

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Abou Bekr Belkaid– Tlemcen
Faculté des Sciences
Département d'Informatique

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique

Option : Génie Logiciel (G.L)

Thème

*Conception et réalisation d'un système de gestion
de la cartographie des magasins et de la
localisation des produits*

Réalisé par :

- BARKA Abdelghani Yacine

Présenté le 02 / 07 / 2025 devant le jury composé de :

- *Mr TADLAOUI Mohammed (Président)*
- *Mme BENMANSOUR Asma (Examinatrice)*
- *Mme HALFAOUI Amal (Encadrante)*
- *Mr SEMMOUD Abderezzak (Maître de Stage)*

Année universitaire : 2024-2025

Remerciements

Mes premières pensées vont à Allah le Tout-Puissant, à qui je rends grâce pour m'avoir accordé la force, la patience, la persévérance et la santé nécessaires à la réalisation de ce mémoire, ainsi qu'à l'aboutissement de mon parcours universitaire.

Avancer dans ce travail n'aurait pas été possible sans l'accompagnement attentif de Madame **HALFAOUI Amal**, mon encadrante, à qui j'exprime toute ma gratitude pour ses conseils éclairés, sa bienveillance et sa disponibilité constante.

La reconnaissance que je porte à Monsieur **TADLAOUI Mohammed** et Madame **BENMANSOUR Asma** est sincère. Je les remercie chaleureusement pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'examiner ce mémoire.

Il me tient également à cœur de remercier Monsieur **SEMMOUD Abderezzak**, mon maître de stage chez **DataMaster**, pour m'avoir accueilli au sein de son équipe et pour son encadrement de qualité tout au long de cette expérience formatrice.

Keeping un esprit d'équipe et une grande disponibilité grâce à son esprit d'équipe et à sa disponibilité, Monsieur **Yasser Abdullah BOUHAREB** a été d'un soutien constant, répondant avec efficacité à chaque sollicitation, ce qui a facilité l'avancement de mes missions.

Aux membres de l'équipe technique de **DataMaster**, à mes enseignants du département d'informatique, à **ma famille**, à **mes amis** et à **mes collègues**, je souhaite exprimer toute ma reconnaissance pour leur appui, leurs encouragements et leur présence bienveillante tout au long de ce parcours.

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

À mes parents, sources inépuisables d'amour, de sagesse et de force. Rien de tout cela n'aurait été possible sans leurs sacrifices, leurs prières et leur soutien sans faille. Que Dieu les comble de santé, de bonheur et de longue vie.

À ceux qui me sont véritablement proches, qui ont su être là dans les moments importants comme dans les instants de doute. Leur présence sincère a été une lumière sur mon chemin.

À mes frères et sœurs, pour leur affection, leur patience et leurs encouragements constants.

Merci d'avoir toujours cru en moi.

À mes amis, pour leur soutien, leur bienveillance et leur capacité à faire de ce parcours une aventure plus douce et plus riche. Merci pour les partages, les rires, et les mots qui redonnent confiance.

À toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à cette étape de ma vie.

Chacun à sa manière a laissé une empreinte précieuse.

Yacine

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	1
Contexte général.....	2
Problématique.....	2
Objectifs du projet.....	2
Positionnement par rapport aux projets antérieurs	3
1. Projet de vente assistée – DataMaster [2]	3
2. Projet de géolocalisation indoor – Eurequat Algérie [3].....	3
Méthodologie et structure du mémoire	3
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET ANALYSE DU BESOIN.....	5
1. Présentation de l'entreprise DataMaster	6
1.1 Introduction	6
1.2 Contexte du stage	6
1.3 Objectifs du stage	6
1.4 Présentation de l'entreprise DataMaster	6
1.5 Approche méthodologique	7
1.6 Projets antérieurs réalisés au sein de l'entreprise.....	7
1.7 Intégration du stagiaire dans l'entreprise	8
2. Analyse du besoin et état de l'art	8
2.1. Introduction	8
2.2. Identification du besoin.....	8
2.3. Étude de l'existant.....	9
2.3.1. Pratiques locales en Algérie	9
2.3.2. Solutions utilisées à l'international	9
2.3.3. Comparaison des solutions.....	10
2.3.4. Limites des outils de géolocalisation	10
2.3.5. Besoins spécifiques non couverts.....	10
2.3.6. Opportunité d'innovation	11
2.4. Synthèse des besoins fonctionnels	11
2.4.1. Objectifs du système	11
2.4.2. Fonctions principales attendues	11
2.5. Proposition de solution.....	12
2.6. Spécifications préliminaires	12
2.6.1. Cibles utilisateurs	12

