



Cahier des charges

Projet Ticketeer

2025/2026

Membres de groupe :

-Sarah Badsi

-Anyas Meziani

-Sarah Abdelli

Table des matières

1. Dictionnaire.....	4
2. Contexte et objet du projet.....	5
2.1. Contexte du projet.....	5
2.2. Objectif du projet.....	6
3. La problématique du projet :.....	6
3.1. Sécurisation des billets et lutte contre la fraude.....	6
3.2. Fiabilité du contrôle en environnement mobile.....	6
3.3. Gestion des trajets avec correspondance.....	7
3.4. Équilibre entre sécurité et simplicité d'utilisation.....	7
4. Objectifs fonctionnels.....	7
4.1. Validation et traçabilité des billets.....	7
4.2. Détection des validations multiples et prévention de la fraude.....	8
4.3. Gestion des billets invalides.....	8
4.4. Gestion des trajets directs et avec correspondance.....	8
4.5. Billet numérique unifié.....	8
5. Parties prenantes.....	8
5.1. Les voyageurs :.....	8
5.2. Les agents de contrôle.....	9
5.3. Les gestionnaires du réseau.....	9
6. Profil utilisateurs.....	9
6.1. Voyageur.....	9
6.2. Agent de contrôle.....	9
6.3. Administrateur système.....	9
7. Périmètre du projet.....	10
8. Processus métier.....	11
9. Les exigences.....	11
9.1. Exigences de gestion et de validation des billets.....	11
9.2. Exigences d'identification et de sécurisation des billets.....	12
9.3. Exigences de cohérence des trajets.....	12
9.4. Exigences de traçabilité.....	12
9.5. Exigences non fonctionnelles.....	13
10. Contraintes techniques.....	13
11. Critères de validation.....	13

Introduction

Ce document présente le cahier des charges du projet Ticketeer (Tokets), réalisé dans le cadre de l'année universitaire 2025–2026. Il a pour but de définir de manière claire les besoins, les attentes et les contraintes liés à la mise en place d'un système de billetterie ferroviaire numérique.

Le cahier des charges expose le contexte du projet ainsi que les objectifs et les enjeux associés au système à développer. Il permet de préciser le périmètre du projet, les profils des utilisateurs et les critères de validation, sans entrer dans des choix techniques détaillés.

Ce document constitue une référence commune pour l'ensemble du projet et vise à garantir une compréhension partagée des objectifs, ainsi qu'une cohérence globale dans le développement de la solution Ticketeer.

1. Dictionnaire

Terme	Définition
Billetterie numérique	Système permettant la gestion et la validation de billets de transport dématérialisés.
Architecture client-serveur	Organisation dans laquelle des applications clientes communiquent avec un serveur central.
Web-Service	Serveur applicatif central chargé de gérer les utilisateurs, les trajets, les billets et les contrôles.
API	Interface permettant aux applications clientes de communiquer avec le Web-Service.
Base de données centralisée	Stockage unique regroupant toutes les données du système Ticketeer.
Billet numérique	Titre de transport dématérialisé associé à un client unique.
UUID	Identifiant unique et non duplifiable attribué à chaque billet, intégré dans le QR Code pour sa validation sécurisée.
Token	Élément de sécurité temporaire utilisé pour authentifier une application cliente lors des échanges avec le Web-Service. Il permet de vérifier que les requêtes de validation proviennent d'un agent de contrôle autorisé.
QR Code	Code optique contenant l'UUID du billet, utilisé lors des contrôles.
Validation du billet	Vérification de l'authenticité et de la validité d'un billet lors d'un contrôle.
Segment de trajet	Portion d'un trajet correspondant à un train précis entre deux villes.
Trajet avec correspondance	Itinéraire composé de plusieurs segments successifs.
Itinéraire	Parcours complet reliant une ville de départ à une ville d'arrivée.
Application de contrôle	Application mobile utilisée par les agents

	pour scanner les billets.
Agent de contrôle	Utilisateur chargé de vérifier les billets à bord des trains.
Voyageur	Utilisateur final du système de billetterie.
Administrateur système	Utilisateur responsable de la gestion et de la supervision du système.
Fraude	Utilisation non conforme ou abusive d'un billet.
Traçabilité	Enregistrement de l'historique des billets et des contrôles.
Validation contextuelle	Validation d'un billet selon le train, la date et l'horaire du contrôle.
Temps de réponse	Délai nécessaire au système pour retourner un résultat de validation.

2. Contexte et objet du projet

2.1. Contexte du projet

Le projet Ticketeer (Tokets) s'inscrit dans le cadre de la transformation numérique des services de transport ferroviaire, qui vise à moderniser les systèmes existants afin de répondre aux exigences croissantes en matière de sécurité et à la nécessité d'optimiser les opérations internes.

