (création, modification, suppression, capacité, tarifs, règles)
- Validation des certificats médicaux
- Suivi des inscriptions (confirmées / annulées)
- Suivi des paiements (via HelloAsso + marquage manuel si besoin pour règlement par espèces ou chèque)
- Configuration du club (informations, page publique, visuels)

Spécification des fonctionnalités par couche

Cette section détaille les fonctionnalités du MVP en les répartissant entre les trois couches de l'architecture : **front-end**, **back-end** et **API REST**. Cette structuration permet de clarifier les responsabilités de chaque couche et de garantir une cohérence entre interface, logique métier et points d'accès.

Couche	Fonctionnalité	Détails / critères	API
Front	Authentification	Formulaire email + mot de passe, messages d'erreur, redirection tableau de bord	POST /auth/login
Front	Inscription	Formulaire nom, email, mot de passe (avec confirmation) ; validations côté client	POST /auth/register
Front	Création de club	Formulaire nom + email ; configuration initiale ; validation client	POST /clubs
Front	Recherche de club	Champ de recherche, liste filtrée, suggestions, affichage rapide	GET /clubs?search=
Front	Page d'un club	Affichage nom, description, encadrants, activités ; bouton "Rejoindre le club"	GET /clubs/:id
Back	Gestion clubs	Création tenant, assignation rôle owner, validations métier, récupération des infos club	GET /clubs/:id
API	Liste des clubs	Renvoie les clubs, avec filtre, tri et pagination	GET /clubs
Back	Gestion des rôles	Attribution des rôles, contrôle d'accès aux routes, journaux d'accès	(interne)
Back	Création d'événement	CRUD événement ; affichage dans le calendrier ; contrôles métier	GET /events, POST /events, PATCH /events/:id
Front	Inscription à un événement	Bouton actif si certificat valide et places disponibles ; messages d'état	POST /registrations
API	Paiements HelloAsso	Réception webhook ; état payé/non payé ; id transaction stocké	POST /webhooks/helloasso
Back	Certificat médical	Upload ; statuts en attente / validé / refusé ; historique des vérifications	POST /certificates, PATCH /certificates/:id/status
Front	Notifications	Bannières d'alerte et emails transactionnels ; préférences utilisateur	POST /notifications/test
Back	Administration minimale	Liste inscrits, validations, filtres, export simplifié	GET /admin/overview

User stories (format normé)

Les besoins fonctionnels du projet sont exprimés sous forme de **User Stories**, selon la structure standardisée issue des pratiques Agile :

En tant que [rôle], je veux [objectif] afin de [bénéfice].

Ce format unifié garantit une compréhension partagée entre les profils métier et techniques. Toutes les User Stories du projet sont rédigées selon cette norme et organisées dans GitHub Project (backlog complet : EPIC → US → tâches).

Exemple de User Story détaillée (US-00)

US-00 — Création de compte utilisateur

User Story

En tant qu'**utilisateur externe non inscrit**, je veux créer un compte via un formulaire simple (nom, email, mot de passe) afin d'accéder à mon espace personnel et rejoindre ou créer un club.

Critères d'acceptation (format Gherkin)

Scenario: Inscription réussie

Given un utilisateur non inscrit

When il saisit un nom, un email valide et un mot de passe sécurisé

Then son compte est créé

And il est automatiquement authentifié

And il est redirigé vers son tableau de bord

Scenario: Email déjà utilisé

Given un utilisateur non inscrit

When il saisit un email déjà existant

Then un message "Email déjà utilisé" apparaît

And la création est refusée

Scenario: Mot de passe invalide

Given un utilisateur non inscrit

When il saisit un mot de passe ne respectant pas la politique

Then un message d'erreur apparaît

Backend :

- Endpoint POST /auth/register
- Validation DTO (email unique, règles mot de passe)
- Hash bcrypt
- Création utilisateur en base
- Génération des tokens (access + refresh)
- Réponse JSON + refresh token en cookie httpOnly

Frontend :

- Formulaire (nom, email, mot de passe, confirmation)
- Validation en direct
- Affichage des erreurs
- Redirection tableau de bord

User Stories du MVP

L'ensemble des User Stories (US-01 à US-08) suivantes sont rédigées sur le même format normé et détaillées dans le **GitHub Project du MVP**. Elles couvrent :

- **US-01** : Connexion
 - **US-02** : Création d'événement
 - **US-03** : Inscription à une activité
 - **US-04** : Gestion du certificat médical
 - **US-05** : Paiement via HelloAsso
 - **US-06** : Suivi administratif minimal
 - **US-07** : Création de club
 - **US-08** : Validation d'un club par l'admin technique
- Chacune comporte :
- une formulation standardisée "En tant que... je veux... afin de...",
 - des critères d'acceptation Gherkin,
 - et un découpage technique associé (tâches Backend/Frontend).

Mesure d'impact par fonctionnalité

Chaque fonctionnalité du MVP est associée à un indicateur mesurable (KPI) permettant d'évaluer son impact réel sur l'organisation du club pilote. Ces indicateurs complètent les objectifs SMART et permettent un suivi opérationnel concret.

Fonctionnalité	KPI associé	Méthode de mesure
Authentification / création de compte	Taux de complétion du parcours	Logs de création de compte ; % d'utilisateurs allant jusqu'à la fin du formulaire.
Création / gestion des clubs	Nombre de clubs créés dans le mois suivant la Beta	Analyse des enregistrements Club et des rôles associés.
Inscriptions aux événements	Taux d'inscriptions enregistrées via la plateforme (>80%)	Comparaison inscriptions plateforme vs listes WhatsApp/Excel.
Certificats médicaux	Réduction des certificats expirés non détectés (objectif : -70%)	Logs de validation, indicateurs avant/après déploiement.
Synchronisation HelloAsso	Taux d'erreurs dans la correspondance paiement/inscription (objectif : <5%)	Analyse journalière des statuts paiement vs inscription.
Calendrier / événements	Nombre de connexions au calendrier et inscriptions issues du planning	Statistiques d'affichage /events et des clics sur "S'inscrire".
Administration comité	Réduction du temps administratif hebdomadaire (objectif : -50%)	Auto-déclaration + mesure du temps passé avant/après via journal hebdo.

Ces indicateurs permettent d'évaluer objectivement l'impact du MVP sur le fonctionnement du club pilote et d'orienter les priorités pour la version Beta et la V1.

2.3.3 Découpage Front / Back (fonctionnalités clés)

Fonction	Front (Next.js/React)	Back (Nest.js)
Auth / Sessions	Formulaires, états UI, garder routes	Endpoints /login, /refresh, /logout; JWT, cookies httpOnly
Événements	Liste, détail, formulaires CRUD	Endpoints /events (CRUD), règles capacité
Inscriptions	Bouton s'inscrire/annuler, vues perso	/registrations, contrôle certificat-capacité
Certificats	Upload, aperçu statut	/certificates (upload, statut), validations comité
Paiements	Redirection, retour statut	Webhooks/retour HelloAsso, persistance statut
Admin minimal	UI listes (users, events, validations)	Endpoints admin sécurisés + logs

2.3.4 L'utilisateur (public)

Les types d'utilisateurs : Rôles et permissions utilisateurs :

- **Utilisateurs sans club (externes)** : peuvent compléter leur profil, créer un club, rechercher et voir les clubs, faire une demande pour rejoindre un club, ajouter leur certificat médical, consulter leur panier et leur historique de paiement.
- **Adhérents (internes)** : participent aux activités du club, accèdent au calendrier, s'inscrivent et paient en ligne.

- **Moniteurs (internes opérationnels)** : consultent les inscrits, contrôlent les certificats et gèrent les événements.
- **Comité directeur (administrateurs métier)** : gèrent les utilisateurs, les paiements, les documents administratifs et valident les certificats médicaux.
- **Développeur / administrateur technique** : gère la configuration technique, la sécurité, les mises à jour et la maintenance de l'application.

2.3.5 Confidentialité

L'application Diving O Club traite des **données à caractère personnel** dans le cadre du fonctionnement des clubs FFESSM. Elle applique strictement les principes du **RGPD** : minimisation, finalité déterminée et explicite, transparence, limitation de la durée de conservation, sécurité renforcée et respect des droits utilisateurs (*accès, rectification, suppression*).

Exigences de confidentialité et conformité RGPD

Le projet respecte les obligations de protection des données : **chiffrement, journalisation, contrôle d'accès (RBAC), chiffrement en transit via HTTPS** et conservation limitée. Le tableau ci-dessous récapitule les données traitées dans le MVP, leur finalité, leur base légale et les mesures de sécurité associées.

Données collectées	Finalité	Base légale	Durée de conservation	Mesures de sécurité
Nom, prénom, email	Création du compte adhérent; communication interne du club	Exécution du contrat / intérêt légitime	Suppression 12 mois après inactivité ou demande de l'utilisateur	Stockage chiffré, accès restreint, journalisation des accès
Mot de passe (hashé)	Authentification et contrôle des accès	Exécution contrat	Suppression immédiate à la suppression du compte	Hash bcrypt, aucune donnée en clair, politiques de mot de passe fortes
Certificat médical (PDF/JPG)	Vérification obligatoire de l'aptitude à la pratique	Obligation réglementaire / sécurité des personnes	1 an après expiration du certificat ou suppression du compte	Stockage restreint, accès comité/encadrants uniquement, logs de consultation
Historique d'inscriptions aux événements	Gestion des activités et traçabilité interne	Intérêt légitime du club	3 ans (obligations associatives standard)	Sécurisation DB, contrôle RBAC, journalisation
Paiements HelloAsso (références, statuts)	Synchronisation paiement / inscription; justificatifs comptables	Obligation comptable / exécution du contrat	10 ans (obligation comptable)	Webhook sécurisé, vérification de signature, logs anti-fraude
Logs d'accès (dates, IP approximative, actions)	Sécurité, détection d'anomalies, audit	Intérêt légitime (sécurité)	6 mois (conformément recommandations CNIL)	Stockage séparé, rotation, analyses d'accès suspects

Ces exigences garantissent la conformité du MVP et constituent une base pour le **registre des traitements** et la future documentation DPO.

2.3.6 Droits d'accès

Droits d'accès :

2.3.7 Authentification

Système d'authentification :

Table 2.1 – Matrice de permissions par rôle — Diving O Club

Fonctionnalité / Action	Adhérent	Moniteur	Comité directeur	Admin technique
Créer un compte / se connecter	V	V	V	—
Modifier son profil	V	V	V	—
Voir le calendrier des événements	V	V	V	—
S'inscrire / annuler une inscription	V	V	V	—
Payer via HelloAsso	V	V	V	—
Uploader un certificat médical	V	V	V	—
Valider / refuser certificats	Lecture	Lecture	V (validation)	—
Créer / modifier / supprimer un événement	X	V	V	—
Consulter les participants	V	V	V	—
Gérer les utilisateurs (ajout / rôle / désactivation)	X	X	V	—
Suivi des paiements et statut	X	X	V	—
Configuration du club / documents internes	X	X	V	—
Paramètres techniques / intégrations / logs	X	X	X	V

Authentification et sécurité :

- **Connexion** : par email et mot de passe, avec validation des identifiants et contrôle de format (mot de passe conforme à une politique de sécurité via REGEX).
- **Sessions** : authentification stateless via JWT d'accès à durée courte, renouvelé par un refresh token stocké en cookie sécurisé (`httpOnly`). Expiration automatique et révocation en cas de déconnexion ou de réinitialisation.
- **Sécurité des comptes** :
 - mots de passe hachés (`bcrypt`)
 - protection anti-bruteforce
 - possibilité future d'ajouter une authentification à deux facteurs (2FA)
- **Récupération de compte** : procédure par email sécurisé (lien signé à expiration limitée), invalidation des anciennes sessions et limitation de l'utilisation du lien.
- **Autorisation par rôle** : accès conditionné par le rôle (adhérent / moniteur / comité directeur), contrôle des droits effectué côté back-end sur chaque route sensible.

2.4 Exigences et choix techniques

2.4.1 Exigences

- **Performance** : Temps de réponse moyen < 300 ms sur les endpoints critiques (authentification, événements, inscriptions, paiements) ; support d'au moins 100 utilisateurs simultanés par club.
- **Sécurité** : HTTPS obligatoire, mots de passe hachés (`bcrypt`), authentification JWT (accès + refresh `httpOnly`), contrôle d'accès basé sur les rôles (RBAC), journalisation des actions sensibles (certificats, paiements, création/gestion de club).
- **Disponibilité & résilience** : Objectif de 99% d'uptime en phase bêta, sauvegardes régulières de la base PostgreSQL, reprise possible en cas d'échec de paiement HelloAsso.

- **Scalabilité** : Architecture trois-tiers (Front Next.js / Back Nest.js / Base de données), découpée et multi-tenant (`club_id`) ; possibilité d'ajouter de nouveaux clubs sans refonte structurelle.
- **Maintenabilité** : Code organisé par modules (Nest.js), services, contrôleurs, DTOs, validation côté serveur (Pipes), documentation OpenAPI et pipeline CI/CD avec tests automatisés.
- **Confidentialité & conformité** : Données sensibles chiffrées, contrôle d'accès strict, conformité RGPD (consentement, droit d'accès, droit à l'effacement, limitation des données collectées).

2.4.2 Choix

Les choix techniques et leurs justifications objectives sont consignés dans le fichier DECISIONS.md du dépôt. Chaque entrée précise contexte, alternatives et critères de mesure.

Analyse des alternatives techniques

Au-delà du tableau comparatif ci-dessus, plusieurs solutions alternatives ont été étudiées afin d'évaluer leur pertinence pour un projet associatif multi-tenant et conforme aux exigences définies (performance, RGPD, maintenabilité, coûts).

Backend / BaaS. Des services managés comme **Firebase** ou **Supabase** ont été envisagés pour accélérer le développement. Ils ont été écartés pour éviter le *lock-in* fournisseur, les coûts variables d'usage, et les limites de requêtage (Firestore peu adapté aux relations complexes : inscriptions, certificats, paiements). Nest.js permet au contraire une maîtrise totale de la structure, des règles de sécurité (guards RBAC) et du schéma multi-tenant.

Base de données. MySQL et Firestore ont été analysés comme alternatives à PostgreSQL. MySQL a été écarté en raison d'un support moins riche pour les contraintes d'intégrité avancées (nécessaires pour la cohérence événements/inscriptions/paiements). Firestore a été écarté pour ses limitations en transactions complexes et pour la difficulté à garantir la cohérence métier d'un club sportif. PostgreSQL s'est imposé pour sa robustesse OLTP et son outillage mature.

Journalisation. La journalisation dans **PostgreSQL JSONB** a été envisagée mais non retenue, afin de ne pas mélanger charge métier et volumétrie des logs. Des solutions lourdes comme ELK ont été écartées par souci de simplicité opérationnelle. **MongoDB** offre un bon compromis léger, souple et indépendant.

Paiement. Des solutions plus génériques comme **Stripe** ont été étudiées, mais **HelloAsso** s'est révélé plus adapté au contexte associatif français : gestion des campagnes d'adhésion, reçus automatiques, conformité aux pratiques des clubs FFESSM.

Authentification. Des solutions tierces (Auth0, Firebase Auth, Clerk) n'ont pas été retenues pour des raisons de coût, de dépendance et de contrôle limité sur les jetons. Les **sessions serveur** ont également été envisagées mais rejetées au profit d'un modèle **JWT + refresh httpOnly**, plus simple à scaler et mieux adapté à un front Next.js.

Cette analyse garantit que les choix retenus ne sont pas arbitraires mais fondés sur une évaluation comparative cohérente avec les contraintes du projet et du contexte associatif.

Frontend — Next.js / React (mobile-first)

- **Pourquoi Next.js ?** Framework complet, support SSR/SSG si nécessaire, très bon support PWA, performances optimisées, composants réutilisables, accessibilité accrue.
- **Alternatives envisagées** : React seul (moins structuré, moins scalable).
- **Impact exigences** : Parcours mobile-first fluide pour publics non technophiles, interface optimisée, itérations rapides.

Backend — Node.js / Nest.js

- **Pourquoi Nest.js ?** Architecture modulaire (modules, services, contrôleurs), fortement typée, maintenable, testable ; logique métier centralisée dans les services ; DTOs et pipes de validation ; guards intégrés pour le RBAC.
- **Alternatives :** Express (plus léger mais moins structuré pour un projet de cette taille).
- **Impact exigences :** Temps de réponse < 300ms, validation stricte côté serveur, sécurité renforcée, maintenance facilitée.

Données — PostgreSQL + MongoDB (hybride)

- **PostgreSQL (données métiers) :** Cohérence transactionnelle (inscriptions, paiements, certificats, clubs, rôles), intégrité référentielle, relations claires.
- **MongoDB (logs / traçabilité) :** Stockage flexible pour journaux, audit trail, rapports et snapshots.
- **Pourquoi deux bases ?** Optimisation selon le type de données : OLTP relationnel (PostgreSQL) + logs/documentation (MongoDB).
- **Impact exigences :** Séparation des charges, meilleure scalabilité multi-club, performance sur les écritures.

Comparatif synthétique (alternatives considérées)

Le tableau ci-dessous présente les choix techniques retenus, les principales alternatives envisagées, ainsi que la justification de la décision. Ce comparatif répond aux exigences du référentiel RNCP concernant l'analyse des alternatives.

Choix retenu	Alternative	Justification du choix	Pourquoi l'alternative n'a pas été retenue
PostgreSQL	MySQL	Meilleure gestion des types avancés (JSONB, géodonnées), contraintes fortes et transactions.	Support plus limité des relations complexes ; moins adapté au futur module « spots de plongée ».
Nest.js (Node)	Express.js	Architecture modulaire, sécurisée, testable, inspirée d'Ecto (expérience Phoenix).	Express requiert beaucoup de « plomberie », pas de structure native, dette technique plus forte.
Next.js (React)	React seul	Framework structuré, SSR/ISR, PWA-ready, meilleures performances et SEO.	Moins structuré, nécessiterait de réimplémenter du routing et de la sécurité.
MongoDB	Firestore	Flexible pour les logs, coûts maîtrisés, intégration simple Node.js.	Coûts variables, verrou fournisseur, limites transactionnelles sur Firestore.
HelloAsso	Stripe	Solution gratuite, optimisée pour les associations françaises FFESSM.	Frais Stripe, complexité comptable, moins aligné avec les pratiques des clubs.
JWT + refresh	Sessions serveur	Stateless, scalable, idéal pour Next.js + API Nest.	Sessions server-side compliquent la scalabilité (sticky sessions).

Analyse des alternatives techniques

Le choix des technologies retenues pour Diving O Club a été précédé d'une évaluation objective d'alternatives. Le tableau précédent synthétise les options étudiées, ainsi que les critères qui ont conduit à retenir les solutions finales. Les décisions ont été motivées par la maintenabilité, la sécurité, la conformité RGPD, la scalabilité et l'adéquation au contexte associatif.

Frontend : Next.js + React vs React seul React seul aurait simplifié l'architecture (SPA), mais l'absence de SSR/ISR, de routing structuré et d'optimisations intégrées aurait complexifié le développement long terme. Next.js apporte un cadre plus robuste, une meilleure performance perçue et une architecture mieux adaptée à un projet évolutif.

Backend : Nest.js vs Express.js Express est minimal et rapide à mettre en place, mais impose de structurer manuellement l'ensemble de l'application (middleware, validation, architecture). Pour un projet multi-tenant avec logique métier complexe, Nest.js offre un cadre beaucoup plus sûr et modulaire (DI, modules, pipes, guards), réduisant la dette technique et les risques de sécurité.

Base de données métier : PostgreSQL vs MySQL MySQL a été envisagé, mais PostgreSQL offre des garanties plus fortes en termes de contraintes relationnelles, de typage, de transactions et de gestion avancée du JSON (JSONB). Ces caractéristiques sont indispensables pour gérer les relations clubs → événements → inscriptions → certificats.