2.6.2. Contraintes techniques	12
2.7. Enquête terrain sur la gestion des emplacements en magasin.....	12
2.7.1. Objectif de l'enquête	12
2.7.2. Méthodologie	12
2.7.3. Analyse et interprétation des résultats.....	13
1. Fréquence des difficultés de localisation des produits	13
2. Méthodes actuelles de gestion des emplacements.....	14
3. Fonctionnalités prioritaires attendues dans une solution.....	14
4. Répartition des responsabilités dans l'organisation des rayons	15
5. Intérêt pour une solution numérique d'organisation	15
3. Conclusion.....	16
CHAPITRE 2 : CONCEPTION FONCTIONNELLE ET TECHNIQUE DU SYSTEME DE CARTOGRAPHIE	
EN MAGASIN	17
1 Introduction	18
2 Architecture globale du système	18
2.1 Vue d'ensemble	18
2.2 Justification de l'architecture.....	19
3 Modélisation des interactions système-acteurs	21
3.1 Cas d'utilisation principaux	21
4 Dynamique des interactions système	23
4.1 Recherche de produit.....	23
4.2 Navigation vers un produit.....	24
4.3 Attribution d'un produit à une zone.....	25
4.4 Ajout d'un étage.....	26
4.5 Gestion des utilisateurs.....	27
5 Modélisation des processus métier.....	27
5.1 Processus de recherche et navigation client	28
5.2 Processus d'attribution d'emplacement produit	29
6 Structure du domaine métier	30
6.1 Diagramme de classes	30
7 Modèle de données.....	32
7.1 Modèle de données.....	32
7.2 Modèle logique de données.....	33
8 Choix technologiques	34
9 Outils de modélisation.....	35

10 Conclusion.....	35
CHAPITRE 3 : IMPLEMENTATION ET VALIDATION DE LA SOLUTION.....	36
1 Introduction	37
2 Outils utilisés.....	37
3 Développement de l’interface Web.....	38
3.1 Contexte d’intégration.....	38
3.2 Authentification.....	38
3.3 Gestion dynamique des composants	39
3.4 Création et gestion des étages	41
3.5 Éditeur cartographique interactif.....	41
3.6 Localisation des produits.....	47
4 Application Mobile – Module Employé.....	49
4.1 Configuration du serveur.....	49
4.2 Authentification de l’utilisateur	50
4.3 Interface d’accueil – Identification des produits par scan ou saisie.....	51
4.4 Consultation des produits existants	52
4.5 Modification d’un produit existant.....	52
4.6 Création d’un nouveau produit.....	53
4.6 Multilinguisme	54
4.7 Synchronisation Transparente et Intégration.....	55
5 Tests, Simulation, Validation et Vérification.....	55
5.1 Démarche Adoptée.....	55
5.2 Vérifications Fonctionnelles – Côté Web	55
5.3 Vérifications Fonctionnelles – Côté Mobile	55
5.4 Validation Finale	55
6 Difficultés Rencontrées	56
6.1 Intégration au Système d’Information Existant	56
6.2 Modélisation de la Hiérarchie Spatiale	56
7 Conclusion.....	56
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	58
BIBLIOGRAPHIE	1