Les systèmes traditionnels de billetterie papier présentent aujourd'hui de nombreuses limites. Ils sont particulièrement exposés aux risques de fraude, tels que la duplication ou la falsification des billets, génèrent des coûts logistiques importants et allongent les temps de contrôle à bord des trains. Ces contraintes nuisent à la fluidité des contrôles, à l'efficacité des agents et à la qualité globale de l'expérience des voyageurs.

Dans ce contexte, la dématérialisation des billets apparaît comme une évolution essentielle. Elle implique la mise en place d'un système informatique centralisé,

capable de gérer de manière cohérente et sécurisée l'ensemble du cycle de vie d'un billet ferroviaire, depuis sa création jusqu'à sa validation lors du contrôle.

Un tel système doit permettre une identification fiable des billets, une vérification en temps réel de leur validité et une traçabilité complète des utilisations afin de prévenir toute tentative de fraude.

C'est dans cette optique que le projet Ticketeer propose le développement d'une solution de billetterie ferroviaire numérique reposant sur une architecture client-serveur, intégrant un Web-Service centralisé et une application mobile de contrôle.

2.2. Objectif du projet

L'objectif global du projet Ticketeer est de réduire significativement la fraude liée à la billetterie ferroviaire, d'optimiser les opérations de contrôle à bord des trains et d'améliorer l'expérience utilisateur, aussi bien pour les voyageurs que pour les agents de contrôle.

Pour atteindre ces objectifs, le projet vise à mettre en place un système de billetterie numérique fiable, fluide et sécurisé, garantissant une authentification rapide et cohérente des billets, tout en limitant les risques de duplication, de falsification et de réutilisation abusive

3. La problématique du projet :

La mise en place du projet Ticketeer (Tokets) répond à plusieurs problématiques liées à la modernisation de la billetterie ferroviaire.

3.1. Sécurisation des billets et lutte contre la fraude

La première problématique concerne la sécurisation des billets. Les systèmes traditionnels de billetterie, notamment basés sur des supports physiques, sont exposés à des risques de fraude tels que la duplication, la falsification ou la réutilisation abusive des titres de transport. Par exemple, un même billet peut être copié ou dupliqué et présenté simultanément par plusieurs personnes, rendant le contrôle difficile et peu fiable. Il est donc indispensable que toute validation effectuée par un agent de contrôle entraîne une mise à jour immédiate et centralisée de l'état du billet dans la base de données, afin d'empêcher toute validation ultérieure du même billet.

3.2. Fiabilité du contrôle en environnement mobile

Une deuxième problématique majeure réside dans la fiabilité du contrôle des billets en environnement mobile. Les agents de contrôle interviennent à bord des trains, dans un contexte où les vérifications doivent être à la fois rapides et précises. Le système doit être capable de fournir une validation immédiate et fiable de la légitimité d'un billet en fonction du train, de la date et de l'horaire du contrôle, sans perturber le déroulement du voyage.

3.3. Gestion des trajets avec correspondance

La gestion des trajets avec correspondance constitue également un enjeu important du projet. Contrairement à un trajet direct, un itinéraire avec correspondance implique plusieurs segments de voyage qui doivent être considérés comme un ensemble cohérent. Le système doit garantir que le voyageur dispose d'un droit de transport valide sur l'intégralité de son itinéraire, quel que soit le segment contrôlé, tout en empêchant toute utilisation abusive ou hors du parcours prévu.

3.4. Équilibre entre sécurité et simplicité d'utilisation

Enfin, le système doit trouver un équilibre entre un haut niveau de sécurité et une simplicité d'utilisation. Il doit être suffisamment robuste pour prévenir la fraude, tout en restant intuitif et accessible aussi bien pour les voyageurs que pour les agents de contrôle.

Ainsi, la problématique du projet Ticketeer consiste à concevoir une solution de billetterie ferroviaire numérique sécurisée, fiable et cohérente, capable de gérer des trajets simples et avec correspondance, tout en offrant une expérience utilisateur fluide et efficace.

4. Objectifs fonctionnels

4.1. Validation et traçabilité des billets

Lors des opérations de contrôle, le système doit être en mesure d'identifier précisément le segment du voyage concerné au moment du scan. À chaque scan, l'UUID du billet est transmis au serveur et enregistré dans la base de données,

permettant de tracer l'opération de validation. Le système vérifie que le billet présenté correspond bien au train, à la date et à l'horaire du contrôle.

4.2. Détection des validations multiples et prévention de la fraude

Dans le cas où plusieurs agents de contrôle scannent le même billet, le système doit être capable de détecter qu'une validation a déjà été effectuée. Ainsi, lors d'un second scan non autorisé du même billet ou du même segment, le serveur retourne un statut indiquant que le billet a déjà été validé, empêchant toute tentative de réutilisation frauduleuse.