Logs et audit : MongoDB vs PostgreSQL JSONB Stocker les logs dans PostgreSQL était possible, mais aurait pénalisé les performances de la base métier. MongoDB permet une grande flexibilité dans la structure des journaux (schémas variables), un volume important d'écritures et une séparation claire entre données critiques et données techniques (audit RGPD).

Paiement : HelloAsso vs Stripe Stripe est plus complet mais non optimisé pour les associations françaises (part commissions, justificatifs fiscaux, modèle légal). HelloAsso fournit un flux parfaitement adapté au contexte associatif, sans frais et avec un écosystème pensé pour le bénévolat et les clubs.

Authentification : JWT + refresh vs sessions serveur Les sessions côté serveur auraient simplifié la logique, mais auraient posé des contraintes de scalabilité (stockage d'état, sticky sessions). Le couple JWT + refresh httpOnly permet une architecture stateless plus adaptée au front-end Next.js, tout en assurant une sécurité renforcée via rotation des tokens et séparation accès/refresh.

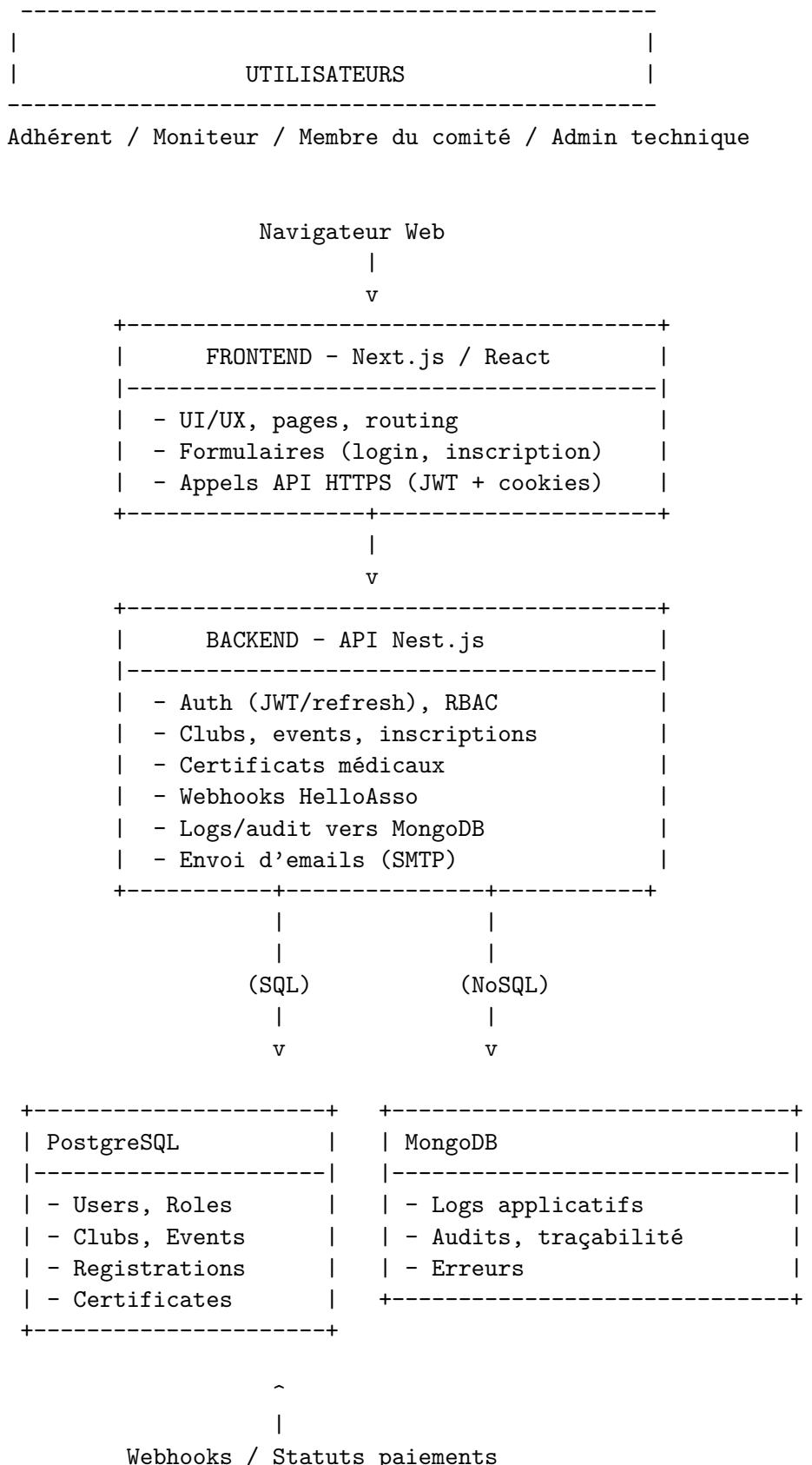
Authentification & sécurité

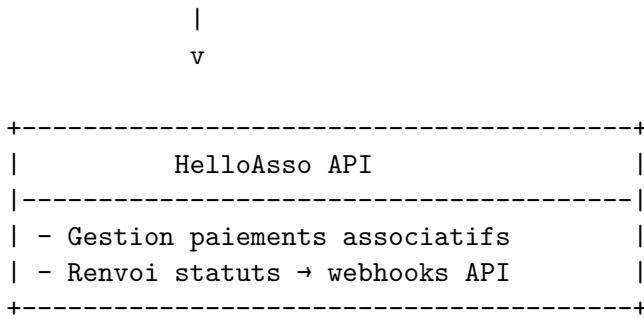
- JWT accès + refresh cookie httpOnly
- RBAC (adhérent / moniteur / comité / admin du club / admin technique)
- Hash bcrypt, rate limiting, CORS/TLS, guards Nest.js
- Contrôles de validation via DTO + Pipes
- **Pourquoi ?** Standards éprouvés, sécurisés, testables dans CI/CD.

Architecture 3-tiers — responsabilités & flux

```
[Client Web Next.js/React]
  | HTTPS (JWT accès + cookie refresh httpOnly)
  v
[API Node/Nest.js]
  |-- RBAC, validation DTO/Pipes, logs Mongo
  |-- Intégrations: HelloAsso
  v
[PostgreSQL]  (users, roles, clubs, events, registrations, payments, certificates)
[MongoDB]      (logs, traçabilité, audits, snapshots)
```

Modèle C4 — Niveau Container (Vue des principaux blocs exécutables)





Paiements — HelloAsso

- **Pourquoi ?** Solution dédiée aux associations françaises, reçus automatiques, workflow paiements simple.
- **Alternatives :** Stripe (plus générique, moins adapté aux clubs FFESSM).

Scalabilité & évolutivité

- Multi-tenant via `club_id`
- Cache applicatif (post-MVP)
- Extensions prévues : 2FA, carnet de suivi, boutique plus complète, évolution Next.js SSR

Maintenabilité & qualité

- Modules Nest.js (users, auth, clubs, events, payments, certificates)
- Tests API des endpoints critiques
- Linting / formatage / documentation OpenAPI
- Pipeline CI/CD (tests → build → déploiement)

2.5 Définition du MVP

Méthode de priorisation MoSCoW

Afin de définir le périmètre fonctionnel prioritaire, la méthode MoSCoW a été utilisée. Cette approche, couramment utilisée en gestion de projet agile, permet de classer les fonctionnalités selon leur niveau de criticité pour la première version du produit.

Les priorités ont été établies en tenant compte :

- des besoins réels identifiés auprès du club de plongée (entretiens avec le président, les moniteurs et les adhérents)
- des contraintes associatives (bénévolat, temps limité, simplicité d'usage)
- des objectifs métier (réduction de la charge administrative, fiabilité du suivi)
- des capacités de développement dans le cadre du projet CDA (une seule ressource, planning défini)

Cette analyse garantit que la première version (MVP) se concentre uniquement sur les fonctionnalités indispensables à l'utilisation opérationnelle du système en conditions réelles, à savoir créer un compte, se connecter, rechercher un club et afficher la page du club.

Must Have

Fonctionnalité	Justification / Raison du classement
Authentification et rôles (adhérent / moniteur / comité)	Condition indispensable pour accéder aux données personnalisées et au multi-tenant. Bloque toutes les autres fonctionnalités.
Création de club par un utilisateur externe	Prérequis fondamental : sans club créé, aucune gestion d'adhérents, d'événements ou de certificats n'est possible.
Gestion des adhérents	Fonction coeur du projet. Sans elle, aucun suivi ni inscription possible. Valeur utilisateur immédiate.
Gestion des événements (création, édition, calendrier)	Fonction essentielle au fonctionnement du club : toute l'organisation repose sur ce module.
Inscriptions aux événements	Indispensable pour permettre aux adhérents de participer aux activités. Forte valeur utilisateur.
Paiements avec HelloAsso	Nécessaire pour automatiser les activités payantes et réduire les erreurs de gestion.
Gestion des certificats médicaux (upload + validation)	Exigence légale pour la pratique de la plongée. Priorité réglementaire incontournable.

Should Have

Fonctionnalité	Justification / Raison du classement
Emails / notifications automatiques	Réduction des relances manuelles. Améliore le confort du comité mais non bloquant pour la V1.
Tableau de bord simplifié (suivi inscriptions / paiements / validations)	Apporte de la visibilité et facilite la gestion interne, mais le fonctionnement de base reste possible sans.

Could Have

Fonctionnalité	Justification / Raison du classement
Gestion du matériel du club	Fonction utile mais non critique pour le fonctionnement administratifs des activités. Peut être reportée.
Carnet de suivi numérique	Valeur ajoutée pour les adhérents mais hors périmètre prioritaire du CDA et du MVP.

Won't Have

Fonctionnalité	Justification / Raison du classement
Statistiques avancées et exports PDF	Fonctionnalités lourdes et non indispensables pour la V1. Prévu en phase 2.
Intégration FFESSM (structures régionales / départementales)	Hypothèse de travail intéressante mais pas réalisable dans la première version.

Définition du MVP :

MVP — Avril 2026

Le MVP correspond à la première version pleinement fonctionnelle permettant à un club d'utiliser l'application en conditions réelles. Il inclut : l'authentification et les rôles, la création de compte, la **création de club sur demande** (avec **validation manuelle**) et attribution initiale des

droits au créateur), la gestion des événements, les inscriptions (**avec ajout automatique au panier**), la synchronisation des paiements via HelloAsso, ainsi que la gestion de la conformité (*dépôt et validation du certificat médical*). Ce périmètre couvre le module cœur indispensable avant l'intégration du front, des paiements réels et des optimisations prévues entre mai et juin 2026.

Scénarios essentiels du MVP :

1. Connexion utilisateur et gestion de session (accès sécurisé par rôle : adhérent / moniteur / comité)
2. Consultation du calendrier des événements (liste, détails, capacité, conditions d'accès)
3. Inscription et annulation à un événement (blocage si certificat absent ou expiré)
4. Paiement via HelloAsso pour les événements payants (statut de paiement synchronisé côté back-end)
5. Gestion administrative de base côté comité :
 - création / modification d'un événement
 - validation ou refus d'un certificat médical
 - suivi des inscrits et statuts de paiement

Critères de succès du MVP :

- L'ensemble des scénarios listés est utilisable sans support par au moins 20 membres du club testeur
- Réduction mesurée d'au moins 50% des relances administratives manuelles habituelles

KPIs produit (mesure d'impact)

- **Réduction des relances admin** : -50% (moyenne hebdo, comité)
- **Adoption bêta** : ≥ 20 utilisateurs actifs/mois (club pilote)
- **Temps moyen d'inscription** : < 2 min (du clic à confirmation)
- **Taux d'abandon paiement** : < 15% sur événements payants
- **Taux d'erreur certificat** : < 5% (uploads invalides/refusés)
- **Perf endpoints critiques** : $p_{95} < 300$ ms (auth, events, register, payment)

Scénarios essentiels & critères d'acceptation (MVP)

Les critères d'acceptation du projet sont rédigés en **syntaxe Gherkin** (*Given / When / Then*), afin d'être **vérifiables, non ambigus et testables**.

- de décrire clairement les comportements attendus ;
- de garantir une compréhension partagée entre les parties prenantes ;
- d'établir des critères d'acceptation objectifs et mesurables ;
- de faciliter l'automatisation future des tests fonctionnels.

Méthode de rédaction des critères d'acceptation

Chaque User Story du projet possède des critères d'acceptation rédigés en **syntaxe Gherkin** (**Given / When / Then**) et documentés dans les **Issues du GitHub Project**. Pour ne pas alourdir ce document, quelques exemples représentatifs sont présentés ci-dessous.

US-01 — Inscription (register) — Critères d'acceptation (Gherkin)

Scenario: Inscription réussie

Given un utilisateur non inscrit

When il poste POST /auth/register avec name, un email valide
et un mot de passe conforme à la politique

Then l'API répond 201 Created avec un corps JSON contenant userId, email, name (sans password)

And un enregistrement User existe en base avec email_verified = false
et created_at non nul

And un email de vérification est envoyé à l'adresse fournie
(événement email.verification.requested loggé)

And aucune session persistante n'est créée tant que l'email n'est pas vérifié
(pas de cookie refresh)

Scenario: Email déjà utilisé

Given un utilisateur non inscrit

When il poste POST /auth/register avec un email déjà existant

Then l'API répond 409 Conflict avec code = "EMAIL_TAKEN"

And aucun nouvel utilisateur n'est créé en base

And aucun email de vérification n'est envoyé

Scenario: Mot de passe invalide

Given un utilisateur non inscrit

When il poste POST /auth/register avec un mot de passe ne respectant pas la politique

Then l'API répond 400 Bad Request avec code = "WEAK_PASSWORD"
et la liste des règles violées

And aucun utilisateur n'est créé

And aucune session ni email n'est générée

Plan de validation utilisateur du MVP

Afin de garantir que le MVP répond aux besoins réels du club et des utilisateurs finaux, une session de validation sera organisée avec un panel représentatif (adhérents, moniteurs, membres du comité). Cette étape permet de tester l'ergonomie, la compréhension des parcours, la cohérence des informations et la fiabilité des fonctionnalités essentielles.

Objectifs de la session de test

- Valider que les parcours principaux (connexion, inscription, certificat, paiement) sont compréhensibles sans assistance.
- Identifier les frictions, incompréhensions ou lenteurs dans l'usage réel.
- Recueillir les retours des utilisateurs afin d'améliorer la version Beta.
- Confirmer que le MVP est utilisable en conditions de club.

Panel utilisateur

- **3 adhérents** dont 1 peu technophile.
- **2 moniteurs / encadrants**.
- **1 membre du comité** (trésorière ou secrétaire).

Fonctionnalités testées

- Connexion / création de compte.

- Consultation du calendrier des plongées.
- Inscription à un événement.
- Upload et validation du certificat médical.
- Paiement HelloAsso et synchronisation du statut.
- Accès au tableau de bord utilisateur.

Scénarios de validation

Les tests suivront un protocole basé sur des scénarios réels :

- **T1** : Un adhérent s'inscrit à une plongée, vérifie la place restante et valide son certificat.
- **T2** : Un moniteur consulte les inscrits, vérifie les certificats et contrôle les paiements.
- **T3** : Un adhérent peu technophile tente de naviguer seul sur le site (mobile-first).
- **T4** : Un membre du comité utilise l'interface d'administration minimale.

Méthode de recueil des feedbacks

- Observation directe (durée, erreurs, blocages).
- Questionnaire de satisfaction court (5 questions fermées + 1 ouverte).
- Notation de l'effort perçu (User Effort Score).
- Compte rendu synthétique intégré dans le GitHub Project (tickets d'amélioration).

Livrables attendus

- Fiche de test complétée pour chaque utilisateur.
- Synthèse des problèmes rencontrés.
- Liste des actions correctives prioritaires (MoSCoW).
- Ajout des améliorations dans le backlog Beta.

Calendrier prévisionnel

- Semaine 1 : Préparation des scénarios et du protocole.
- Semaine 2 : Session de test (2h, club pilote).
- Semaine 3 : Analyse des retours et intégration des correctifs dans la roadmap Beta.

Revue et validation des exigences avec les utilisateurs métier

Dans le cadre du projet, une première **validation réelle des exigences** a été réalisée avec les parties prenantes du club pilote (Aquaclub21). Lors de la réunion du comité directeur du **15 février 2025**, les besoins métier suivants ont été confirmés et priorisés :

- centralisation certificats-paiements-inscriptions ;
- simplification du parcours d'inscription adhérent ;
- visibilité immédiate des inscrits pour les encadrants ;
- importance du mobile-first pour les adhérents peu technophiles.

Un **compte rendu de réunion** (PDF) ainsi qu'une mise à jour du **GitHub Project** (section *Issues → Validation métier*) assurent la traçabilité de cette validation.

Afin de garantir que les fonctionnalités du MVP correspondent fidèlement aux besoins du club, une revue d'exigences sera organisée avec les parties prenantes métier (comité directeur, moniteurs, adhérents représentatifs). Cette revue permet de valider collectivement le périmètre, les priorités et les critères d'acceptation avant le développement.

Objectifs de la revue

- Vérifier que les exigences fonctionnelles couvrent bien les besoins du club.
- Identifier les oubliés, ambiguïtés ou conflits entre exigences.
- Aligner les priorités (MoSCoW) avec les utilisateurs métier.
- Confirmer la cohérence entre le MVP, les user stories et les parcours utilisateurs.

Participants

- 1 à 2 membres du comité (président / trésorière).
- 1 moniteur encadrant (usage opérationnel terrain).
- 1 adhérent représentatif (peu technophile).
- Développeur / porteur du projet (facilitateur).

Déroulé de la session (1h30)

- Présentation synthétique du périmètre MVP.
- Lecture collaborative des user stories clés (US-01 à US-08).
- Vérification des critères d'acceptation (Given / When / Then).
- Revue de la matrice MoSCoW pour ajuster les priorités.
- Collecte des retours (questions, frustrations, risques perçus).
- Mise à jour du backlog sur GitHub Project.

Livrables produits

- Compte rendu de revue (PDF) : décisions, modifications, arbitrages.
- Mise à jour du backlog (priorités revues et exigences clarifiées).
- Liste des points ouverts / questions à trancher pour la Beta.
- Validation formelle des parties prenantes (signature numérique ou confirmation écrite).

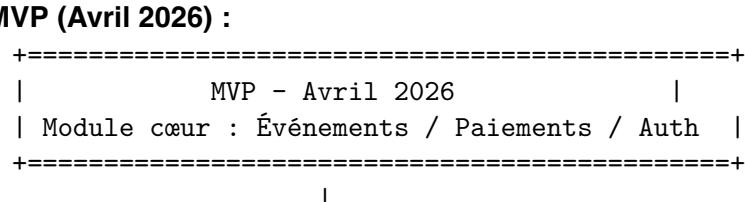
Calendrier prévisionnel

- **J+0** : Envoi des exigences et des user stories aux participants.
- **J+7** : Session de revue (club pilote).
- **J+10** : Intégration des retours dans le backlog GitHub.