Liste des figures

Figure 1: Répartition des réponses concernant les difficultés de localisation des produits	13
Figure 2: Moyens actuels utilisés pour gérer les emplacements des produits.....	14
Figure 3: Fonctionnalités les plus demandées par les commerçants	14
Figure 4: Acteurs responsables de l'organisation des produits en magasin	15
Figure 5: Intention d'adoption d'une solution numérique chez les commerçants	15
Figure 6: Diagramme d'architecture générale du système	18
Figure 7: Diagramme de cas d'utilisation.....	21
Figure 8: Diagramme de séquence - Recherche de produit	23
Figure 9: Diagramme de séquence - Navigation vers un produit.....	24
Figure 10: Diagramme de séquence – Attribution d'un produit à un élément graphique.....	25
Figure 11: Diagramme de séquence - Ajout d'un étage	26
Figure 12: Diagramme de séquence - Gestion des utilisateurs	27
Figure 13: Diagramme d'activité - Recherche et navigation client	28
Figure 14: Diagramme d'activité - Attribution d'emplacement produit	29
Figure 15: Diagramme de classes du domaine.....	30
Figure 16: Modèle conceptuel de données (MCD)	32
Figure 17: Modèle logique de données (MLD).....	33
Figure 18: Interface de connexion sécurisée du module cartographique	38
Figure 19: Interface de création et de configuration des composants spatiaux.....	39
Figure 20: Visualisation hiérarchique des composants	40
Figure 21: Définition et configuration d'un étage (nom, dimensions).....	41
Figure 22: Interface de sélection de l'étage	42
Figure 23: Ajout de composants depuis la palette latérale.....	43
Figure 24: Panneau d'édition des propriétés d'un composant	43
Figure 25: Exemple de carte d'un étage modélisé	44
Figure 26: Recherche de produits à associer	45
Figure 27: Sélection multiple de produits	45
Figure 28: Affectation de produits à un composant feuille.....	46
Figure 29: Page d'accueil de la recherche de localisation	47
Figure 30: Liste des produits correspondant à la recherche	48
Figure 31: Visualisation des emplacements d'un produit sélectionné	48
Figure 32: Interface de paramétrage de l'adresse IP et du port.....	49
Figure 33: Interface de connexion sécurisée	50
Figure 34: Vue principale de l'application avec options de lecture de code-barres	51
Figure 35: Fiche détaillée d'un produit déjà enregistré avec ses zones d'affectation.....	52
Figure 36: Interface de mise à jour des informations produit	52
Figure 37: Formulaire de création avec détection automatique du code-barres	53
Figure 38: Paramètres de langue et aperçu de l'interface en arabe	54

Liste des abréviations

Abréviation	Nom Complet
API	Application Programming Interface
ERP	Enterprise Resource Planning
GPS	Global Positioning System
IA	Intelligence Artificielle
MLD	Modèle Logique de Données
PME	Petites et Moyennes Entreprises
POS	Point de Vente
RESTful	Representational State Transfer
SGBD	Système de Gestion de Base de Données
UML	Unified Modeling Language
UI/UX	User Interface / User Experience

INTRODUCTION GENERALE

Contexte général

L'évolution rapide des technologies numériques a profondément transformé les pratiques commerciales dans tous les secteurs d'activité. Aujourd'hui, les entreprises cherchent à offrir des expériences d'achat toujours plus fluides, personnalisées et efficaces [1]. Dans ce contexte, la digitalisation du point de vente physique n'est plus un simple avantage concurrentiel, mais une nécessité. Qu'il s'agisse de gestion des stocks, de suivi des commandes ou d'interaction client, les outils numériques jouent un rôle central dans la performance et la modernisation des structures commerciales.

Parallèlement, l'exploitation de la donnée, la géolocalisation indoor, et l'assistance à la vente sont devenues des leviers stratégiques pour améliorer la relation client, optimiser les processus internes et accroître la productivité des équipes sur le terrain. De nombreuses solutions émergent dans ce sens, intégrant des fonctionnalités de navigation, de recherche de produits, d'analyse comportementale ou encore de gestion intelligente de l'espace.

Problématique

Dans les grandes surfaces, les magasins spécialisés ou les entrepôts de distribution, une problématique revient fréquemment : la difficulté à localiser rapidement un produit précis dans un espace vaste et segmenté. Cette situation engendre une perte de temps significative, aussi bien pour les clients que pour les vendeurs, et peut affecter l'efficacité des opérations quotidiennes. De plus, l'absence de cartographie digitale des rayons et d'un système de repérage intégré freine les efforts de transformation numérique et rend difficile la coordination entre les différentes équipes.

Dans ce contexte, comment peut-on améliorer la gestion spatiale des produits en magasin, tout en facilitant leur repérage et leur accessibilité, notamment pour les équipes commerciales et les clients ?

Objectifs du projet

Ce mémoire s'inscrit dans une démarche de recherche et de développement d'un système de gestion cartographique des magasins, permettant d'assigner des produits à des emplacements physiques précis, d'optimiser la recherche des articles dans un espace défini, et de faciliter l'interaction des utilisateurs avec la disposition réelle du magasin.