4.3. Gestion des billets invalides

Tout billet déjà utilisé, non conforme ou ne faisant pas partie de l'itinéraire prévu doit être automatiquement déclaré invalide, afin de garantir la sécurité et la fiabilité du système.

4.4. Gestion des trajets directs et avec correspondance

Le système Ticketeer doit également permettre une gestion cohérente des déplacements ferroviaires, qu'ils soient directs ou composés de plusieurs segments avec correspondance. Il doit être capable de proposer automatiquement des itinéraires adaptés lorsqu'aucune liaison directe n'existe entre deux villes, en combinant plusieurs trains. Dans ce cadre, le système vérifie systématiquement la compatibilité des horaires afin de garantir un temps de correspondance suffisant entre chaque segment du voyage.

4.5. Billet numérique unifié

Afin de simplifier l'expérience utilisateur, le projet repose sur la génération d'un billet numérique unifié couvrant l'intégralité du trajet. Ce billet regroupe l'ensemble des informations relatives aux différents trains empruntés et est strictement associé à un client unique. Il est matérialisé par un seul QR Code, utilisable sur l'ensemble des segments du trajet

5. Parties prenantes

5.1. Les voyageurs :

Les voyageurs souhaitent pouvoir utiliser le système Ticketeer pour se déplacer facilement en train, même lorsqu'un trajet comporte des correspondances. Ils veulent voir clairement leur itinéraire, avec les trains à prendre et les temps d'attente. Le billet doit être unique afin de rendre les changements de train plus simples.

5.2. Les agents de contrôle

Les agents de contrôle doivent disposer d'une application mobile simple, rapide et fiable. Elle doit leur indiquer immédiatement si un billet est valide pour le train contrôlé. En cas de problème, comme un billet invalide ou déjà utilisé, l'application doit afficher une alerte claire.

5.3. Les gestionnaires du réseau

Les gestionnaires du réseau attendent du système une traçabilité détaillée des trajets et des correspondances effectuées par les voyageurs. Cette traçabilité doit permettre une analyse fine de l'occupation des rames pour chaque segment du réseau. Par ailleurs, Le système doit aussi empêcher qu'un même billet soit utilisé pour plusieurs voyages

6. Profil utilisateurs

Le système Ticketeer s'adresse à plusieurs types d'utilisateurs aux besoins distincts :

6.1. Voyageur

Utilisateur final du service de billetterie. Il recherche des trajets ferroviaires, sélectionne un itinéraire (direct ou avec correspondance), effectue une simulation de paiement et reçoit un billet numérique unique sous forme de QR Code.

6.2. Agent de contrôle

Utilisateur de l'application mobile de contrôle. Il scanne les billets à bord des trains et obtient une indication immédiate de leur validité en fonction du train, de la date et de l'horaire du contrôle.

6.3. Administrateur système

Responsable de la gestion des données du système. Il administre les utilisateurs, les trajets, les trains et supervise la cohérence et la sécurité des informations stockées.

7. Périmètre du projet

Le projet Ticketeer se limite à un cadre fonctionnel précis afin de garantir sa faisabilité et sa clarté.

Le projet couvre :

- Un réseau ferroviaire fixe composé d'au moins dix villes. Ces villes constituent les points de départ, d'arrivée et de correspondance des différents trajets proposés par le système.
- La gestion des correspondances ferroviaires, permettant à un trajet d'être composé de plusieurs segments (par exemple : ville A → ville B → ville C). Chaque segment correspond à un train, un horaire et un numéro de train spécifiques.
- Un ensemble fixe d'au moins quatre clients de test, utilisés pour démontrer le bon fonctionnement du système. Chaque client dispose d'un compte utilisateur et peut acheter des billets numériques.
- Un catalogue de services ferroviaires prédéfinis, incluant :
 - les trajets directs et avec correspondance
 - les horaires de départ et d'arrivée
 - les numéros de trains associés à chaque segment de trajet

Le projet ne couvre pas :

- les paiements bancaires réels, le paiement étant simulé ;
- la gestion des retards, des annulations ou des incidents ferroviaires ;
- l'optimisation automatique des correspondances ou le recalcul dynamique des itinéraires en temps réel.

Ce périmètre permet de représenter des situations de voyage réalistes, incluant des correspondances, tout en conservant un système maîtrisé et adapté à un cadre académique

8. Processus métier

Le fonctionnement du système Ticketer repose sur un cycle de vie du billet clairement défini, depuis la recherche du trajet jusqu'à son utilisation finale. Le processus débute par la recherche et la planification de l'itinéraire, au cours de laquelle le système propose au voyageur un trajet direct ou avec correspondance en fonction des services disponibles. Une fois l'itinéraire sélectionné, le voyageur procède à une simulation de paiement, étape nécessaire à la validation de la transaction.