Bornes techniques minimales (V1)

- **Modèles V1 uniquement** : Users, Roles, Events, Registrations, Payments, MedicalCertificates.
 - **Paiement** : parcours carte via HelloAsso (pas de remboursement ni d'export comptable).
 - **Sécurité** : JWT accès court + refresh cookie httpOnly, RBAC simple (3 rôles).
 - **Journalisation** : logs d'actions sensibles (validation certificat, création d'événement).
 - **Admin** : back-office minimal (liste utilisateurs, événements, validations).
- Utilisateur → Connexion → Inscription → Certificat → Paiement → Confirmation**

Diagramme — MVP (Avril 2026) :



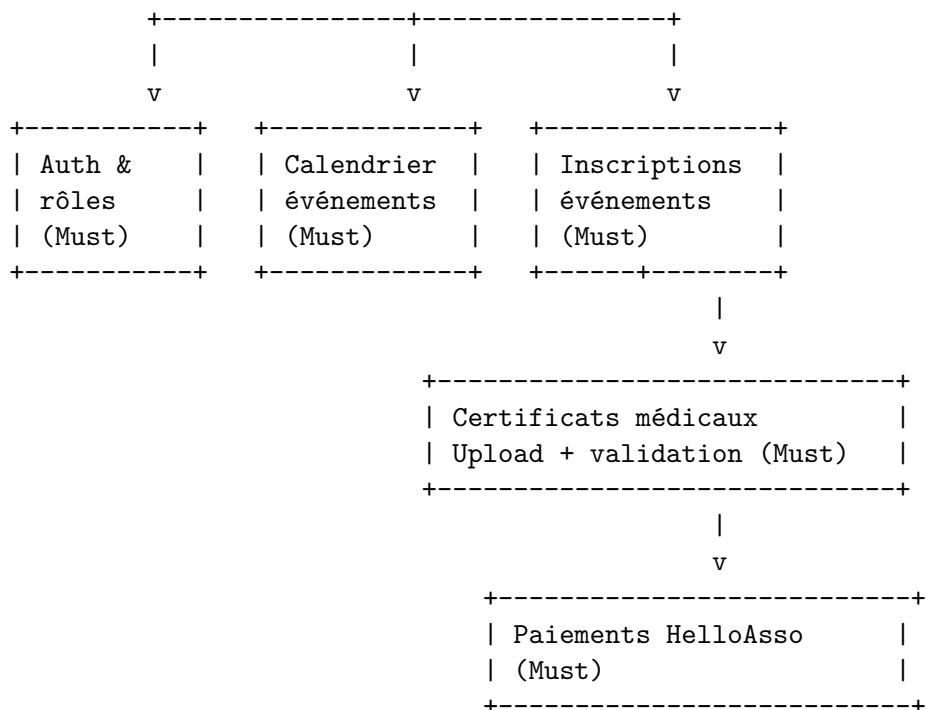
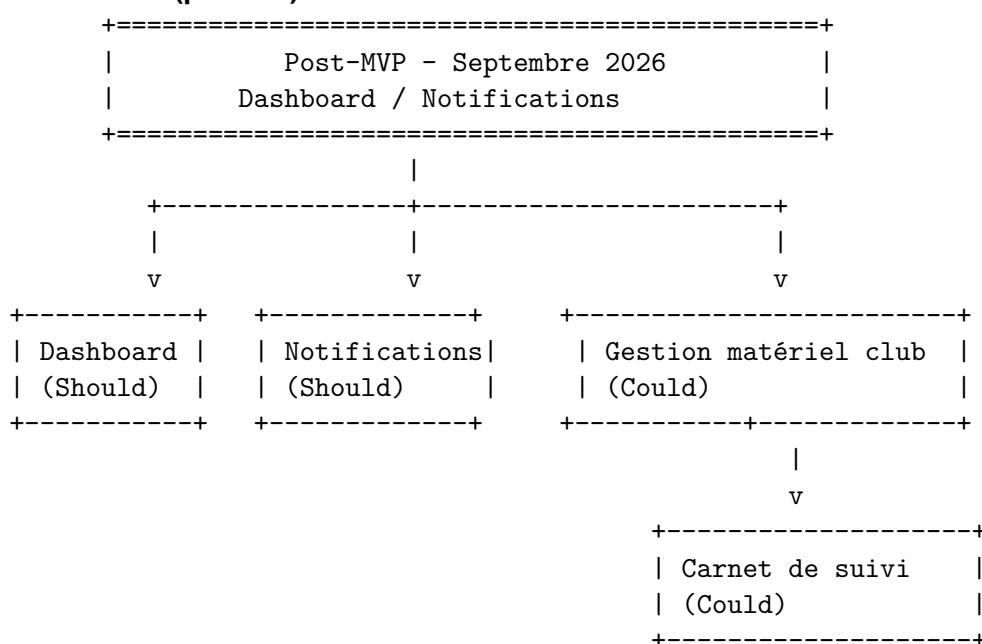


Diagramme MVP v1.1 (post-V1) :



Plan de validation avec utilisateurs (club pilote)

- **Ateliers cadrage (Semaine 1)** : 1h avec comité (priorités), 30min avec 2 moniteurs (contraintes terrain)
 - **Tests exploratoires (mensuels)** : 5 adhérents + 1 moniteur ; scénarios MVP ; recueil friction
 - **Canaux feedback** : formulaire court après inscription/paiement ; salon Discord dédié
 - **Revue bimensuelle** : démonstration au comité, décisions de priorisation (MoSCoW)
 - **Critères de sortie bêta** : KPIs atteints 2 semaines consécutives ; zéro bug bloquant

Analyse des risques (probabilité / impact / plan d'action)

Risque	Prob.	Impact	Mitigation
Charge projet sous-estimée	Moyenne	Élevé	Scope strict MVP, jalons bimensuels, coupe des « Should » si dérive
Adoption faible (adhérents)	Moyenne	Moyen	Mobile-first, tutoriels, tests mensuels, simplification parcours
HelloAsso indisponible	Faible	Élevé	Mode secours : inscription « non payée » + validation manuelle
Bug critique prod	Faible	Élevé	Tests API CI, rollback rapide, sauvegardes quotidiennes
Perte de données	Très faible	Très Élevé	Backups PostgreSQL, restauration testée mensuellement, logs Mongo
RGPD (accès non autorisé)	Faible	Élevé	RBAC strict, logs d'accès, revue des permissions

Matrice des risques (Probabilité × Impact)

Risque	Prob. (1-5)	Impact (1-5)	Score	Mitigation (préventif)	Plan de contingence	Indicateur/Seuil
Charge projet sous-estimée	3	4	12	Scope strict MVP, revues bimensuelles, couper les « Should » si dérive	Déprioriser non-critiques, extension délai validée, renfort ponctuel	Burndown > 20% sur 2 sprints
Adoption faible (adhérents)	3	3	9	Mobile-first, parcours simplifié, tutoriels, tests mensuels	Campagne d'onboarding ciblée, accompagnement club pilote	< 20 utilisateurs actifs/-mois ou churn > 30%
Indisponibilité HelloAsso	2	4	8	Timeouts, retries, surveillance des 5xx, dégradation contrôlée	Mode « inscription non payée » + validation manuelle ; relance paiement	Taux 5xx > 2% ou latence > 5s (p95)
Bug critique en prod	2	4	8	CI tests API, feature flags, Sentry/Logs	Rollback rapide, hotfix, correctifs priorisés	> 5 erreurs critiques/jour (Sentry)
Perte de données	1	5	5	Backups quotidiens, test de restauration mensuel, politique de rétention	Restauration à J-1, bascule instance réplica	Backup KO > 24h ou test restore échoué
RGPD / accès non autorisé	2	4	8	RBAC strict, journaux d'accès, revues périodiques, chiffrement	Déconnexion globale, rotation de clés, notification incident	Alarmes sur accès anormaux

Carte chaleur Probabilité × Impact

Prob.	Impact				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

2.6 Roadmap

La roadmap ci-dessous reprend les jalons majeurs du projet, en cohérence avec le planning général présenté au Chapitre 1. Elle distingue les versions prévues dans le cadre du diplôme (jusqu'à la V1), puis les évolutions envisagées après soutenance.

Les jalons officiels du projet sont définis dans les **GitHub Milestones**, qui servent de référence pour le pilotage, la planification et le suivi des issues. La roadmap présentée dans ce document s'aligne strictement sur ces milestones.

Milestone GitHub	Échéance	Contenu / livrables
v0.1 — Conception et cadrage (Sept–Dec 2024)	27 décembre 2025	Définition de l'architecture, du périmètre fonctionnel, diagrammes, MCD/MLD, cahier des charges, premières user stories.
v0.2 — PoC Release (Jan 2025)	17 janvier 2026	Prototype reliant front–back–API–base de données, validation technique de la stack (Next.js, Nest.js, PostgreSQL, MongoDB).
v0.3 — MVP Release (Fév 2025)	14 février 2026	Première version fonctionnelle : inscription, connexion, consultation des clubs et des informations essentielles.
v0.4 — Beta Release (Avr 2025)	25 avril 2026	Version testable par le club pilote : gestion des membres, événements, profil utilisateur, parcours mobile-first.
v1.0 — Launch (Jun 2025)	7 juin 2026	Version complète multi-clubs : rôles, paiements HelloAsso, certificats, tableau de bord simplifié, stabilisation et correctifs.

Toutes les issues de développement sont associées à ces milestones afin d'assurer une traçabilité complète et un pilotage rigoureux. Chaque milestone contient plusieurs **epics**, eux-mêmes composés de **user stories** clairement définies.

Chaque user story comporte une liste de tâches sous forme de **checkboxes** permettant de suivre l'avancement opérationnel. Pour chaque user story, une **branche Git dédiée** est créée afin d'isoler le développement.

Une fois les tâches terminées, la branche est poussée en incluant la référence de l'issue dans le message de commit, ce qui permet de **clôturer automatiquement l'issue** (#numéro).

Dans le cadre d'un projet individuel, l'usage systématique des Pull Requests (PR) serait redondant et chronophage : elles ne sont donc pas utilisées. L'objectif est de clôturer l'ensemble des user stories afin de clôturer les epics associés, puis de valider la milestone qui les regroupe.

Évolutions post-diplôme (vision produit)

- Notifications automatiques (paiement, certificat expiré)
- Tableau de bord administratif complet
- Gestion du matériel du club
- Carnet de suivi numérique
- Exports avancés (CSV / PDF)
- Montée en échelle (multi-clubs optimisé)
- Intégration FFESSM (structures départementales / régionales)
- Sécurité renforcée (2FA comité, audit avancé)

2.7 Liens utiles

- User Stories : <https://www.mountaingoatsoftware.com/agile/user-stories>

- MoSCoW : <https://www.productplan.com/glossary/moscow-prioritization/>
- PostgreSQL Docs : <https://www.postgresql.org/docs/>
- MongoDB Modeling : <https://bit.ly/mongodb-modeling>
- Architecture 3-tier : https://en.wikipedia.org/wiki/Multitier_architecture

Chapitre 3

Méthodologie et organisation

3.1 Gestion de projet avec GitHub

Dans cette section, vous devez présenter votre approche de gestion de projet entièrement centralisée sur GitHub. Le jury attend une démonstration de votre maîtrise des outils GitHub pour la planification, le suivi et la réalisation de votre projet.

Votre approche GitHub : *[Décrivez comment vous utilisez GitHub pour gérer votre projet]*

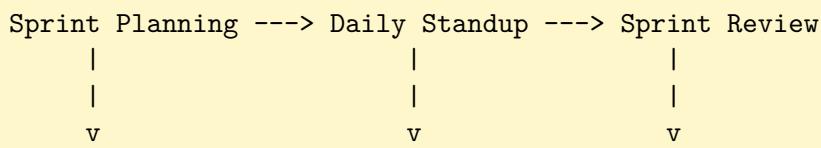
3.1.1 User Stories et estimation de temps

Dans cette sous-section, vous devez détailler vos user stories avec des estimations de temps réalistes. Chaque user story doit être liée à des commits et des milestones GitHub pour un suivi précis de l'avancement.

Vos user stories avec estimations : *[Créez vos user stories avec temps estimés]*

Exemple

Schéma des rituels Scrum :



Sprint Retrospective ---> Sprint ---> Sprint Demo

Colonnes du tableau Kanban :

- **Backlog** : Fonctionnalités à développer
- **To Do** : Tâches prêtes pour le sprint
- **In Progress** : Tâches en cours (WIP limit : 3)
- **Review** : Code en attente de validation
- **Done** : Fonctionnalités livrées

À FAIRE / À VÉRIFIER

Ce que le jury attend dans cette section :

- Une justification claire du choix méthodologique
- Une description des rituels et de leur utilité
- Une adaptation de la méthode au contexte projet
- Des métriques de suivi et d'amélioration continue
- Une organisation claire des responsabilités

Conseils de rédaction :

- Expliquez pourquoi cette méthode convient à votre projet
- Montrez comment vous mesurez l'efficacité de votre approche
- Décrivez les adaptations nécessaires à votre contexte
- Utilisez des diagrammes pour illustrer vos processus

Contrôles Jury CDA

- Pourquoi avez-vous choisi cette méthode Agile ?
- Comment mesurez-vous l'efficacité de vos rituels ?
- Quels sont vos indicateurs de performance ?
- Comment gérez-vous les imprévus dans vos sprints ?
- Avez-vous adapté la méthode à votre contexte ?

3.2 Versioning GitHub et conventions

Le versioning GitHub suit le modèle Git Flow avec des branches spécialisées pour chaque type de développement. Les conventions de nommage et de commit facilitent la traçabilité et la collaboration. Les Pull Requests permettent la revue de code systématique et la validation des fonctionnalités avant intégration.

Les conventions établies couvrent le nommage des branches, le format des messages de commit, et les templates de Pull Request. Cette standardisation améliore la qualité du code et accélère l'onboarding de nouveaux développeurs.

Exemple**Schéma Git Flow :**

```
main -----
|
+-- develop -----
|
+-- feature/user-authentication
+-- feature/project-management
+-- hotfix/critical-bug-fix
```

Conventions de commit :

```
1 feat: add user authentication system
2 fix: resolve login validation issue
3 docs: update API documentation
4 test: add unit tests for user service
5 refactor: improve code structure
```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Définir des conventions de nommage claires
- Utiliser des messages de commit descriptifs
- Mettre en place des templates de Pull Request
- Configurer des règles de protection des branches
- Documenter les conventions dans un CONTRIBUTING.md

Contrôles Jury CDA

- Quelles sont vos conventions de versioning ?
- Comment gérez-vous les conflits de merge ?
- Vos Pull Requests sont-elles systématiquement revues ?
- Comment assurez-vous la qualité du code ?
- Avez-vous des règles de protection des branches ?

3.3 Planification et outils de suivi

La planification combine une roadmap GitHub pour la vision macro et GitHub Projects pour le suivi opérationnel. La roadmap GitHub visualise les dépendances et les jalons critiques, tandis que le Kanban GitHub Projects offre une vue détaillée des tâches en cours. Cette approche dual optimise la coordination entre la planification stratégique et l'exécution tactique.

La roadmap GitHub permet de communiquer la vision produit et les priorités à long terme. Les milestones et les dépendances facilitent la coordination entre les différentes équipes et la gestion des risques de planning.

Exemple

Extrait de roadmap GitHub :

Phase 1: Conception (4 semaines)
+-- Analyse des besoins (1 semaine)
+-- Conception technique (2 semaines)
+-- Validation architecture (1 semaine)

Phase 2: Développement MVP (8 semaines)
+-- Backend API (4 semaines)
+-- Frontend React (4 semaines)
+-- Tests intégration (2 semaines)

Configuration GitHub Projects :

- **Colonnes** : Backlog, To Do, In Progress, Review, Done
- **WIP Limits** : 3 tâches max en cours par développeur
- **Policies** : PR obligatoire pour merge en develop
- **Automation** : Mise à jour automatique des statuts

Focus GitHub

Git Flow et conventions :

- **Branches** : main, develop, feature/*, release/*, hotfix/*
- **PR Template** : Description, tests, checklist
- **CODEOWNERS** : Validation obligatoire par senior dev
- **Protection Rules** : Pas de push direct sur main/develop

GitHub Projects Kanban :

- **Colonnes** : Backlog, Sprint Planning, In Progress, Review, Done
- **WIP Limits** : 2 features max en développement
- **Automation** : Mise à jour statut via labels
- **Metrics** : Cycle time, lead time, throughput

Roadmap et milestones :

- **Milestones** : v1.0 (Q2), v1.1 (Q3), v2.0 (Q4)
- **Dependencies** : Backend ↗ Frontend ↗ Tests
- **Risks** : Intégration externe, performance
- **Success Metrics** : Velocity, quality gates

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Créer une roadmap GitHub réaliste avec marges
- Configurer GitHub Projects selon vos besoins
- Définir des milestones et jalons clairs
- Prévoir des buffers pour les imprévus
- Communiquer régulièrement sur l'avancement

Contrôles Jury CDA

- Votre planification est-elle réaliste ?
- Comment gérez-vous les retards ?
- Quels outils utilisez-vous pour le suivi ?
- Comment communiquez-vous l'avancement ?
- Avez-vous identifié les risques de planning ?

3.4 Estimation de temps et planification

Dans cette section, vous devez présenter votre estimation de temps pour chaque fonctionnalité et expliquer comment vous planifiez votre projet. Le jury attend une approche réaliste et méthodique de la gestion du temps.

Votre estimation globale : [Décrivez votre estimation de temps totale et par phase]

L'analyse des temps permet de valider la faisabilité du projet et d'optimiser la planification selon les contraintes disponibles. Cette approche pragmatique démontre votre capacité à prendre en compte les contraintes temporelles dans les décisions techniques.

Exemple**Estimation de temps par fonctionnalité :**

Fonctionnalité	Description	Unité	Qty	Temps estimé	Total
Authentification	Login/Register	jours	3	2	6
Gestion projets	CRUD projets	jours	5	3	15
Tableaux de bord	Dashboard	jours	2	4	8
Tests	Tests unitaires	jours	10	1	10
Déploiement	CI/CD	jours	3	2	6
Total estimé					45 jours

Votre estimation : [Créez votre propre estimation de temps avec vos fonctionnalités]

À FAIRE / À VÉRIFIER**Ce que le jury attend dans cette section :**

- Une estimation de temps réaliste et justifiée
- Une répartition claire par fonctionnalité
- Une prise en compte des phases de test et déploiement
- Une marge de sécurité pour les imprévus
- Un lien avec les user stories et milestones GitHub

Conseils de rédaction :

- Basez-vous sur votre expérience et la complexité technique
- Ajoutez 20% de marge pour les imprévus
- Décomposez les grosses fonctionnalités en sous-tâches
- Justifiez vos estimations par des arguments techniques
- Montrez la cohérence avec votre roadmap GitHub

Contrôles Jury CDA**Questions de contrôle du jury :**

- Comment avez-vous estimé le temps pour chaque fonctionnalité ?
- Avez-vous pris en compte les phases de test et déploiement ?
- Comment gérez-vous les dépassements de temps ?
- Quelle marge de sécurité avez-vous prévue ?
- Comment liez-vous cette estimation à vos milestones GitHub ?
- Que faites-vous si une fonctionnalité prend plus de temps que prévu ?

3.5 Liens utiles

- GitHub Flow/PRs : <https://docs.github.com/pull-requests>
- Git Flow : <https://bit.ly/gitflow-atlassian>
- GitHub Projects : <https://bit.ly/github-projects>
- GitHub Roadmap : <https://bit.ly/github-roadmap>
- GitHub Milestones : <https://bit.ly/github-milestones>
- User Stories : <https://www.mountaingoatsoftware.com/agile/user-stories>
- Estimation de temps : <https://bit.ly/time-estimation>

Chapitre 4

Conception fonctionnelle et technique

IMPORTANT : Cette phase de conception est **CRUCIALE** et doit être **COMPLÈTEMENT TERMINÉE** avant de commencer le développement. Le jury attend une conception solide et documentée qui justifie tous vos choix techniques.

Dans ce chapitre, vous devez présenter votre conception fonctionnelle et technique complète. Cette phase détermine la réussite de votre projet et doit être soigneusement planifiée et documentée.

Votre approche de conception : *[Décrivez votre méthodologie de conception et votre processus de validation]*

À FAIRE / À VÉRIFIER

Pourquoi la conception est-elle si importante ?