Les objectifs principaux du projet sont les suivants :

- Concevoir une cartographie digitale d'un magasin.
- Permettre l'attribution des produits aux emplacements définis.
- Proposer une interface intuitive pour localiser un article à partir de sa référence ou de son code-barres.

-
- Faciliter les opérations d'inventaire, de balisage ou de réapprovisionnement à l'aide de la visualisation spatiale.
 - Poser les bases d'une éventuelle navigation indoor simplifiée au sein de l'espace commercial.

Positionnement par rapport aux projets antérieurs

Ce projet se situe dans la continuité d'expériences précédentes, réalisées dans le cadre de stages professionnels et de projets académiques.

1. Projet de vente assistée – DataMaster [2]

Ce projet avait pour but de développer une application de vente assistée dédiée aux vendeurs en magasin et aux fournisseurs. L'outil permettait la consultation d'un catalogue de produits, la gestion des stocks et des commandes, la visualisation des promotions, ainsi que le suivi de l'historique client. Une attention particulière a été portée à la relation client, à l'analyse des ventes, et à la possibilité d'utiliser l'application en mode hors-ligne.

Lien avec le projet actuel : Si le projet de vente assistée était centré sur l'interaction commerciale et la personnalisation de l'expérience client, le projet actuel s'attache plutôt à la gestion spatiale de l'environnement de vente, avec un accent sur la localisation physique des produits.

2. Projet de géolocalisation indoor – Eurequat Algérie [3]

Réalisé dans le cadre d'un stage de fin d'études, ce projet consistait à développer une application mobile Android de localisation en intérieur à l'aide de capteurs Bluetooth (Beacons). L'objectif était de guider les visiteurs à l'intérieur d'un salon d'exposition, en tenant compte des limitations du GPS dans les environnements fermés. Ce projet a permis d'approfondir les technologies de géolocalisation passive, et d'explorer divers algorithmes de navigation indoor.

Lien avec le projet actuel : Bien que la finalité diffère, ces deux projets partagent un socle technique commun, notamment en matière de cartographie, positionnement et affichage spatial. Le projet de géolocalisation indoor se concentrait sur le déplacement des utilisateurs, alors que le présent travail vise à localiser des produits dans un environnement fixe.

Méthodologie et structure du mémoire

Ce mémoire est structuré de manière à retracer les différentes étapes de réalisation du projet, depuis l'analyse des besoins jusqu'à la conception et l'implémentation de la solution proposée.

-
- **Chapitre 1 – Présentation de l’entreprise et analyse du besoin** : Ce chapitre regroupe la présentation de l’entreprise DataMaster, son environnement professionnel, ainsi que l’analyse des besoins fonctionnels et techniques liés au projet de stage.
 - **Chapitre 2 – Conception fonctionnelle et technique du système de cartographie en magasin** : Ce chapitre aborde les choix d’architecture, la modélisation de la cartographie, les outils utilisés, ainsi que l’ergonomie de l’interface.
 - **Chapitre 3 – Implémentation et Validation de la Solution** : Ce chapitre présente la mise en œuvre complète de la solution proposée, en détaillant les fonctionnalités développées, les modules web et mobile, ainsi que leur intégration avec le système existant. Il décrit également les tests réalisés, les résultats obtenus, ainsi que les difficultés rencontrées.

À travers ce projet, il s’agit de répondre à une problématique réelle, rencontrée dans le secteur de la grande distribution, en proposant une solution simple, visuelle et efficace pour améliorer le repérage physique des produits dans un espace commercial. En intégrant une cartographie interactive et une gestion intelligente des emplacements, ce système ambitionne d’être un levier de performance pour les équipes métiers, tout en constituant une base évolutive pour des cas d’usage futurs (navigation, assistance client, optimisation logistique).

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET ANALYSE DU BESOIN

1. Présentation de l'entreprise DataMaster

1.1 Introduction

Afin de mieux appréhender le contexte dans lequel s'est déroulé ce stage de fin d'études, il convient de présenter l'entreprise d'accueil, son positionnement sur le marché, ses domaines d'expertise, ainsi que les principaux projets menés. Cette présentation permet de situer le projet de stage dans un environnement professionnel réel, en lien avec les problématiques actuelles des entreprises algériennes dans le secteur du numérique.