À l'issue de cette simulation, le billet numérique est créé et enregistré dans la base de données du système. Ce billet est alors associé à un client unique et contient l'ensemble des informations relatives au trajet. Lors du voyage, le billet est présenté lors du contrôle et fait l'objet d'une validation contextuelle par l'unité de contrôle, qui vérifie sa conformité en fonction du train, de la date et de l'horaire. Enfin, après une validation réussie, le billet est marqué comme utilisé afin d'empêcher toute réutilisation ou tentative de fraude.

9. Les exigences

Cette section définit les exigences du système Ticketeer. Elles formalisent les règles de fonctionnement internes que le système doit respecter afin d'assurer une gestion cohérente, sécurisée et fiable de la billetterie ferroviaire numérique. Ces exigences décrivent le comportement attendu du système, indépendamment des contraintes techniques et des critères de validation.

9.1. Exigences de gestion et de validation des billets

Le système doit gérer des billets numériques dont l'état évolue au cours de leur cycle de vie. Chaque billet doit être associé à un état unique à un instant donné, parmi les états suivants : valide, utilisé ou invalide. Une opération de validation ne peut être

acceptée que si le billet est dans un état valide. Toute validation acceptée entraîne un changement d'état irréversible du billet.

Le système doit garantir qu'une même opération de validation ne puisse être traitée qu'une seule fois pour un billet et un segment donnés, y compris en cas de sollicitations simultanées. Toute tentative de validation portant sur un billet déjà utilisé ou invalide doit être refusée sans modification de l'état du billet.

Chaque validation doit être strictement associée à un segment de trajet précis, afin d'assurer une utilisation conforme du billet au parcours prévu.

9.2. Exigences d'identification et de sécurisation des billets

Chaque billet doit être identifié de manière univoque par un identifiant unique (UUID), attribué lors de sa création et conservé tout au long de son cycle de vie. Cet identifiant constitue la référence principale utilisée par le système pour la gestion et le contrôle des billets.

Le billet numérique est matérialisé par un QR Code, généré à partir de l'UUID. Le QR Code sert exclusivement de support d'identification et ne doit contenir aucune donnée personnelle ni information exploitable en dehors du système. Toute utilisation d'un QR Code doit conduire à une vérification côté serveur à partir de l'identifiant du billet.

Les opérations de validation doivent être protégées par un mécanisme d'authentification reposant sur l'utilisation de tokens. Ces tokens permettent d'identifier les applications de contrôle autorisées et de sécuriser les échanges avec le serveur. Les tokens sont temporaires et ne doivent en aucun cas être intégrés au QR Code.

9.3. Exigences de cohérence des trajets

Un billet peut être associé à un ou plusieurs segments de trajet, formant un itinéraire unique. Tous les segments rattachés à un billet doivent appartenir à un même itinéraire cohérent.

L'utilisation d'un billet est strictement limitée aux segments définis lors de sa création. Toute tentative d'utilisation d'un billet en dehors de son itinéraire prévu doit être refusée. Le système doit garantir la continuité logique et temporelle des trajets avec correspondance, en s'assurant du respect des relations entre les différents segments.

9.4. Exigences de traçabilité

Le système doit conserver une trace des opérations de validation effectuées sur les billets. Chaque action de validation, qu'elle soit acceptée ou refusée, doit être enregistrée afin de permettre un suivi du cycle de vie des billets et une analyse ultérieure des contrôles réalisés.

Ces informations de traçabilité doivent permettre de reconstituer l'historique d'utilisation d'un billet ainsi que les points de contrôle associés.

9.5. Exigences non fonctionnelles

Le système doit garantir un haut niveau de sécurité, notamment en empêchant toute falsification de l'état d'un billet et en sécurisant les échanges entre les différents composants du système.

En matière de performance, les règles de validation doivent être appliquées de manière fluide afin de ne pas ralentir les opérations de contrôle à bord des trains.

Enfin, le système doit assurer une fiabilité constante grâce à la cohérence et à la centralisation des données, y compris en cas de validations concurrentes.

10. Contraintes techniques

Le projet doit respecter les contraintes techniques suivantes :

- Le système repose sur une architecture client-serveur.
- Les données sont stockées dans une base de données centralisée.
- Le Web-Service est accessible via une API permettant la communication avec les applications clientes.
- Une application mobile est utilisée comme unité de contrôle par les agents.

11. Critères de validation

Le projet sera considéré comme conforme si :

- Un billet ne peut être validé qu'une seule fois pour un segment donné

- Les billets sont correctement reconnus sur tous les segments d'un trajet avec correspondance
- Le temps de réponse lors d'un contrôle est inférieur à deux secondes
- Les scénarios de fraude simples sont détectés (billet réutilisé, hors trajet, mauvaise date)
- Les données restent cohérentes entre les différentes composantes du système