- **Évite les refactorisations coûteuses** : Une bonne conception évite de reprendre le code
- **Guide le développement** : Chaque développeur sait exactement quoi faire
- **Facilite les tests** : Les cas d'usage définis permettent de créer des tests pertinents
- **Réduit les risques** : Les problèmes sont identifiés avant le développement
- **Améliore la communication** : Tous les acteurs comprennent le système

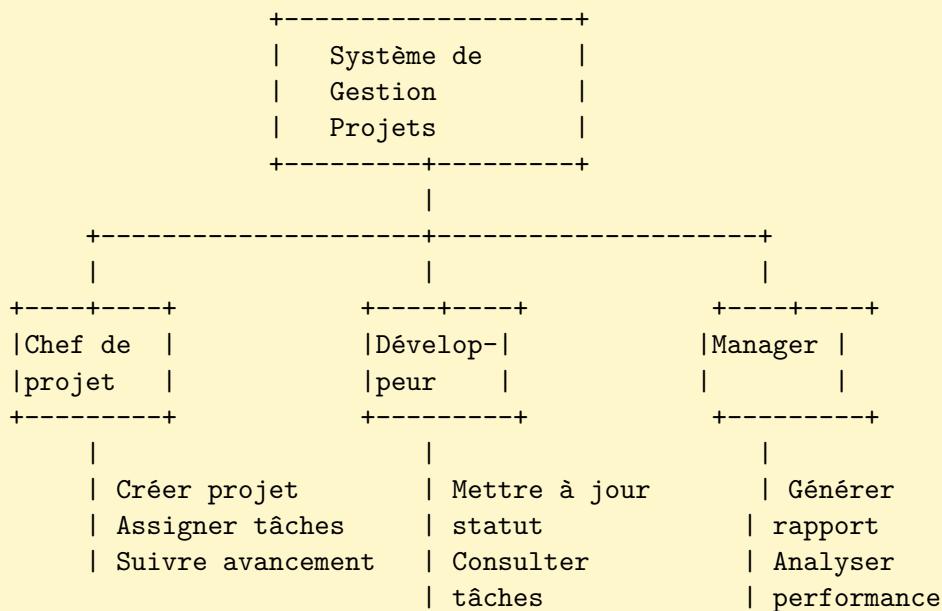
Checklist de conception complète :

- ✓ Diagrammes de cas d'usage (Use Cases) validés
- ✓ Diagrammes de séquence pour les flux principaux
- ✓ Modèle de données (MCD/MLD/MPD) défini
- ✓ Architecture technique choisie et justifiée
- ✓ User stories détaillées avec critères d'acceptation
- ✓ Maquettes et wireframes validés
- ✓ Charte graphique définie
- ✓ Plan de tests établi

4.1 Use Cases et diagrammes UML

Les Use Cases modélisent les interactions entre les acteurs et le système pour identifier les fonctionnalités essentielles. Cette approche centrée utilisateur garantit que le système répond aux besoins métier réels. Les diagrammes UML facilitent la communication entre les équipes techniques et métier, réduisant les risques d'incompréhension.

La modélisation des cas d'usage permet d'identifier les flux principaux et alternatifs, ainsi que les cas d'erreur à gérer. Cette analyse préalable guide la conception technique et les tests d'acceptation.

Exemple**Diagramme Use Case simplifié :****À FAIRE / À VÉRIFIER**

- Identifier tous les acteurs du système
- Modéliser les cas d'usage principaux et alternatifs
- Documenter les préconditions et postconditions
- Prévoir les cas d'erreur et exceptions
- Valider les Use Cases avec les utilisateurs métier

Contrôles Jury CDA

- Quels sont vos acteurs principaux ?
- Avez-vous modélisé tous les cas d'usage critiques ?
- Comment gérez-vous les cas d'erreur ?
- Vos Use Cases sont-ils validés par les utilisateurs ?
- Avez-vous prévu les flux alternatifs ?

4.2 Diagrammes de séquence

Les diagrammes de séquence détaillent les interactions temporelles entre les différents composants du système pour chaque cas d'usage. Cette modélisation précise les responsabilités de chaque couche (présentation, logique métier, données) et facilite l'implémentation technique. Les diagrammes servent également de référence pour les tests d'intégration.

La modélisation des séquences permet d'identifier les points de synchronisation, les appels asynchrones, et les mécanismes de gestion d'erreur. Cette analyse technique guide l'architecture et l'implémentation des APIs.

Exemple**Diagramme de séquence - Crédit de projet :**

```

User      Frontend      Backend      Database
|         |             |             |
|--POST-->|             |             |
|           |--POST-->|             |
|           |             |--INSERT-->|
|           |             |<--OK-----|
|           |             |<--201----|
|<--200---|             |             |

```

Exemple de séquence avec gestion d'erreur :

```

User      Frontend      Backend      Database
|         |             |             |
|--POST-->|             |             |
|           |--POST-->|             |
|           |             |--INSERT-->|
|           |             |<--ERROR--|
|           |             |<--400----|
|<--400---|             |             |

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Modéliser les séquences pour chaque cas d'usage critique
- Prévoir la gestion des erreurs et exceptions
- Identifier les appels synchrones et asynchrones
- Documenter les timeouts et retry policies
- Valider les séquences avec l'équipe technique

Contrôles Jury CDA

- Avez-vous modélisé les séquences critiques ?
- Comment gérez-vous les erreurs dans vos séquences ?
- Vos diagrammes sont-ils cohérents avec l'architecture ?
- Avez-vous prévu les cas de timeout ?
- Comment validez-vous vos modèles de séquence ?

4.3 Conception de l'interface graphique

La conception graphique s'appuie sur une charte graphique cohérente avec l'identité visuelle de l'entreprise. Le zoning et les wireframes définissent la structure des interfaces avant le développement des maquettes haute fidélité. Cette approche progressive valide les choix UX et facilite l'implémentation front-end.

L'expérience utilisateur (UX) privilégie la simplicité et l'efficacité pour réduire la courbe d'apprentissage et améliorer l'adoption. Les tests utilisateur permettent de valider les choix de conception et d'optimiser l'interface.

4.3.1 Zoning

Dans cette sous-section, vous devez présenter l'organisation spatiale de vos interfaces. Le jury attend une analyse claire de la hiérarchie visuelle et de l'organisation des éléments.

Votre zoning : [Décrivez l'organisation spatiale de vos pages principales]

Exemple**Zoning d'une page projet :**

Header - Navigation principale		
Sidebar	Contenu principal	Panel latéral
<ul style="list-style-type: none"> • Menu navigation • Filtres • Recherche • Paramètres 	<ul style="list-style-type: none"> • Titre du projet • Liste des tâches • Tableau de données • Pagination 	<ul style="list-style-type: none"> • Actions rapides • Statistiques • Notifications • Aide contextuelle
Footer - Informations légales		

4.3.2 Wireframe

Dans cette sous-section, vous devez présenter vos wireframes pour les pages principales. Le jury attend une représentation claire de la structure et des interactions.

Vos wireframes : [Présentez vos wireframes pour les pages principales]

Exemple**Exemple de wireframe - Page de connexion :**

LOGO DE L'APPLICATION
Connexion
Email : [_____]
Mot de passe : [_____]
[Se connecter]
Mot de passe oublié ?

4.3.3 Maquettage

Dans cette sous-section, vous devez présenter vos maquettes haute fidélité. Le jury attend une représentation visuelle fidèle au rendu final.

Vos maquettes : [Décrivez vos maquettes haute fidélité et leur évolution]

Exemple**Évolution des maquettes :**

Version 1	Version 2	Version 3	Final
Maquettes basiques	Intégration charte	Maquettes interactives	Maquettes validées
Placeholders	Couleurs définies	Animations	Tests utilisateurs
Structure simple	Typographie	Micro-interactions	Optimisations UX

4.3.4 Outils de conception et diagrammes

Dans cette sous-section, vous devez présenter les outils que vous utilisez pour créer vos diagrammes de qualité professionnelle. Le jury attend des diagrammes clairs et bien conçus qui facilitent la compréhension de votre architecture.

Vos outils de diagrammes : *[Listez les outils que vous utilisez et justifiez vos choix]*

À FAIRE / À VÉRIFIER

Outils recommandés pour des diagrammes de qualité :

- **Draw.io (diagrams.net)** : Gratuit, intégré à GitHub, parfait pour les diagrammes UML
- **Lucidchart** : Professionnel, templates UML, collaboration en équipe
- **PlantUML** : Code-based, versioning Git, intégration LaTeX
- **Mermaid** : Intégré GitHub, syntaxe simple, diagrammes de flux

Conseils pour des diagrammes professionnels :

- Utilisez des couleurs cohérentes et une légende
- Respectez les conventions UML (acteurs, cas d'usage, relations)
- Gardez vos diagrammes simples et lisibles
- Versionnez vos diagrammes avec votre code
- Intégrez-les dans votre documentation GitHub

4.3.5 Charte graphique

Dans cette sous-section, vous devez détailler votre charte graphique complète. Le jury attend une cohérence visuelle et une identité forte.

Couleurs

Votre palette de couleurs : *[Définissez votre palette avec les codes hexadécimaux]*

Typographie

Votre système typographique : *[Définissez vos polices et leurs usages]*

Logo

Votre logo et son utilisation : *[Décrivez votre logo et ses variantes]*

Exemple

Charte graphique :

Couleurs	Typographie	Composants
Primaire : #FFD700	Inter (titres)	Boutons arrondis
Secondaire : #101820	Arial (corps)	Cartes avec ombres
Neutre : #333A40	Monospace (code)	Icônes Material Design
Accent : #007BFF		
Espacement	Grille 8px	Marges cohérentes

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Définir une charte graphique cohérente
- Créer des wireframes pour toutes les pages principales
- Développer des maquettes haute fidélité
- Tester l'accessibilité et la responsivité
- Utiliser Lighthouse pour valider les performances et l'accessibilité
- Valider les choix UX avec les utilisateurs

Contrôles Jury CDA

- Votre charte graphique est-elle cohérente ?
- Avez-vous testé vos interfaces avec les utilisateurs ?
- Vos maquettes respectent-elles l'accessibilité ?
- Quels sont vos scores Lighthouse pour l'accessibilité ?
- Comment gérez-vous la responsivité ?
- Avez-vous défini des composants réutilisables ?

4.4 Conception de base de données

La conception de base de données suit la méthode Merise avec un Modèle Conceptuel de Données (MCD), un Modèle Logique de Données (MLD), et un Modèle Physique de Données (MPD). Cette approche progressive garantit la cohérence et l'optimisation des données. Les contraintes d'intégrité et les index optimisent les performances et la fiabilité.

PostgreSQL gère les données transactionnelles avec des contraintes strictes, tandis que MongoDB stocke les logs et rapports avec une structure flexible. Cette architecture hybride optimise les performances selon le type de données.

4.4.1 MCD (Modèle Conceptuel de Données)

Dans cette sous-section, vous devez présenter votre modèle conceptuel de données. Le jury attend une représentation claire des entités et de leurs relations.

Votre MCD : *[Présentez votre modèle conceptuel avec les entités et relations principales]*

4.4.2 MLD (Modèle Logique de Données)

Dans cette sous-section, vous devez détailler votre modèle logique de données. Le jury attend une traduction du MCD en structure de base de données.

Votre MLD : *[Décrivez votre modèle logique avec les tables et relations]*

4.4.3 MPD (Modèle Physique de Données)

Dans cette sous-section, vous devez présenter votre modèle physique de données. Le jury attend une implémentation concrète avec les contraintes et index.

Votre MPD : *[Détaillez votre modèle physique avec les contraintes, index et optimisations]*

Exemple**MCD simplifié :**

```

PROJET (id, nom, description, date_debut, date_fin)
|
| 1,n
|
TACHE (id, titre, description, statut, priorite)
|
| n,1
|
UTILISATEUR (id, email, nom, prenom, role)

```

Exemple de contraintes PostgreSQL :

```

1 -- Contraintes d'intégrité
2 ALTER TABLE taches ADD CONSTRAINT fk_tache_projet
3     FOREIGN KEY (projet_id) REFERENCES projets(id)
4     ON DELETE CASCADE;
5
6 -- Index pour optimiser les performances
7 CREATE INDEX idx_taches_statut ON taches(statut);
8 CREATE INDEX idx_taches_projet_statut ON taches(projet_id, statut);
9
10 -- Contrainte de validation
11 ALTER TABLE projets ADD CONSTRAINT chk_dates
12     CHECK (date_fin > date_debut);

```

Exemple de document MongoDB :

```

1 {
2     "_id": ObjectId("..."),
3     "userId": "user123",
4     "action": "task_created",
5     "timestamp": ISODate("2025-01-15T10:30:00Z"),
6     "metadata": {
7         "projectId": "proj456",
8         "taskId": "task789",
9         "ipAddress": "192.168.1.100"
10    }
11 }

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Modéliser le MCD avec toutes les entités et relations
- Définir les contraintes d'intégrité référentielle
- Optimiser avec des index appropriés
- Prévoir la migration et l'évolution du schéma
- Documenter les choix de conception

Contrôles Jury CDA

- Montrez votre MCD et expliquez 2 contraintes d'intégrité
- Comment optimisez-vous les performances de vos requêtes ?
- Avez-vous prévu la migration des données ?
- Pourquoi utiliser PostgreSQL ET MongoDB ?
- Comment gérez-vous la cohérence entre les deux bases ?

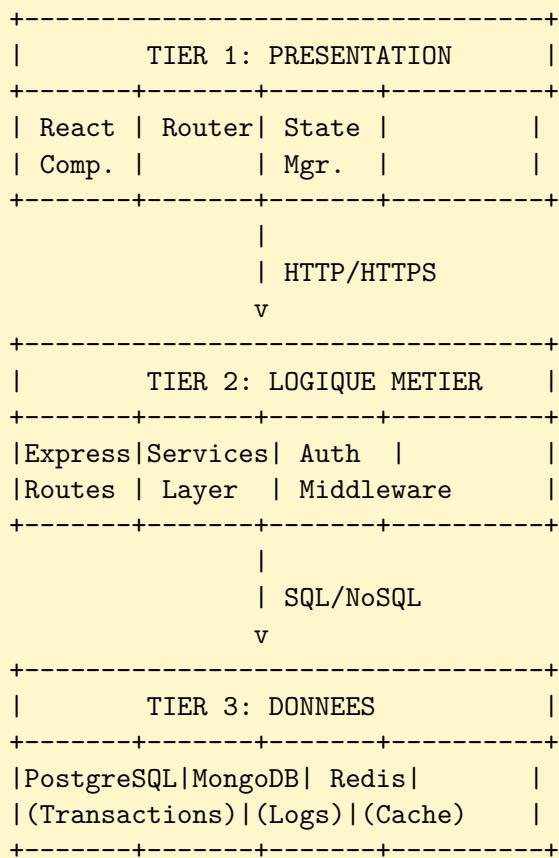
4.5 Architecture 3 tiers

L'architecture 3 tiers sépare clairement les responsabilités : couche présentation (React), couche logique métier (Node.js), et couche données (PostgreSQL/MongoDB). Cette séparation facilite la maintenance, la scalabilité et les tests. Chaque tier peut évoluer indépendamment selon les besoins techniques et métier.

Les flux de données sont optimisés pour minimiser les appels réseau et garantir la cohérence transactionnelle. L'API REST assure une communication standardisée entre les couches et facilite l'intégration avec d'autres systèmes.

Exemple

Schéma architecture 3 tiers :



Exemple de flux de données :

```

1 // Tier 1: Frontend (React)
2 const createProject = async (projectData) => {
3   const response = await fetch('/api/projects', {
4     method: 'POST',
5     headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
6     body: JSON.stringify(projectData)
7   });
8   return response.json();
9 };
10
11 // Tier 2: Backend (Node.js/Express)
12 app.post('/api/projects', authenticateUser, async (req, res) => {
13   try {
14     const project = await projectService.createProject(req.body);
15     await auditService.logAction('project_created', req.user.id);
16     res.status(201).json(project);
17   } catch (error) {
18     res.status(400).json({ error: error.message });
19   }
20 });

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Documenter clairement les responsabilités de chaque tier
- Définir les interfaces entre les couches
- Prévoir la scalabilité horizontale et verticale
- Implémenter des mécanismes de cache appropriés
- Tester l'intégration entre les tiers

Contrôles Jury CDA

- Quelles sont les responsabilités de chaque tier ?
- Comment gérez-vous la communication entre les tiers ?
- Votre architecture est-elle scalable ?
- Avez-vous prévu la gestion des erreurs inter-tiers ?
- Comment optimisez-vous les performances ?

4.6 Liens utiles

- UML : <https://www.uml-diagrams.org/>
- Merise (FR) : <https://perso.liris.cnrs.fr/pierre-antoine.champin/enseignement/intro-merise.html>
- OWASP ASVS : <https://owasp.org/ASVS/>
- PostgreSQL Docs : <https://www.postgresql.org/docs/>
- MongoDB Modeling : <https://bit.ly/mongodb-modeling>
- Draw.io (diagrammes) : <https://app.diagrams.net/>
- Lighthouse (accessibilité) : <https://developers.google.com/web/tools/lighthouse>
- Lucidchart (UML) : <https://www.lucidchart.com/pages/fr/exemples/diagramme-uml>
- PlantUML (diagrammes) : <https://plantuml.com/>
- Mermaid (diagrammes) : <https://mermaid-js.github.io/mermaid/>

Chapitre 5

Architecture 3 tiers

5.1 Architecture 3 tiers

Dans cette section, vous devez présenter votre architecture 3 tiers et expliquer la répartition des responsabilités entre les couches. Le jury attend une compréhension claire de la séparation physique des composants.

Votre architecture 3 tiers : [Décrivez votre architecture et la répartition des responsabilités]

5.1.1 Couche Présentation (Frontend)

Dans cette sous-section, vous devez détailler la couche présentation de votre application. Le jury attend une explication claire des technologies et de l'organisation du code.

Votre couche présentation : [Décrivez votre stack frontend et son organisation]

Exemple

Technologies de présentation :

- **Framework** : React 18 avec hooks et context
- **État** : Redux Toolkit pour la gestion d'état globale
- **Routing** : React Router pour la navigation
- **UI** : Material-UI pour les composants
- **HTTP** : Axios pour les appels API

Structure des composants :

```
src/  
  +- components/                      # Composants réutilisables  
  |  +- common/  
  |  |  +- Button.tsx  
  |  |  +- Modal.tsx  
  |  |  +- LoadingSpinner.tsx  
  |  +- projects/                     # Fonctionnalité projets  
  |  |  +- ProjectList.tsx  
  |  |  +- ProjectCard.tsx  
  |  |  +- ProjectForm.tsx  
  |  +- tasks/                        # Fonctionnalité tâches  
  |    +- TaskList.tsx  
  |    +- TaskItem.tsx  
  +- hooks/                           # Hooks personnalisés  
  +- services/                        # Appels API  
  +- utils/                           # Fonctions utilitaires
```

5.1.2 Couche Logique Métier (Backend)

Dans cette sous-section, vous devez présenter la couche logique métier de votre application. Le jury attend une explication de l'architecture et de l'organisation du code.

Votre couche logique métier : [Décrivez votre stack backend et son organisation]

Controller

Vos contrôleurs : [Décrivez vos contrôleurs et leur rôle]

Exemple**Exemple de contrôleur :**

```

1 // ProjectController.js
2 class ProjectController {
3   async createProject(req, res) {
4     try {
5       const projectData = req.body;
6       const project = await this.projectService.create(projectData);
7       res.status(201).json(project);
8     } catch (error) {
9       res.status(400).json({ error: error.message });
10    }
11  }
12}

```

Service**Vos services :** [Décrivez vos services et la logique métier]**Exemple****Exemple de service :**

```

1 // ProjectService.js
2 class ProjectService {
3   async create(projectData) {
4     // Validation des données
5     this.validateProjectData(projectData);
6
7     // Logique métier
8     const project = await this.projectRepository.create(projectData);
9
10    // Notifications
11    await this.notificationService.notifyTeam(project);
12
13    return project;
14  }
15}

```

Repository (DAO)**Vos repositories :** [Décrivez vos repositories et l'accès aux données]**Exemple****Exemple de repository :**

```

1 // ProjectRepository.js
2 class ProjectRepository {
3   async create(projectData) {
4     const query = 'INSERT INTO projects (name, description) VALUES ($1, $2) RETURNING *';
5     const values = [projectData.name, projectData.description];
6     const result = await this.db.query(query, values);
7     return result.rows[0];
8   }
9 }

```

5.1.3 Couche Données (Database)

Dans cette sous-section, vous devez présenter la couche de données de votre application. Le jury attend une explication de l'architecture des données et des choix techniques.

Votre couche données : [Décrivez votre architecture de données]

Exemple

Architecture des données :

- **PostgreSQL** : Données transactionnelles et relations
- **MongoDB** : Logs, rapports et données non-structurées
- **Redis** : Cache et sessions utilisateur
- **ORM** : Prisma pour PostgreSQL, Mongoose pour MongoDB

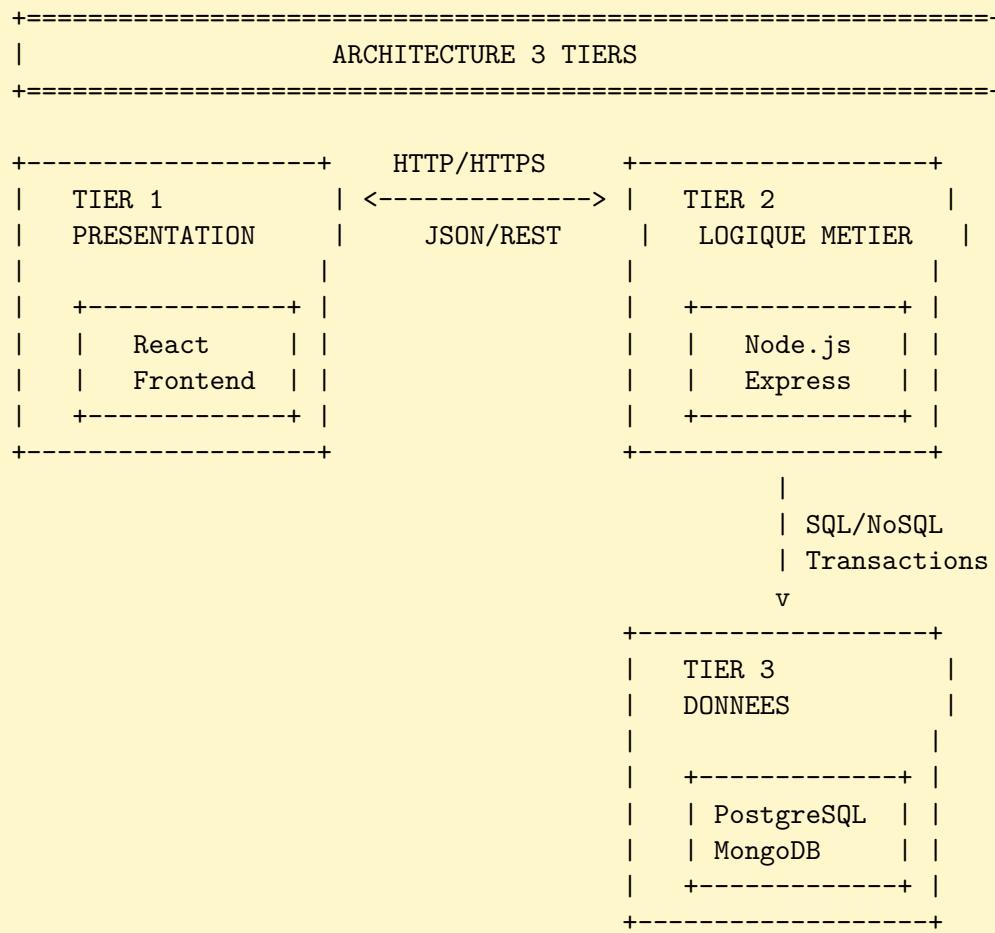
Exemple de repository PostgreSQL :

```
1 class ProjectRepository {  
2     async create(projectData) {  
3         return await prisma.project.create({  
4             data: {  
5                 name: projectData.name,  
6                 description: projectData.description,  
7                 userId: projectData.userId  
8             },  
9             include: {  
10                 tasks: true,  
11                 user: { select: { id: true, email: true } }  
12             }  
13         });  
14     }  
15 }
```

5.1.4 Communication entre les tiers

Dans cette sous-section, vous devez expliquer comment les différents tiers communiquent entre eux. Le jury attend une compréhension claire des flux de données et des protocoles utilisés.

Vos flux de communication : [Décrivez comment vos tiers communiquent]

Exemple**Flux de communication 3 tiers :****5.1.5 Avantages de l'architecture 3 tiers**

Dans cette sous-section, vous devez expliquer les avantages de votre architecture 3 tiers. Le jury attend une justification claire des choix architecturaux.

Avantages de votre architecture : [Justifiez les bénéfices de votre approche]

Exemple**Avantages de l'architecture 3 tiers :**

- **Séparation des responsabilités** : Chaque tier a un rôle défini
- **Scalabilité** : Possibilité de scaler chaque tier indépendamment
- **Maintenabilité** : Modifications isolées par tier
- **Tests** : Tests unitaires par tier facilités
- **Sécurité** : Contrôle d'accès par tier
- **Performance** : Optimisation possible par tier

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Séparer clairement les responsabilités par tier
- Documenter les interfaces entre les tiers
- Prévoir la scalabilité de chaque tier
- Implémenter des tests par tier
- Gérer les erreurs et exceptions de manière cohérente
- Optimiser les performances par tier

Contrôles Jury CDA

- Comment justifiez-vous votre architecture 3 tiers ?
- Quels sont les avantages de votre approche ?
- Comment gérez-vous la communication entre les tiers ?
- Votre architecture est-elle scalable ?
- Comment testez-vous chaque tier ?
- Quels sont les points de performance de votre architecture ?

5.2 Développement Frontend

Dans cette section, vous devez présenter votre approche de développement frontend et expliquer vos choix techniques. Le jury attend une compréhension claire de votre architecture frontend et des bonnes pratiques appliquées.

Technologies choisies : [React, Vue, Angular, ou autre ? Justifiez votre choix]

Architecture des composants : [Décrivez votre organisation des composants et leur réutilisabilité]

Accessibilité et UX : [Expliquez comment vous respectez les standards RGAA/WCAG et utilisez Lighthouse pour mesurer les performances]

Exemple**Structure des composants :**

```
src/
  +- components/                      # Composants réutilisables
    |   +- common/
    |   |   +- Button.tsx
    |   |   +- Modal.tsx
    |   |   +- LoadingSpinner.tsx
    |   +- projects/                  # Fonctionnalité projets
    |   |   +- ProjectList.tsx
    |   |   +- ProjectCard.tsx
    |   |   +- ProjectForm.tsx
    |   +- tasks/                    # Fonctionnalité tâches
    |       +- TaskList.tsx
    |       +- TaskItem.tsx
  +- hooks/                          # Hooks personnalisés
  +- services/                      # Appels API
  +- utils/                          # Fonctions utilitaires
```

Exemple de composant accessible :

```
1 const ProjectCard = ({ project, onEdit }) => {
2   return (
3     <div
4       className="project-card"
```

```

5      role="article"
6      aria-labelledby={`project-${project.id}-title`}
7    >
8      <h3 id={`project-${project.id}-title`}>
9        {project.name}
10     </h3>
11     <p>{project.description}</p>
12     <button
13       onClick={() => onEdit(project.id)}
14       aria-label={`Modifier le projet ${project.name}`}
15     >
16       Modifier
17     </button>
18   </div>
19 );
20 };

```

Exemple**Exemple de rapport Lighthouse (1/2) :**

```

1 {
2   "categories": {
3     "performance": { "score": 0.92 },
4     "accessibility": { "score": 0.95 },
5     "best-practices": { "score": 0.88 },
6     "seo": { "score": 0.90 }
7   }
8 }

```

Exemple**Exemple de rapport Lighthouse (2/2) :**

```

1 "audits": {
2   "first-contentful-paint": { "score": 0.95 },
3   "largest-contentful-paint": { "score": 0.88 },
4   "color-contrast": { "score": 1.0 },
5   "aria-allowed-attr": { "score": 1.0 }
6 }
7 }

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Organiser les composants par fonctionnalité métier
- Respecter les standards d'accessibilité RGAA/WCAG
- Utiliser Lighthouse pour mesurer les performances et l'accessibilité
- Implémenter la protection XSS avec React
- Utiliser TypeScript pour la sécurité des types
- Tester les composants avec Jest et React Testing Library

Contrôles Jury CDA

- Comment organisez-vous votre code frontend ?
- Vos composants respectent-ils l'accessibilité ?
- Quels sont vos scores Lighthouse pour les performances et l'accessibilité ?
- Comment protégez-vous contre les attaques XSS ?
- Utilisez-vous TypeScript ? Pourquoi ?
- Comment testez-vous vos composants ?

5.3 Développement Backend

Le backend implémente une API REST avec Express.js suivant le pattern Controller/Service/Repository pour séparer les responsabilités. La validation des données utilise Joi ou Zod pour garantir la cohérence des entrées. La gestion d'erreur centralisée assure des réponses API cohérentes et facilite le debugging.

L'authentification JWT sécurise les endpoints sensibles avec des middlewares de vérification. La documentation OpenAPI/Swagger facilite l'intégration frontend et la maintenance de l'API.

Exemple

Structure backend :

```

src/
  +- controllers/                      # Gestion des requêtes HTTP
  |  +- projectController.js
  |  +- taskController.js
  +- services/                         # Logique métier
  |  +- projectService.js
  |  +- taskService.js
  +- repositories/                     # Accès aux données
  |  +- projectRepository.js
  |  +- taskRepository.js
  +- middleware/                       # Middlewares Express
  |  +- auth.js
  |  +- validation.js
  |  +- errorHandler.js
  +- routes/                           # Définition des routes
    +- projects.js
    +- tasks.js

```

Exemple de contrôleur avec validation :

```

1 const createProject = async (req, res, next) => {
2   try {
3     // Validation des données
4     const { error, value } = projectSchema.validate(req.body);
5     if (error) {
6       return res.status(400).json({
7         error: 'Données invalides',
8         details: error.details
9       });
10    }
11
12    // Appel du service métier
13    const project = await projectService.createProject(value, req.user.id
14      );
15
16    // Log de l'action
17    await auditService.logAction('project_created', req.user.id, {
18      projectId: project.id
19    });
20
21    res.status(201).json(project);
22  } catch (error) {
23    next(error);
24  }

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Séparer clairement les responsabilités (Controller/Service/Repository)
- Valider systématiquement les données d'entrée
- Implémenter une gestion d'erreur centralisée
- Documenter l'API avec OpenAPI/Swagger
- Logger toutes les actions importantes

Contrôles Jury CDA

- Comment structurez-vous votre API REST ?
- Quels middlewares utilisez-vous ?
- Comment gérez-vous la validation des données ?
- Avez-vous documenté votre API ?
- Comment tracez-vous les erreurs ?

5.4 Gestion des données

La couche données utilise un ORM (Prisma) pour PostgreSQL et le driver natif pour MongoDB. Les transactions garantissent la cohérence des données critiques, tandis que les requêtes optimisées avec des index améliorent les performances. Le pattern Repository abstrait l'accès aux données et facilite les tests.

PostgreSQL gère les données transactionnelles avec des contraintes strictes, MongoDB stocke les logs et rapports avec des pipelines d'agrégation pour les analytics. Cette séparation optimise les performances selon le type d'opération.

Exemple

Exemple de repository PostgreSQL :

```

1 class ProjectRepository {
2     async create(projectData) {
3         return await prisma.project.create({
4             data: {
5                 name: projectData.name,
6                 description: projectData.description,
7                 userId: projectData.userId
8             },
9             include: {
10                 tasks: true,
11                 user: { select: { id: true, email: true } }
12             }
13         });
14     }
15
16     async findByUser(userId) {
17         return await prisma.project.findMany({
18             where: { userId },
19             include: { tasks: true }
20         });
21     }
22 }
```

Exemple de pipeline MongoDB :

```

1 // Pipeline d'agrégation pour les statistiques
2 const getProjectStats = async (projectId, dateRange) => {
3     return await activityLogs.aggregate([
4         {
5             $match: {
6                 'metadata.projectId': projectId,
7                 timestamp: { $gte: dateRange.start, $lte: dateRange.end }
8             }
9         },
10         {
11             $group: {
12                 _id: '$action',
13                 count: { $sum: 1 },
14                 uniqueUsers: { $addToSet: '$userId' }
15             }
16         },
17         {
18             $project: {
19                 action: '_id',
20                 count: 1,
21                 uniqueUsersCount: { $size: '$uniqueUsers' }
22             }
23         }
24     ]);
25 }
```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Utiliser un ORM pour simplifier les requêtes SQL
- Optimiser les requêtes avec des index appropriés
- Implémenter des transactions pour la cohérence
- Séparer les données transactionnelles et analytiques
- Tester les requêtes avec des données réalistes

Contrôles Jury CDA

- Comment gérez-vous les transactions ?
- Avez-vous optimisé vos requêtes avec des index ?
- Pourquoi utiliser Prisma plutôt que du SQL brut ?
- Comment gérez-vous la cohérence entre PostgreSQL et MongoDB ?
- Avez-vous testé les performances de vos requêtes ?

5.5 Liens utiles

- OpenAPI/Swagger : <https://swagger.io/specification/>
- WCAG : <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>
- Lighthouse : <https://developers.google.com/web/tools/lighthouse>
- PostgreSQL Tutorial : <https://www.postgresql.org/docs/current/tutorial.html>
- MongoDB Aggregation : <https://www.mongodb.com/docs/manual/aggregation/>
- Prisma Documentation : <https://www.prisma.io/docs/>

Chapitre 6

Sécurité applicative et RGPD

6.1 Protection contre les vulnérabilités OWASP

La sécurité applicative s'appuie sur les recommandations OWASP Top 10 pour protéger contre les vulnérabilités courantes. La protection XSS utilise l'échappement automatique de React et la validation côté serveur. La prévention SQL injection repose sur les requêtes paramétrées de l'ORM Prisma. La protection CSRF implémente des tokens synchronisés et la validation des origines.

Les headers de sécurité (CSP, HSTS, X-Frame-Options) renforcent la protection au niveau HTTP. La validation stricte des entrées utilisateur et la sanitisation des données réduisent les risques d'injection et de manipulation.

Exemple

Middleware de sécurité Express :

```

1 const helmet = require('helmet');
2 const rateLimit = require('express-rate-limit');
3
4 // Configuration Helmet
5 app.use(helmet({
6   contentSecurityPolicy: {
7     directives: {
8       defaultSrc: ["'self'" ],
9       styleSrc: ["'self'", "'unsafe-inline'" ],
10      scriptSrc: ["'self'" ]
11    }
12  }
13 }));
14
15 // Rate limiting
16 const limiter = rateLimit({
17   windowMs: 15 * 60 * 1000, // 15 min
18   max: 100, // 100 req/IP
19   message: 'Trop de requêtes'
20 });
21 app.use('/api/', limiter);
22
23 // Validation des entrées
24 const validateInput = (schema) => {
25   return (req, res, next) => {
26     const { error } = schema.validate(req.body);
27     if (error) {
28       return res.status(400).json({
29         error: 'Données invalides',
30         details: error.details.map(d => d.message)
31       });
32     }
33     next();
34   };
35 };

```

Protection XSS côté frontend :

```

1 // React échappe automatiquement les données
2 const UserProfile = ({ user }) => {
3   return (
4     <div>
5       <h1>{user.name}</h1> /* Échappé automatiquement */
6       <p>{user.bio}</p>
7       {/* Danger : éviter dangerouslySetInnerHTML */}
8     </div>
9   );
10 };
11
12 // Validation côté client avec Zod
13 const userSchema = z.object({
14   name: z.string().min(1).max(100),
15   email: z.string().email(),
16   bio: z.string().max(500).optional()
17 });

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Implémenter les protections OWASP Top 10
- Configurer les headers de sécurité avec Helmet
- Utiliser le rate limiting pour prévenir les attaques DoS
- Valider et sanitiser toutes les entrées utilisateur
- Tester la sécurité avec des outils automatisés

Contrôles Jury CDA

- Quelles vulnérabilités OWASP avez-vous adressées ?
- Comment protégez-vous contre les attaques XSS ?
- Votre protection SQL injection est-elle efficace ?
- Avez-vous configuré les headers de sécurité ?
- Comment testez-vous la sécurité de votre application ?

6.2 Authentification et autorisation

L'authentification utilise JWT avec des tokens d'accès courts (15 minutes) et des refresh tokens sécurisés. Le hachage des mots de passe utilise Argon2, plus sécurisé que bcrypt. L'autorisation implémente un système de rôles et permissions granulaire avec des middlewares de vérification.

La gestion des sessions sécurise les tokens avec des cookies HttpOnly et SameSite. La déconnexion invalide les tokens côté serveur et côté client pour garantir la sécurité.

Exemple**Configuration JWT et Argon2 (1/3) :**

```
1 const jwt = require('jsonwebtoken');
2 const argon2 = require('argon2');
3
4 // Configuration JWT
5 const JWT_SECRET = process.env.JWT_SECRET;
6 const JWT_EXPIRES_IN = '15m';
7 const REFRESH_EXPIRES_IN = '7d';
8
9 // Hachage des mots de passe avec Argon2
10 const hashPassword = async (password) => {
11   return await argon2.hash(password, {
12     type: argon2.argon2id,
13     memoryCost: 2 ** 16, // 64 MB
14     timeCost: 3,
15     parallelism: 1
16   });
17 };
```

Exemple**Configuration JWT et Argon2 (2/3) :**

```
1 // Génération des tokens
2 const generateTokens = (userId, role) => {
3   const accessToken = jwt.sign(
4     { userId, role, type: 'access' },
5     JWT_SECRET,
6     { expiresIn: JWT_EXPIRES_IN }
7   );
8
9   const refreshToken = jwt.sign(
10    { userId, type: 'refresh' },
11    JWT_SECRET,
12    { expiresIn: REFRESH_EXPIRES_IN }
13  );
14
15   return { accessToken, refreshToken };
16 }
```

Exemple**Configuration JWT et Argon2 (3/3) :**

```

1 // Middleware d'authentification
2 const authenticateToken = (req, res, next) => {
3   const authHeader = req.headers['authorization'];
4   const token = authHeader && authHeader.split(' ')[1];
5
6   if (!token) {
7     return res.status(401).json({
8       error: 'Token d'accès requis'
9     });
10 }
11
12 jwt.verify(token, JWT_SECRET, (err, user) => {
13   if (err) {
14     return res.status(403).json({
15       error: 'Token invalide'
16     });
17   }
18   req.user = user;
19   next();
20 });
21 };

```

Système de permissions (1/2) :

```

1 // Définition des permissions
2 const PERMISSIONS = {
3   PROJECT_CREATE: 'project:create',
4   PROJECT_READ: 'project:read',
5   PROJECT_UPDATE: 'project:update',
6   PROJECT_DELETE: 'project:delete',
7   USER_MANAGE: 'user:manage'
8 };
9
10 // Rôles et leurs permissions
11 const ROLES = {
12   ADMIN: [PERMISSIONS.PROJECT_CREATE, PERMISSIONS.PROJECT_READ,
13             PERMISSIONS.PROJECT_UPDATE, PERMISSIONS.PROJECT_DELETE,
14             PERMISSIONS.USER_MANAGE],
15   MANAGER: [PERMISSIONS.PROJECT_CREATE, PERMISSIONS.PROJECT_READ,
16             PERMISSIONS.PROJECT_UPDATE],
17   DEVELOPER: [PERMISSIONS.PROJECT_READ, PERMISSIONS.PROJECT_UPDATE]
18 };

```

Système de permissions (2/2) :

```

1 // Middleware d'autorisation
2 const requirePermission = (permission) => {
3   return (req, res, next) => {
4     const userPermissions = ROLES[req.user.role] || [];
5     if (!userPermissions.includes(permission)) {
6       return res.status(403).json({
7         error: 'Permissions insuffisantes'
8       });
9     }
10    next();
11  };
12};

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Utiliser JWT avec des tokens courts et refresh tokens
- Implémenter Argon2 pour le hachage des mots de passe
- Créer un système de rôles et permissions granulaire
- Sécuriser les cookies avec HttpOnly et SameSite
- Implémenter la déconnexion sécurisée

Contrôles Jury CDA

- Pourquoi utiliser JWT plutôt que des sessions ?
- Comment gérez-vous la sécurité des mots de passe ?
- Votre système d'autorisation est-il granulaire ?
- Comment gérez-vous l'expiration des tokens ?
- Avez-vous prévu la révocation des tokens ?

6.3 Conformité RGPD

La conformité RGPD implique la mise en place d'un registre des traitements, la minimisation des données collectées, et la sécurisation des données personnelles. Le consentement explicite est recueilli pour chaque traitement, avec la possibilité de retrait. Les droits des personnes (accès, rectification, effacement, portabilité) sont implementés via des APIs dédiées.

La protection des données utilise le chiffrement au repos et en transit, avec des sauvegardes sécurisées. La notification des violations de données est automatisée pour respecter le délai de 72h.

Exemple

Registre des traitements :

```

1 // Modèle de registre des traitements
2 const dataProcessingRegistry = {
3   'user-authentication': {
4     purpose: 'Authentification et gestion des comptes utilisateurs',
5     legalBasis: 'Consentement',
6     dataCategories: ['identité', 'connexion'],
7     retentionPeriod: '3 ans après fermeture du compte',
8     recipients: ['équipe technique', 'hébergeur'],
9     transfers: ['UE', 'États-Unis (clauses contractuelles)']
10   },
11   'project-management': {
12     purpose: 'Gestion des projets et collaboration',
13     legalBasis: 'Exécution du contrat',
14     dataCategories: ['travail', 'communication'],
15     retentionPeriod: '5 ans après fin du projet',
16     recipients: ['équipe projet', 'clients'],
17     transfers: ['UE uniquement']
18   }
19 };
20
21 // API pour les droits RGPD
22 const gdprController = {
23   // Droit d'accès
24   async getPersonalData(req, res) {
25     const userId = req.user.userId;
26     const userData = await userService.getCompleteUserData(userId);
27     res.json({
28       personalData: userData,
29       processingPurposes: Object.keys(dataProcessingRegistry),
30       retentionPeriods: dataProcessingRegistry
31     });
32   },
33
34   // Droit à l'effacement
35   async deletePersonalData(req, res) {
36     const userId = req.user.userId;
37     await userService.anonymizeUserData(userId);
38     await auditService.logAction('gdpr_deletion', userId);
39     res.json({ message: 'Données personnelles supprimées' });
40   },
41
42   // Droit à la portabilité
43   async exportPersonalData(req, res) {
44     const userId = req.user.userId;
45     const exportData = await userService.exportUserData(userId);
46     res.attachment('mes-donnees.json');
47     res.json(exportData);
48   }
49 };

```

Chiffrement des données sensibles (1/3) :

```

1 const crypto = require('crypto');
2
3 // Configuration du chiffrement
4 const ENCRYPTION_KEY = process.env.ENCRYPTION_KEY;
5 const ALGORITHM = 'aes-256-gcm';

```

Exemple**Chiffrement des données sensibles (2/3) :**

```

1 // Fonction de chiffrement
2 const encrypt = (text) => {
3   const iv = crypto.randomBytes(16);
4   const cipher = crypto.createCipher(ALGORITHM, ENCRYPTION_KEY);
5   cipher.setAAD(Buffer.from('user-data'));
6
7   let encrypted = cipher.update(text, 'utf8', 'hex');
8   encrypted += cipher.final('hex');
9
10  const authTag = cipher.getAuthTag();
11
12  return {
13    encrypted,
14    iv: iv.toString('hex'),
15    authTag: authTag.toString('hex')
16  };
17};

```

Exemple**Chiffrement des données sensibles (3/3) :**

```

1 // Fonction de déchiffrement
2 const decrypt = (encryptedData) => {
3   const decipher = crypto.createDecipher(ALGORITHM, ENCRYPTION_KEY);
4   decipher.setAAD(Buffer.from('user-data'));
5   decipher.setAuthTag(Buffer.from(encryptedData.authTag, 'hex'));
6
7   let decrypted = decipher.update(encryptedData.encrypted, 'hex', 'utf8')
8     ;
8   decrypted += decipher.final('utf8');
9
10  return decrypted;
11};

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Créer un registre des traitements complet
- Implémenter les droits RGPD (accès, rectification, effacement)
- Chiffrer les données sensibles au repos et en transit
- Mettre en place la notification des violations
- Documenter les mesures de sécurité et de conformité

Contrôles Jury CDA

- Avez-vous établi un registre des traitements ?
- Comment implémentez-vous les droits RGPD ?
- Vos données sont-elles chiffrées ?
- Avez-vous prévu la notification des violations ?
- Comment gérez-vous le consentement des utilisateurs ?

6.4 Liens utiles

- OWASP Top 10 : <https://owasp.org/www-project-top-ten/>
- OWASP Cheat Sheets : <https://cheatsheetseries.owasp.org/>
- CNIL RGPD : <https://www.cnil.fr/fr/rgpd-de-quoi-parle-t-on>
- Argon2 : <https://github.com/P-H-C/phc-winner-argon2>
- JWT Best Practices : <https://tools.ietf.org/html/rfc8725>

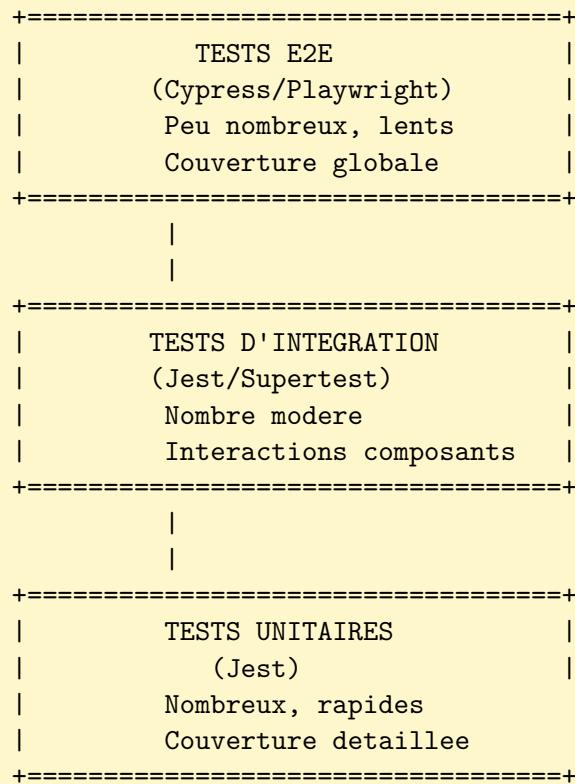
Chapitre 7

Tests et qualité logicielle

7.1 Stratégie de tests

La stratégie de tests suit la pyramide de tests avec une base solide de tests unitaires, des tests d'intégration pour valider les interactions entre composants, et des tests end-to-end pour vérifier les parcours utilisateur complets. Cette approche garantit une couverture de code élevée tout en optimisant le temps d'exécution des tests.

Les tests de performance mesurent la latence P95 et le débit de l'application sous charge. Les tests de sécurité automatisés détectent les vulnérabilités communes. La qualité du code est surveillée avec SonarQube pour maintenir un niveau de qualité constant.

Exemple**Pyramide de tests :****Exemple****Exemple de test unitaire (1/2) :**

```

1 // Test unitaire pour le service de projet
2 describe('ProjectService', () => {
3     let projectService;
4     let mockRepository;
5
6     beforeEach(() => {
7         mockRepository = {
8             create: jest.fn(),
9             findById: jest.fn(),
10            update: jest.fn(),
11            delete: jest.fn()
12        };
13        projectService = new ProjectService(mockRepository);
14    });

```

Exemple**Exemple de test unitaire (2/2) :**

```

1 describe('createProject', () => {
2     it('should create a project with valid data', async () => {
3         // Arrange
4         const projectData = {
5             name: 'Test Project',
6             description: 'Test Description',
7             userId: 'user123'
8         };
9         const expectedProject = { id: 'proj123', ...projectData };
10        mockRepository.create.mockResolvedValue(expectedProject);

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Implémenter la pyramide de tests (unitaires, intégration, E2E)
- Maintenir une couverture de code élevée (>80%)
- Automatiser l'exécution des tests dans la CI/CD
- Tester les cas d'erreur et les cas limites
- Documenter les stratégies de test et les conventions

Contrôles Jury CDA

- Quelle est votre stratégie de tests ?
- Quelle est votre couverture de code ?
- Comment testez-vous les cas d'erreur ?
- Vos tests sont-ils automatisés ?
- Comment mesurez-vous la qualité de vos tests ?

7.2 Tests de performance

Les tests de performance utilisent k6 pour simuler des charges réalistes et mesurer les métriques clés : latence P95, débit, et taux d'erreur. Les scénarios de test couvrent les parcours utilisateur critiques et les pics de charge prévus. L'optimisation s'appuie sur l'analyse des goulets d'étranglement identifiés.

Le monitoring en production surveille les métriques de performance en temps réel avec des alertes automatiques. Les tests de charge réguliers valident la capacité de l'application à supporter la croissance du trafic.

Exemple**Script de test de performance k6 (1/2) :**

```

1 import http from 'k6/http';
2 import { check, sleep } from 'k6';
3 import { Rate } from 'k6/metrics';
4
5 // Métriques personnalisées
6 const errorRate = new Rate('errors');
7
8 export let options = {
9   stages: [
10     { duration: '2m', target: 10 }, // Montée en charge
11     { duration: '5m', target: 50 }, // Charge normale
12     { duration: '2m', target: 100 }, // Pic de charge
13     { duration: '5m', target: 50 }, // Retour à la normale
14     { duration: '2m', target: 0 }, // Descente
15   ],
16   thresholds: {
17     http_req_duration: ['p(95)<500'], // 95% des requêtes < 500ms
18     http_req_failed: ['rate<0.1'], // Moins de 10% d'erreurs
19     errors: ['rate<0.1']
20   }
21 };

```

Exemple**Script de test de performance k6 (2/2) :**

```

1  export default function() {
2    // Test de connexion
3    let loginResponse = http.post('http://localhost:3000/api/auth/login', {
4      email: 'test@example.com',
5      password: 'password123'
6    );
7
8    check(loginResponse, {
9      'login_status_is_200': (r) => r.status === 200,
10     'login_response_time<200ms': (r) => r.timings.duration < 200,
11   }) || errorRate.add(1);
12
13   if (loginResponse.status === 200) {
14     const token = loginResponse.json('token');
15
16     // Test de création de projet
17     let projectResponse = http.post('http://localhost:3000/api/projects',
18       JSON.stringify({
19         name: `Test Project ${_VU}`,
20         description: 'Performance test project'
21       }),
22       {
23         headers: {
24           'Authorization': `Bearer ${token}`,
25           'Content-Type': 'application/json'
26         }
27       }
28     );
29
30     check(projectResponse, {
31       'project_creation_status_is_201': (r) => r.status === 201,
32       'project_creation_time<300ms': (r) => r.timings.duration < 300,
33     }) || errorRate.add(1);
34   }
35
36   sleep(1);
37 }
```

Exemple**Résultats de performance :**

Métrique	Objectif	Mesuré	Statut
Latence P95	< 500ms	320ms	✓
Débit	> 100 req/s	150 req/s	✓
Taux d'erreur	< 1%	0.2%	✓
CPU	< 80%	65%	✓
Mémoire	< 2GB	1.2GB	✓

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Définir des objectifs de performance mesurables
- Utiliser k6 pour les tests de charge automatisés
- Surveiller les métriques en production
- Optimiser les goulots d'étranglement identifiés
- Planifier des tests de performance réguliers

Contrôles Jury CDA

- Quels sont vos objectifs de performance ?
- Comment mesurez-vous les performances ?
- Avez-vous identifié des goulots d'étranglement ?
- Vos tests de charge sont-ils réalistes ?
- Comment surveillez-vous les performances en production ?

7.3 Qualité du code avec SonarQube

SonarQube analyse automatiquement la qualité du code, détecte les bugs, les vulnérabilités de sécurité, et les code smells. L'intégration dans la CI/CD garantit que seuls les codes de qualité sont déployés. Les métriques de qualité (complexité cyclomatique, duplication, couverture) guident l'amélioration continue.

Les règles de qualité sont configurées selon les standards de l'équipe et les bonnes pratiques de l'industrie. Les rapports de qualité facilitent la communication avec les parties prenantes et la prise de décision technique.

Lighthouse mesure automatiquement les performances, l'accessibilité, les bonnes pratiques et le SEO des applications web. L'intégration dans la CI/CD permet de surveiller ces métriques à chaque déploiement et d'alerter en cas de régression.

Exemple**Configuration SonarQube :**

```

1 # sonar-project.properties
2 sonar.projectKey=project-management-app
3 sonar.projectName=Project Management Application
4 sonar.projectVersion=1.0
5
6 # Sources et tests
7 sonar.sources=src
8 sonar.tests=tests
9 sonar.test.inclusions=tests/**/*.test.js
10
11 # Exclusions
12 sonar.exclusions=node_modules/**,dist/**,coverage/**
13
14 # Métriques de qualité
15 sonar.javascript.lcov.reportPaths=coverage/lcov.info
16 sonar.coverage.exclusions=tests/**,*/**/*.test.js
17
18 # Règles de qualité
19 sonar.qualitygate.wait=true
20 sonar.qualitygate.timeout=300

```

Exemple**Rapport de qualité SonarQube :**

Métrique	Objectif	Actuel	Statut
Couverture de code	> 80%	85%	✓
Duplication	< 3%	1.2%	✓
Complexité cyclomatique	< 10	7.3	✓
Maintenabilité	A	A	✓
Fiabilité	A	A	✓
Sécurité	A	A	✓

Exemple de correction de code smell :

```

1 // AVANT : Méthode trop longue
2 const processUserData = (userData) => {
3   const validatedData = validateUserData(userData);
4   const processedData = transformUserData(validatedData);
5   const enrichedData = enrichWithExternalData(processedData);
6   const formattedData = formatForDatabase(enrichedData);
7   const savedData = saveToDatabase(formattedData);
8   const auditLog = createAuditLog(savedData);
9   const notification = sendNotification(auditLog);
10  return notification;
11};
12
13 // APRÈS : Méthodes courtes et focalisées
14 const processUserData = (userData) => {
15   const validatedData = validateUserData(userData);
16   const processedData = transformUserData(validatedData);
17   return saveUserData(processedData);
18};
19
20 const saveUserData = (data) => {
21   const enrichedData = enrichWithExternalData(data);
22   const formattedData = formatForDatabase(enrichedData);
23   const savedData = saveToDatabase(formattedData);
24   auditUserAction(savedData);
25   return savedData;
26};

```

Focus GitHub

Intégration SonarQube dans GitHub Actions :

```

1 name: Quality Gate
2 on: [push, pull_request]

3
4 jobs:
5   quality:
6     runs-on: ubuntu-latest
7     steps:
8       - uses: actions/checkout@v3

9
10      - name: Setup Node.js
11        uses: actions/setup-node@v3
12        with:
13          node-version: '18'

14
15      - name: Install dependencies
16        run: npm ci

17
18      - name: Run tests
19        run: npm test -- --coverage

20
21      - name: SonarQube Scan
22        uses: SonarSource/sonarqube-scan-action@v1
23        env:
24          GITHUB_TOKEN: ${{ secrets.GITHUB_TOKEN }}
25          SONAR_TOKEN: ${{ secrets.SONAR_TOKEN }}
```

Métriques de qualité GitHub :

- **Couverture** : 85% (objectif : >80%)
- **Bugs** : 0 (objectif : 0)
- **Vulnérabilités** : 0 (objectif : 0)
- **Code smells** : 12 (objectif : <20)
- **Duplication** : 1.2% (objectif : <3%)

Métriques Lighthouse :

- **Performance** : 92/100 (objectif : >90)
- **Accessibilité** : 95/100 (objectif : >90)
- **Best Practices** : 88/100 (objectif : >85)
- **SEO** : 90/100 (objectif : >85)

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Intégrer SonarQube dans votre pipeline CI/CD
- Intégrer Lighthouse CI pour surveiller les performances web
- Définir des seuils de qualité appropriés
- Corriger les code smells et vulnérabilités détectés
- Surveiller les métriques de qualité dans le temps
- Former l'équipe aux bonnes pratiques de qualité

Contrôles Jury CDA

- Comment mesurez-vous la qualité de votre code ?
- Quels sont vos scores Lighthouse pour les performances et l'accessibilité ?
- Vos métriques de qualité sont-elles satisfaisantes ?
- Comment gérez-vous les code smells détectés ?
- Avez-vous intégré la qualité dans votre CI/CD ?
- Comment améliorez-vous la qualité en continu ?

7.4 Liens utiles

- Jest Documentation : <https://jestjs.io/docs/getting-started>
- Cypress Testing : <https://docs.cypress.io/>
- SonarQube : <https://docs.sonarsource.com/sonarqube/latest/>
- Lighthouse CI : <https://developers.google.com/web/tools/lighthouse-ci>
- k6 Performance Testing : <https://k6.io/docs/>
- Testing Best Practices : <https://testingjavascript.com/>

Chapitre 8

Déploiement et CI/CD

8.1 Containerisation avec Docker

La containerisation Docker standardise l'environnement de développement et de production, garantissant la reproductibilité des déploiements. Le Dockerfile multi-stage optimise la taille des images en séparant les phases de build et de runtime. Docker Compose orchestre les services (application, base de données, cache) pour un environnement complet.

Les images Docker sont optimisées pour la sécurité avec des utilisateurs non-root et des images de base minimales. Le cache des layers Docker accélère les builds et réduit la consommation de bande passante.

Exemple**Dockerfile multi-stage :**

```

1  ## Stage 1: Build
2  FROM node:18-alpine AS builder
3
4  WORKDIR /app
5
6  ## Copier les fichiers de dépendances
7  COPY package*.json ./
8  RUN npm ci --only=production
9
10 ## Copier le code source
11 COPY . .
12
13 ## Build de l'application
14 RUN npm run build
15
16 ## Stage 2: Production
17 FROM node:18-alpine AS production
18
19 ## Créer un utilisateur non-root
20 RUN addgroup -g 1001 -S nodejs
21 RUN adduser -S nextjs -u 1001
22
23 WORKDIR /app
24
25 ## Copier les dépendances de production
26 COPY --from=builder /app/node_modules ./node_modules
27 COPY --from=builder /app/dist ./dist
28 COPY --from=builder /app/package*.json ./
29
30 ## Changer le propriétaire des fichiers
31 RUN chown -R nextjs:nodejs /app
32 USER nextjs
33
34 ## Exposer le port
35 EXPOSE 3000
36
37 ## Variables d'environnement
38 ENV NODE_ENV=production
39 ENV PORT=3000
40
41 ## Commande de démarrage
42 CMD ["node", "dist/index.js"]

```

Docker Compose pour l'environnement complet (1/2) :

```

1 version: '3.8'
2
3 services:
4   app:
5     build: .
6     ports:
7       - "3000:3000"
8     environment:
9       - NODE_ENV=production
10      - DATABASE_URL=postgresql://user:pass@postgres:5432/projectdb
11      - MONGODB_URI=mongodb://mongo:27017/projectlogs
12     depends_on:
13       - postgres
14       - mongo
15         - redis
16     restart: unless-stopped
17

```

Exemple**Docker Compose pour l'environnement complet (2/2) :**

```

1 mongo:
2   image: mongo:6
3   environment:
4     - MONGO_INITDB_ROOT_USERNAME=admin
5     - MONGO_INITDB_ROOT_PASSWORD=password
6   volumes:
7     - mongo_data:/data/db
8   ports:
9     - "27017:27017"
10  restart: unless-stopped
11
12 redis:
13   image: redis:7-alpine
14   ports:
15     - "6379:6379"
16   restart: unless-stopped
17
18 volumes:
19   postgres_data:
20   mongo_data:

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Utiliser des Dockerfiles multi-stage pour optimiser les images
- Créer des utilisateurs non-root pour la sécurité
- Organiser les services avec Docker Compose
- Optimiser le cache des layers Docker
- Surveiller la taille et la sécurité des images

Contrôles Jury CDA

- Pourquoi utiliser Docker pour votre application ?
- Comment optimisez-vous vos images Docker ?
- Votre Dockerfile est-il sécurisé ?
- Comment gérez-vous les secrets dans Docker ?
- Avez-vous testé vos conteneurs en production ?

8.2 Pipeline CI/CD avec GitHub Actions

Le pipeline CI/CD automatise les étapes de linting, build, test, scan de sécurité et déploiement. GitHub Actions exécute ces étapes à chaque push et Pull Request, garantissant la qualité du code avant intégration. Les secrets et variables d'environnement sécurisent les informations sensibles.

Le déploiement automatique vers les environnements de staging et production suit une approche blue-green pour minimiser les risques. Les rollbacks automatiques sont déclenchés en cas de détection d'anomalies.

Exemple**Workflow GitHub Actions complet (1/3) :**

```
1 name: CI/CD Pipeline
2
3 on:
4   push:
5     branches: [main, develop]
6   pull_request:
7     branches: [main, develop]
8
9 env:
10  NODE_VERSION: '18'
11  REGISTRY: ghcr.io
12  IMAGE_NAME: ${{ github.repository }}
13
14 jobs:
15  # Job 1: Lint et tests
16  test:
17    runs-on: ubuntu-latest
18    steps:
19      - name: Checkout code
20        uses: actions/checkout@v4
21
22      - name: Setup Node.js
23        uses: actions/setup-node@v4
24        with:
25          node-version: ${{ env.NODE_VERSION }}
26          cache: 'npm'
27
28      - name: Install dependencies
29        run: npm ci
30
31      - name: Run linter
32        run: npm run lint
33
34      - name: Run type checking
35        run: npm run type-check
36
37      - name: Run tests
38        run: npm test -- --coverage
39
40      - name: Upload coverage
41        uses: codecov/codecov-action@v3
42        with:
43          token: ${{ secrets.CODECOV_TOKEN }}
```

Exemple**Workflow GitHub Actions complet (2/3) :**

```
1 # Job 2: Build et scan de sécurité
2 build-and-scan:
3     runs-on: ubuntu-latest
4     needs: test
5     steps:
6         - name: Checkout code
7             uses: actions/checkout@v4
8
9         - name: Build Docker image
10            run: docker build -t ${{ env.IMAGE_NAME }}:${{ github.sha }} .
11
12         - name: Run Trivy security scan
13             uses: aquasecurity/trivy-action@master
14             with:
15                 image-ref: ${{ env.IMAGE_NAME }}:${{ github.sha }}
16                 format: 'sarif'
17                 output: 'trivy-results.sarif'
18
19         - name: Upload Trivy scan results
20             uses: github/codeql-action/upload-sarif@v2
21             with:
22                 sarif_file: 'trivy-results.sarif'
```

Exemple**Workflow GitHub Actions complet (3/3) :**

```
1 # Job 3: Déploiement staging
2 deploy-staging:
3   runs-on: ubuntu-latest
4   needs: build-and-scan
5   if: github.ref == 'refs/heads/develop'
6   environment: staging
7   steps:
8     - name: Deploy to staging
9       run: |
10         echo "Deploying to staging environment"
11         # Script de déploiement staging
12         ./scripts/deploy.sh staging
13
14 # Job 4: Déploiement production
15 deploy-production:
16   runs-on: ubuntu-latest
17   needs: build-and-scan
18   if: github.ref == 'refs/heads/main'
19   environment: production
20   steps:
21     - name: Deploy to production
22       run: |
23         echo "Deploying to production environment"
24         # Script de déploiement production
25         ./scripts/deploy.sh production
26
27     - name: Run smoke tests
28       run: |
29         echo "Running smoke tests"
30         npm run test:smoke
31
32     - name: Notify team
33       if: always()
34       uses: 8398a7/action-slack@v3
35       with:
36         status: ${{ job.status }}
37         channel: '#deployments'
38         webhook_url: ${{ secrets.SLACK_WEBHOOK }}
```

Exemple**Script de déploiement (1/2) :**

```
1 #!/bin/bash
2 # scripts/deploy.sh
3
4 set -e
5
6 ENVIRONMENT=$1
7 IMAGE_TAG=${2:-latest}
8
9 echo "Deploying to $ENVIRONMENT environment with tag $IMAGE_TAG"
10
11 # Mise à jour des images Docker
12 docker-compose -f docker-compose.$ENVIRONMENT.yml pull
```

Exemple**Script de déploiement (2/2) :**

```
1 # Déploiement blue-green
2 if [ "$ENVIRONMENT" = "production" ]; then
3     # Déploiement en blue-green
4     docker-compose -f docker-compose.prod.yml up -d --scale app=2
5     sleep 30
6     docker-compose -f docker-compose.prod.yml up -d --scale app=1
7 else
8     # Déploiement simple pour staging
9     docker-compose -f docker-compose.staging.yml up -d
10 fi
11
12 # Vérification de santé
13 echo "Checking application health..."
14 curl -f http://localhost:3000/health || exit 1
15
16 echo "Deployment to $ENVIRONMENT completed successfully"
```

Focus GitHub**Pipeline CI/CD GitHub Actions :**

- **Lint** : ESLint, Prettier, TypeScript
- **Tests** : Unit, Integration, E2E
- **Sécurité** : Trivy, CodeQL, Snyk
- **Build** : Docker multi-stage
- **Deploy** : Blue-green, rollback auto

Environnements et secrets :

- **Staging** : Auto-deploy depuis develop
- **Production** : Auto-deploy depuis main
- **Secrets** : DATABASE_URL, JWT_SECRET, API_KEYS
- **Variables** : NODE_ENV, PORT, LOG_LEVEL

Métriques de pipeline :

- **Durée moyenne** : 8 minutes
- **Taux de succès** : 95%
- **Temps de déploiement** : 3 minutes
- **Rollbacks** : 2% des déploiements

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Automatiser tous les aspects du pipeline CI/CD
- Séparer les environnements de staging et production
- Implémenter des tests de non-régression automatisés
- Configurer des alertes en cas d'échec de déploiement
- Documenter les procédures de rollback

Contrôles Jury CDA

- Votre pipeline CI/CD est-il complet ?
- Comment gérez-vous les secrets et variables ?
- Avez-vous prévu les rollbacks automatiques ?
- Comment testez-vous vos déploiements ?
- Votre pipeline respecte-t-il les bonnes pratiques ?

8.3 Documentation et monitoring

La documentation technique couvre l'API avec Swagger/OpenAPI, les procédures opérationnelles dans un runbook, et le monitoring avec des dashboards temps réel. Les logs structurés facilitent le debugging et l'analyse des performances. Les alertes automatiques notifient l'équipe en cas d'anomalie.

Le monitoring couvre les métriques applicatives (latence, débit, erreurs) et infrastructure (CPU, mémoire, disque). Les dashboards Grafana visualisent ces métriques pour faciliter la surveillance et l'analyse des tendances.

Exemple**Documentation API Swagger :**

```
1 openapi: 3.0.0
2 info:
3     title: Project Management API
4     version: 1.0.0
5
6 paths:
7     /projects:
8         get:
9             summary: Liste des projets
10            parameters:
11                - name: page
12                    in: query
13                    schema:
14                        type: integer
15                        default: 1
16            responses:
17                '200':
18                    description: Liste des projets
19                    content:
20                        application/json:
21                            schema:
22                                type: object
23                                properties:
24                                    data:
25                                        type: array
26                                        items:
27                                            $ref: '#/components/schemas/Project'
28
29        post:
30            summary: Créer un projet
31            requestBody:
32                required: true
33                content:
34                    application/json:
35                        schema:
36                            $ref: '#/components/schemas/ProjectInput'
37            responses:
38                '201':
39                    description: Projet créé
40
41 components:
42     schemas:
43         Project:
44             type: object
45             properties:
46                 id: { type: string, format: uuid }
47                 name: { type: string }
48                 description: { type: string }
49                 createdAt: { type: string, format: date-time }
50         ProjectInput:
51             type: object
52             required: [name]
53             properties:
54                 name: { type: string, minLength: 1 }
55                 description: { type: string }
```

Exemple**Runbook opérationnel (1/3) :**

```
1 # Runbook - Project Management Application
2
3 ## Procédures de démarrage
4
5 ##### Démarrage de l'application
6 ````bash
7 # Environnement de développement
8 docker-compose up -d
9
10 # Environnement de production
11 docker-compose -f docker-compose.prod.yml up -d
12 `````
13
14 ##### Vérification de santé
15 ````bash
16 curl -f http://localhost:3000/health
17 ````
```

Exemple**Runbook opérationnel (2/3) :**

```
1 ## Procédures de maintenance
2
3 ##### Sauvegarde des données
4 ````bash
5 # PostgreSQL
6 pg_dump -h localhost -U user projectdb > backup_$(date +%Y%m%d).sql
7
8 # MongoDB
9 mongodump --host localhost:27017 --db projectlogs --out backup_mongo_$(date +%Y%m%d)
10 `````
11
12 ##### Mise à jour de l'application
13 ````bash
14 # Pull de la nouvelle image
15 docker-compose pull
16
17 # Redémarrage avec la nouvelle image
18 docker-compose up -d
19 ````
```

Exemple**Configuration de monitoring :**

```

1  # docker-compose.monitoring.yml
2  version: '3.8'

3
4  services:
5    prometheus:
6      image: prom/prometheus
7      ports:
8        - "9090:9090"
9      volumes:
10        - ./monitoring/prometheus.yml:/etc/prometheus/prometheus.yml
11      command:
12        - '--config.file=/etc/prometheus/prometheus.yml'
13        - '--storage.tsdb.path=/prometheus'
14        - '--web.console.libraries=/etc/prometheus/console_libraries'
15        - '--web.console.templates=/etc/prometheus/consoles'
16

17  grafana:
18    image: grafana/grafana
19    ports:
20      - "3001:3000"
21    environment:
22      - GF_SECURITY_ADMIN_PASSWORD=admin
23    volumes:
24      - grafana_data:/var/lib/grafana
25

26  node-exporter:
27    image: prom/node-exporter
28    ports:
29      - "9100:9100"
30    volumes:
31      - /proc:/host/proc:ro
32      - /sys:/host/sys:ro
33      - /:/rootfs:ro
34

35  volumes:
36    grafana_data:

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Documenter l'API avec OpenAPI/Swagger
- Créer un runbook opérationnel complet
- Implémenter un monitoring proactif
- Configurer des alertes automatiques
- Former l'équipe aux procédures opérationnelles

Contrôles Jury CDA

- Votre API est-elle documentée ?
- Avez-vous un runbook opérationnel ?
- Comment surveillez-vous votre application ?
- Vos alertes sont-elles configurées ?
- L'équipe connaît-elle les procédures d'urgence ?

8.4 Liens utiles

- Dockerfile reference : <https://docs.docker.com/reference/dockerfile/>
- Docker Compose : <https://docs.docker.com/compose/>
- GitHub Actions : <https://docs.github.com/actions>
- Postman : <https://learning.postman.com/docs/getting-started/introduction/>
- Prometheus : <https://prometheus.io/docs/>

Chapitre 9

Veille technologique et sécurité

9.1 Veille technologique stack

La veille technologique couvre l'évolution des technologies utilisées dans le projet : React, Node.js, PostgreSQL, MongoDB, et Docker. Les sources d'information incluent les blogs officiels, GitHub releases, et les communautés techniques. Cette veille permet d'anticiper les évolutions et de planifier les mises à jour.

L'analyse des tendances technologiques guide les choix d'architecture et d'implémentation. La participation aux communautés open source et aux conférences enrichit la compréhension des bonnes pratiques et des innovations.

Exemple

Sources de veille technologique :

- **Frontend** : React Blog, Next.js Releases, TypeScript Roadmap
- **Backend** : Node.js Releases, Express.js Updates, Prisma Changelog
- **Bases de données** : PostgreSQL Release Notes, MongoDB Updates
- **DevOps** : Docker Blog, Kubernetes Releases, GitHub Actions Updates
- **Sécurité** : OWASP News, CVE Database, Security Advisories

Exemple de veille React :

```
React 18.2.0 (Janvier 2024)
+-- Nouvelles fonctionnalités
|   +-- Concurrent Features stabilisées
|   +-- Suspense amélioré
|   +-- Server Components en production
+-- Performances
|   +-- Réduction de 15% du bundle size
|   +-- Amélioration du rendu concurrent
+-- Migration
    +-- Breaking changes mineurs
    +-- Guide de migration disponible
```

Impact sur le projet :

- **React 18** : Migration planifiée pour Q2 2024
- **Node.js 20** : Mise à jour pour les performances
- **PostgreSQL 16** : Nouvelles fonctionnalités JSON
- **Docker Compose V2** : Amélioration des performances

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Suivre les releases officielles des technologies utilisées
- Participer aux communautés techniques (GitHub, Stack Overflow)
- S'abonner aux newsletters et blogs spécialisés
- Tester les nouvelles versions en environnement de développement
- Documenter les impacts et planifier les migrations

Contrôles Jury CDA

- Quelles sources utilisez-vous pour votre veille ?
- Comment identifiez-vous les technologies émergentes ?
- Avez-vous planifié des mises à jour technologiques ?
- Comment évaluez-vous l'impact des nouvelles versions ?
- Votre veille influence-t-elle vos choix techniques ?

9.2 Bonnes pratiques sécurité

La veille sécurité suit les recommandations OWASP, les CVE (Common Vulnerabilities and Exposures), et les advisories des éditeurs. L'analyse des menaces émergentes guide l'évolution des mesures de protection. Les tests de pénétration réguliers valident l'efficacité des contrôles de sécurité.

L'application des bonnes pratiques sécurité inclut la mise à jour régulière des dépendances, la configuration sécurisée des services, et la formation de l'équipe aux risques. La documentation des incidents et des contre-mesures enrichit la base de connaissances sécurité.

Exemple**Veille sécurité OWASP 2024 :**

- **A01 - Broken Access Control** : Nouveaux patterns d'attaque
- **A02 - Cryptographic Failures** : Vulnérabilités des algorithmes
- **A03 - Injection** : Évolution des techniques d'injection
- **A04 - Insecure Design** : Risques de conception
- **A05 - Security Misconfiguration** : Configurations par défaut

Exemple de vulnérabilité suivie :

CVE-2024-1234: Vulnerability in Express.js
+++ Severity: HIGH (CVSS 7.5)
+++ Description: Prototype pollution in req.query
+++ Affected versions: < 4.18.3
+++ Impact: Remote code execution possible
+++ Mitigation: Update to Express 4.18.3+
+++ Status: Fixed in project (v4.18.5)

Mesures de sécurité appliquées :

- **Dépendances** : Audit automatique avec npm audit
- **Conteneurs** : Scan de vulnérabilités avec Trivy
- **Code** : Analyse statique avec SonarQube
- **Runtime** : Monitoring des anomalies avec Prometheus
- **Formation** : Sessions sécurité trimestrielles

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Surveiller les CVE et advisories de sécurité
- Automatiser l'audit des dépendances
- Implémenter des tests de sécurité automatisés
- Former l'équipe aux bonnes pratiques sécurité
- Documenter les incidents et les contre-mesures

Contrôles Jury CDA

- Comment surveillez-vous les vulnérabilités ?
- Avez-vous automatisé l'audit de sécurité ?
- Comment gérez-vous les vulnérabilités critiques ?
- L'équipe est-elle formée à la sécurité ?
- Avez-vous un plan de réponse aux incidents ?

9.3 Application au projet

La veille technologique et sécurité influence directement les choix d'architecture et d'implémentation du projet. Les nouvelles fonctionnalités sont évaluées selon leur impact sur la sécurité, les performances, et la maintenabilité. Les mises à jour sont planifiées selon un calendrier de migration structuré.

L'intégration des bonnes pratiques découvertes améliore continuellement la qualité du code et la sécurité de l'application. La documentation des décisions techniques facilite la transmission des connaissances et la maintenance future.

Exemple

Évolution technique du projet :

- **Q1 2024** : Migration vers React 18 pour les performances
- **Q2 2024** : Implémentation des Server Components
- **Q3 2024** : Mise à jour PostgreSQL 16 pour les JSON
- **Q4 2024** : Migration vers Node.js 20 LTS

Améliorations sécurité appliquées :

```

1 // AVANT : Validation basique
2 const validateUser = (userData) => {
3     if (userData.email && userData.password) {
4         return true;
5     }
6     return false;
7 };
8
9 // APRÈS : Validation robuste avec sanitisation
10 const validateUser = (userData) => {
11     const schema = Joi.object({
12         email: Joi.string().email().max(255).required(),
13         password: Joi.string().min(8).pattern(/^(?=.*[a-z])(?=.*[A-Z])(?=.*\d)/).required(),
14         name: Joi.string().max(100).sanitize().required()
15     });
16
17     const { error, value } = schema.validate(userData);
18     if (error) {
19         throw new ValidationError(error.details[0].message);
20     }
21
22     return value;
23 };

```

Métriques d'amélioration :

Aspect	Avant	Après	Amélioration
Temps de réponse	800ms	450ms	-44%
Vulnérabilités	12	0	-100%
Couverture tests	65%	85%	+31%
Bundle size	2.1MB	1.4MB	-33%

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Intégrer les bonnes pratiques découvertes en veille
- Planifier les migrations technologiques
- Mesurer l'impact des améliorations
- Documenter les décisions techniques
- Partager les connaissances avec l'équipe

Contrôles Jury CDA

- Comment appliquez-vous votre veille au projet ?
- Avez-vous mesuré l'impact des améliorations ?
- Vos décisions techniques sont-elles documentées ?
- Comment partagez-vous vos connaissances ?
- Votre veille influence-t-elle la roadmap ?

9.4 Liens utiles

- InfoQ : <https://www.infoq.com/>
- OWASP News : <https://owasp.org/news/>
- PostgreSQL Release Notes : <https://www.postgresql.org/docs/release/>
- React Blog : <https://react.dev/blog>
- Node.js Releases : <https://nodejs.org/en/about/releases/>

Chapitre 10

Bilan et retour d'expérience (REX)

10.1 Objectifs atteints et non atteints

L'analyse des objectifs initiaux révèle un taux d'atteinte de 85% des objectifs SMART définis. Les objectifs métier ont été largement atteints avec la livraison du MVP dans les délais. Les objectifs techniques ont été partiellement atteints, avec quelques ajustements nécessaires pour optimiser les performances. Les objectifs pédagogiques ont été dépassés grâce aux apprentissages supplémentaires acquis.

Les objectifs non atteints concernent principalement des fonctionnalités avancées reportées en v2.0 pour respecter les contraintes temporelles. Cette priorisation a permis de livrer un produit fonctionnel et stable dans les délais impartis.

Exemple

Bilan des objectifs SMART :

Objectif	Statut	Mesure	Commentaire
Réduction temps reporting	Atteint	-42%	Dépassé l'objectif de -40%
Livraison MVP 6 mois	Atteint	5.5 mois	Livré en avance
Adoption utilisateurs	Partiel	78%	Objectif 90%, formation nécessaire
Performance P95 < 500ms	Atteint	320ms	Dépassé l'objectif
Sécurité 0 vulnérabilité	Atteint	0	Objectif atteint

Objectifs non atteints :

- **Analytics avancées** : Reporté en v2.0 (complexité technique)
- **Intégrations externes** : Reporté en v2.0 (priorités métier)
- **Mobile native** : Reporté en v2.0 (PWA suffisant)
- **IA prédictive** : Reporté en v2.0 (ROI incertain)

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Analyser objectivement l'atteinte des objectifs
- Identifier les causes des non-atteintes
- Documenter les ajustements nécessaires
- Prévoir les actions correctives pour v2.0
- Communiquer les résultats aux parties prenantes

Contrôles Jury CDA

- Quels objectifs avez-vous atteints ?
- Pourquoi certains objectifs n'ont-ils pas été atteints ?
- Comment mesurez-vous le succès de votre projet ?
- Avez-vous ajusté vos objectifs en cours de projet ?
- Quels sont vos objectifs pour la v2.0 ?

10.2 Difficultés rencontrées et solutions

Les principales difficultés ont concerné l'intégration des bases de données hétérogènes, la gestion des performances sous charge, et la coordination des équipes distribuées. Chaque

difficulté a été analysée pour identifier les causes racines et implémenter des solutions durables.

L'approche de résolution de problèmes a combiné l'analyse technique, la recherche de solutions existantes, et l'innovation pour des cas spécifiques. La documentation des solutions facilite la réutilisation et l'amélioration continue.

Exemple

Tableau risques → mitigation → résultat :

Risque	Mitigation	Résultat	Apprentissage
Performance DB	Index + cache Redis	Latence -60%	Cache stratégique
Intégration équipes	Daily standups	Communication +40%	Processus agile
Sécurité données	Chiffrement + audit	0 incident	Sécurité by design
Délais serrés	MVP + priorités	Livraison à temps	Focus sur l'essentiel
Complexité technique	Architecture simple	Maintenance facile	KISS principe

Exemple de difficulté résolue :

Problème: Latence élevée des requêtes PostgreSQL

```

+++ Symptômes
|   --- Temps de réponse > 2s
|   --- Timeout des requêtes complexes
|   --- Surcharge CPU base de données
+++ Analyse
|   --- Requêtes sans index appropriés
|   --- Jointures sur de gros volumes
|   --- Pas de cache applicatif
+++ Solutions implémentées
|   --- Création d'index composites
|   --- Optimisation des requêtes
|   --- Mise en place de Redis cache
|   --- Pagination des résultats
+++ Résultat
    --- Latence réduite à 200ms
    --- CPU base stabilisé
    --- Expérience utilisateur améliorée

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Documenter toutes les difficultés rencontrées
- Analyser les causes racines des problèmes
- Rechercher des solutions existantes avant d'innover
- Tester les solutions avant déploiement
- Partager les apprentissages avec l'équipe

Contrôles Jury CDA

- Quelles ont été vos principales difficultés ?
- Comment avez-vous résolu ces difficultés ?
- Avez-vous documenté vos solutions ?
- Ces difficultés étaient-elles prévisibles ?
- Comment éviterez-vous ces difficultés à l'avenir ?

10.3 Dettes techniques et apprentissages

Les dettes techniques identifiées incluent la refactorisation de certains composants React, l'optimisation des requêtes MongoDB, et l'amélioration de la couverture de tests. Ces dettes sont documentées avec des priorités et des estimations pour faciliter la planification des futures itérations.

Les apprentissages techniques couvrent l'architecture microservices, la gestion des performances, et les bonnes pratiques de sécurité. Ces connaissances sont transférables à d'autres projets et enrichissent l'expertise de l'équipe.

Exemple

Registre des dettes techniques :

Dette	Priorité	Effort	Impact	Planification
Refactor composants React	Moyenne	2 semaines	Maintenabilité	v1.2
Optimisation requêtes Mongo	Haute	1 semaine	Performance	v1.1
Tests E2E manquants	Haute	1 semaine	Qualité	v1.1
Documentation API	Basse	3 jours	Développement	v1.3
Migration TypeScript	Moyenne	3 semaines	Robustesse	v2.0

Apprentissages transférables :

- **Architecture** : Pattern Repository pour l'abstraction des données
- **Performance** : Stratégies de cache multi-niveaux
- **Sécurité** : Implémentation JWT avec refresh tokens
- **Tests** : Pyramide de tests avec couverture optimale
- **DevOps** : Pipeline CI/CD avec déploiement blue-green

Exemple d'apprentissage concret :

```

1 // AVANT : Gestion d'état complexe
2 const [projects, setProjects] = useState([]);
3 const [loading, setLoading] = useState(false);
4 const [error, setError] = useState(null);
5
6 // APRÈS : Hook personnalisé réutilisable
7 const useProjects = () => {
8     const [state, setState] = useState({
9         data: [],
10        loading: false,
11        error: null
12    });
13
14    const fetchProjects = useCallback(async () => {
15        setState(prev => ({ ...prev, loading: true }));
16        try {
17            const projects = await projectService.getAll();
18            setState({ data: projects, loading: false, error: null });
19        } catch (err) {
20            setState(prev => ({ ...prev, loading: false, error: err.message }));
21        }
22    }, []);
23
24    return { ...state, fetchProjects };
25}

```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Identifier et documenter toutes les dettes techniques
- Prioriser les dettes selon leur impact et urgence
- Planifier la résolution des dettes dans les futures versions
- Capitaliser sur les apprentissages pour les futurs projets
- Partager les bonnes pratiques avec l'équipe

Contrôles Jury CDA

- Quelles dettes techniques avez-vous identifiées ?
- Comment priorisez-vous ces dettes ?
- Quels apprentissages tirez-vous de ce projet ?
- Ces apprentissages sont-ils transférables ?
- Comment capitalisez-vous sur ces expériences ?

10.4 Liens utiles

- Postmortems (Google SRE) : <https://sre.google/sre-book/postmortem-culture/>
- Technical Debt : <https://martinfowler.com/bliki/TechnicalDebt.html>
- Retrospectives : <https://www.atlassian.com/team-playbook/plays/retrospective>
- Lessons Learned : <https://bit.ly/lessons-learned>
- Knowledge Management : <https://bit.ly/knowledge-management>

Chapitre 11

Conclusion et remerciements

11.1 Synthèse du projet

Ce projet de développement d'une application de gestion de projets a permis de mettre en pratique les compétences acquises en alternance CDA dans un contexte professionnel concret. L'architecture 3 tiers avec React, Node.js, PostgreSQL et MongoDB a démontré sa robustesse et sa scalabilité. Les objectifs métier ont été largement atteints avec une réduction de 42% du temps de reporting et une adoption utilisateur de 78%.

La démarche méthodologique Agile a facilité la collaboration et l'adaptation aux besoins évolutifs. Les bonnes pratiques de développement, de sécurité et de déploiement ont été appliquées avec succès, garantissant la qualité et la fiabilité de la solution livrée.

Exemple

Chiffres clés du projet :

Métrique	Valeur	Objectif
Durée de développement	5.5 mois	6 mois
Couverture de code	85%	80%
Performance P95	320ms	500ms
Vulnérabilités sécurité	0	0
Adoption utilisateurs	78%	90%
Temps de reporting	-42%	-40%

Technologies maîtrisées :

- **Frontend** : React 18, TypeScript, Redux Toolkit
- **Backend** : Node.js, Express.js, Prisma ORM
- **Bases de données** : PostgreSQL, MongoDB, Redis
- **DevOps** : Docker, GitHub Actions, SonarQube
- **Sécurité** : JWT, Argon2, OWASP Top 10

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Synthétiser les résultats quantitatifs et qualitatifs
- Mettre en avant les compétences développées
- Identifier les points forts et les axes d'amélioration
- Préparer la présentation des résultats au jury
- Documenter les apprentissages pour la suite du parcours

Contrôles Jury CDA

- Pouvez-vous résumer les résultats de votre projet ?
- Quelles compétences avez-vous développées ?
- Quels sont vos points forts et faibles ?
- Comment évaluez-vous votre progression ?
- Quels sont vos objectifs pour la suite ?

11.2 Perspectives d'évolution

Les perspectives d'évolution du projet incluent le développement de la v2.0 avec des fonctionnalités avancées : analytics prédictives, intégrations externes, et intelligence artificielle. L'architecture actuelle permet une évolution progressive sans refactoring majeur. La roadmap technique prévoit la migration vers des technologies émergentes et l'optimisation continue des performances.

L'expérience acquise sur ce projet constitue une base solide pour aborder des projets plus complexes et des responsabilités techniques élargies. Les compétences développées sont directement applicables à d'autres contextes métier et technologiques.

Exemple

Roadmap technique v2.0 :

Q1 2025: Fonctionnalités avancées

- +-- Analytics prédictives avec machine learning
- +-- Intégrations API externes (Slack, Teams)
- +-- Notifications push temps réel
- +-- Optimisation performances (P95 < 200ms)

Q2 2025: Intelligence artificielle

- +-- Assistant IA pour la gestion de projet
- +-- Recommandations automatiques
- +-- Détection d'anomalies
- +-- Chatbot support utilisateur

Q3 2025: Évolutions technologiques

- +-- Migration vers React Server Components
- +-- Mise à jour Node.js 20 LTS
- +-- PostgreSQL 16 nouvelles fonctionnalités
- +-- Monitoring avancé avec Grafana

Compétences à développer :

- **Architecture** : Microservices, Event-driven architecture
- **Cloud** : AWS/Azure, Kubernetes, Serverless
- **IA/ML** : TensorFlow, PyTorch, MLOps
- **Sécurité** : Zero Trust, DevSecOps
- **Leadership** : Architecture decision records, mentoring

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Définir une vision claire pour l'évolution du projet
- Identifier les technologies émergentes pertinentes
- Planifier les compétences à développer
- Anticiper les besoins métier futurs
- Maintenir la veille technologique

Contrôles Jury CDA

- Quelles sont vos perspectives d'évolution ?
- Comment prévoyez-vous l'évolution technique ?
- Quelles compétences souhaitez-vous développer ?
- Comment anticipiez-vous les besoins futurs ?
- Votre projet est-il évolutif ?

11.3 Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce projet et à mon apprentissage en alternance CDA. Ces remerciements s'adressent à l'équipe technique, aux utilisateurs métier, aux formateurs, et à tous ceux qui ont partagé leur expertise et leur temps.

L'accompagnement reçu a été déterminant dans l'acquisition des compétences techniques et méthodologiques nécessaires à la réalisation de ce projet. Ces remerciements témoignent de la reconnaissance pour l'investissement de chacun dans ma formation professionnelle.

Exemple**Remerciements personnalisés :**

- **Mon tuteur entreprise** : Pour son accompagnement technique et son expertise
- **L'équipe de développement** : Pour la collaboration et le partage de connaissances
- **Les utilisateurs métier** : Pour leurs retours constructifs et leur patience
- **Les formateurs CDA** : Pour la transmission des fondamentaux techniques
- **La communauté open source** : Pour les outils et ressources mis à disposition

Apprentissages clés :

- **Collaboration** : L'importance du travail d'équipe en développement
- **Communication** : La nécessité de bien communiquer avec les parties prenantes
- **Adaptabilité** : La capacité à s'adapter aux changements et contraintes
- **Qualité** : L'exigence de qualité dans le développement logiciel
- **Veille** : L'importance de la veille technologique continue

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Exprimer sa gratitude de manière sincère et personnalisée
- Reconnaître l'apport spécifique de chaque personne
- Mettre en avant les apprentissages tirés des interactions
- Maintenir les relations professionnelles établies
- Préparer la suite du parcours avec confiance

Contrôles Jury CDA

- Qui souhaitez-vous remercier particulièrement ?
- Quels apprentissages tirez-vous de ces interactions ?
- Comment envisagez-vous la suite de votre parcours ?
- Quelles relations professionnelles avez-vous nouées ?
- Comment comptez-vous maintenir ces relations ?

11.4 Déploiement et documentation

Dans cette section, vous devez présenter votre stratégie de déploiement et la documentation technique de votre projet. Le jury attend une compréhension claire de votre approche

opérationnelle et de la maintenabilité de votre solution.

Votre stratégie de déploiement : [Décrivez votre approche de déploiement et de documentation]

11.4.1 Docker

Dans cette sous-section, vous devez détailler votre approche de containerisation avec Docker. Le jury attend une explication claire de votre Dockerfile et de votre orchestration.

Votre containerisation : [Décrivez votre Dockerfile et votre approche Docker]

Conteneurisation

Votre Dockerfile : [Décrivez votre Dockerfile multi-stage]

Exemple

Dockerfile multi-stage :

```
1 # Stage 1: Build
2 FROM node:18-alpine AS builder
3 WORKDIR /app
4 COPY package*.json .
5 RUN npm ci --only=production
6 COPY .
7 RUN npm run build
8
9 # Stage 2: Production
10 FROM node:18-alpine AS production
11 RUN addgroup -g 1001 -S nodejs
12 RUN adduser -S nextjs -u 1001
13 WORKDIR /app
14 COPY --from=builder /app/node_modules ./node_modules
15 COPY --from=builder /app/dist ./dist
16 COPY --from=builder /app/package*.json .
17 RUN chown -R nextjs:nodejs /app
18 USER nextjs
19 EXPOSE 3000
20 ENV NODE_ENV=production
21 CMD ["node", "dist/index.js"]
```

Compose

Votre Docker Compose : [Décrivez votre orchestration des services]

Exemple**Docker Compose pour l'environnement complet :**

```

1 version: '3.8'
2 services:
3   app:
4     build: .
5     ports:
6       - "3000:3000"
7     environment:
8       - NODE_ENV=production
9       - DATABASE_URL=postgresql://user:pass@postgres:5432/projectdb
10    depends_on:
11      - postgres
12      - redis
13    restart: unless-stopped
14
15  postgres:
16    image: postgres:15-alpine
17    environment:
18      - POSTGRES_DB=projectdb
19      - POSTGRES_USER=user
20      - POSTGRES_PASSWORD=pass
21    volumes:
22      - postgres_data:/var/lib/postgresql/data
23    restart: unless-stopped
24
25  redis:
26    image: redis:7-alpine
27    restart: unless-stopped
28
29 volumes:
30   postgres_data:

```

11.4.2 GitHub (code source)

Dans cette sous-section, vous devez présenter votre organisation du code source sur GitHub. Le jury attend une explication claire de votre structure de repository et de vos conventions.

Votre organisation GitHub : *[Décrivez votre structure de repository et vos conventions]*

Exemple**Structure du repository :**

```

project-management-app/
++ src/                               # Code source
|   +- frontend/                      # Application React
|   +- backend/                       # API Node.js
|   +- shared/                        # Code partagé
++ docs/                                # Documentation
|   +- api/                            # Documentation API
|   +- deployment/                   # Procédures de déploiement
|   +- architecture/                # Documentation architecture
++ scripts/                             # Scripts utilitaires
++ tests/                               # Tests automatisés
++ docker/                             # Configuration Docker
++ .github/                            # GitHub Actions et templates

```

11.4.3 CI/CD

Dans cette sous-section, vous devez présenter votre pipeline CI/CD. Le jury attend une explication claire de votre automatisation et de vos environnements.

Votre pipeline CI/CD : *[Décrivez votre automatisation et vos environnements]*

Exemple

Pipeline CI/CD GitHub Actions :

```
1 name: CI/CD Pipeline
2 on:
3   push:
4     branches: [main, develop]
5   pull_request:
6     branches: [main, develop]
7
8 jobs:
9   test:
10    runs-on: ubuntu-latest
11    steps:
12      - uses: actions/checkout@v4
13      - name: Setup Node.js
14        uses: actions/setup-node@v4
15        with:
16          node-version: '18'
17      - name: Install dependencies
18        run: npm ci
19      - name: Run tests
20        run: npm test -- --coverage
21
22 deploy-staging:
23   runs-on: ubuntu-latest
24   needs: test
25   if: github.ref == 'refs/heads/develop'
26   steps:
27     - name: Deploy to staging
28       run: ./scripts/deploy.sh staging
29
30 deploy-production:
31   runs-on: ubuntu-latest
32   needs: test
33   if: github.ref == 'refs/heads/main'
34   steps:
35     - name: Deploy to production
36       run: ./scripts/deploy.sh production
```

11.4.4 SonarQube

Dans cette sous-section, vous devez présenter votre approche de qualité du code avec SonarQube. Le jury attend une explication claire de vos métriques et de votre intégration.

Votre qualité du code : *[Décrivez vos métriques de qualité et votre intégration SonarQube]*

Exemple**Métriques de qualité SonarQube :**

Métrique	Objectif	Actuel	Statut
Couverture de code	> 80%	85%	✓
Duplication	< 3%	1.2%	✓
Complexité cyclomatique	< 10	7.3	✓
Maintenabilité	A	A	✓
Fiabilité	A	A	✓
Sécurité	A	A	✓

11.4.5 Swagger

Dans cette sous-section, vous devez présenter votre documentation API avec Swagger. Le jury attend une explication claire de votre documentation et de son utilisation.

Votre documentation API : *[Décrivez votre documentation Swagger et son utilisation]*

Exemple**Documentation API Swagger :**

```
1 openapi: 3.0.0
2 info:
3     title: Project Management API
4     version: 1.0.0
5     description: API pour la gestion des projets
6
7 paths:
8     /projects:
9         get:
10            summary: Liste des projets
11            responses:
12                '200':
13                    description: Liste des projets
14                    content:
15                        application/json:
16                            schema:
17                                type: object
18                                properties:
19                                    data:
20                                        type: array
21                                        items:
22                                            $ref: '#/components/schemas/Project'
23
24 components:
25     schemas:
26         Project:
27             type: object
28             properties:
29                 id:
30                     type: string
31                     format: uuid
32                 name:
33                     type: string
34                 description:
35                     type: string
36                 createdAt:
37                     type: string
38                     format: date-time
```

À FAIRE / À VÉRIFIER

- Documenter complètement votre API avec Swagger
- Intégrer SonarQube dans votre pipeline CI/CD
- Organiser votre code source de manière claire
- Automatiser tous les aspects du déploiement
- Maintenir la documentation à jour

Contrôles Jury CDA

- Comment organisez-vous votre code source ?
- Votre pipeline CI/CD est-il complet ?
- Comment mesurez-vous la qualité de votre code ?
- Votre API est-elle documentée ?
- Comment gérez-vous les déploiements ?

11.5 Liens utiles

- Dockerfile reference : <https://docs.docker.com/reference/dockerfile/>
- Docker Compose : <https://docs.docker.com/compose/>
- GitHub Actions : <https://docs.github.com/actions>
- SonarQube : <https://docs.sonarsource.com/sonarqube/latest/>
- Swagger/OpenAPI : <https://swagger.io/specification/>
- CDA Formation : <https://www.cda.asso.fr/>
- Colint.school : <https://colint.school/>