1.2 Contexte du stage

Dans le cadre de la formation en Master 2 Génie Logiciel, un stage de fin d'études a été réalisé au sein de l'entreprise **DataMaster** [4], spécialisée dans le développement de solutions logicielles innovantes. Cette expérience a permis la mise en application des connaissances acquises durant le cursus universitaire, à travers la participation à un projet concret visant à répondre à un besoin réel identifié sur le marché.

1.3 Objectifs du stage

L'objectif principal du stage consistait en la conception et le développement d'une solution de gestion spatiale en magasin, intégrant une cartographie interactive permettant l'assignation de produits à des emplacements précis au sein d'un espace commercial. Cette solution répond à un besoin croissant d'optimisation de la gestion de l'espace, de simplification de la recherche de produits et d'amélioration de l'expérience utilisateur en point de vente.

Le projet se distingue des précédentes réalisations menées au sein de l'entreprise, notamment celle de la vente assistée, centrée sur l'interaction vendeur-client et la fluidification du processus de commande. Contrairement à cette dernière, orientée vers la performance commerciale, la présente solution repose sur une représentation cartographique de l'espace, en mettant l'accent sur l'organisation physique des rayons et la localisation des articles en magasin.

1.4 Présentation de l'entreprise DataMaster

Fondée en 2019 et implantée à Tlemcen, dans le quartier Les Dahlias, El Kiffane, DataMaster est une entreprise dynamique en pleine croissance, spécialisée dans le développement de solutions logicielles innovantes. Elle intervient aussi bien au niveau national qu'international, en accompagnant des entreprises issues de secteurs variés dans leur transformation numérique.

L'activité de DataMaster couvre un large éventail de services liés aux technologies de l'information, notamment la conception et le développement d'applications web et mobiles

adaptées à divers domaines d'activité (commerce, logistique, administration, etc.), l'intégration de modules dans des systèmes ERP (gestion commerciale, réapprovisionnement, alertes, etc.), la maintenance technique (sur site ou à distance), ainsi que la conception d'interfaces utilisateurs ergonomiques et personnalisées.

L'approche méthodologique adoptée par l'entreprise repose sur une écoute active des besoins des clients et une adaptation continue aux exigences spécifiques de chaque projet. Cette capacité à fournir des solutions sur mesure, durables et efficaces constitue l'un des principaux atouts de DataMaster et reflète un savoir-faire consolidé dans des contextes métiers variés.

1.5 Approche méthodologique

L'approche de DataMaster est centrée sur le client. Elle adopte des méthodes itératives et incrémentales, permettant de faire évoluer la solution au fil du développement en fonction des retours clients. Cette démarche favorise la flexibilité, l'adaptation et garantit une meilleure appropriation des outils livrés.

Chaque projet est pensé pour optimiser la productivité, améliorer la traçabilité et simplifier l'expérience utilisateur, tout en assurant la pérennité de la solution dans l'environnement de travail du client.

1.6 Projets antérieurs réalisés au sein de l'entreprise

Lors de la phase d'intégration, plusieurs projets emblématiques développés par DataMaster ont été étudiés, illustrant la capacité de l'entreprise à transformer les environnements professionnels par des solutions numériques innovantes :

- **E-ShoPos** : solution complète de point de vente (POS) assurant la gestion des produits, fournisseurs, clients, promotions et stocks. Elle intègre également des fonctionnalités avancées telles que la gestion des zones, le suivi des écarts d'inventaire et l'automatisation des tâches récurrentes comme le réapprovisionnement.
- **Self-scanning mobile** : extension mobile d'E-ShoPos, cette application permet aux clients de scanner eux-mêmes leurs articles en magasin, réduisant ainsi les files d'attente en caisse tout en intégrant un système de fidélité.
- **Task Manager** : outil interne destiné à la planification et au suivi des tâches opérationnelles, principalement utilisé pour organiser et répartir les activités du personnel en magasin.
- **Task Box** : module complémentaire au Task Manager, conçu pour automatiser et structurer les workflows quotidiens selon des règles prédéfinies.
- **Caméras intelligentes IA** : projet en cours basé sur l'intelligence artificielle, visant à surveiller automatiquement les rayons des magasins, détecter les ruptures de stock en temps réel et enrichir l'expérience client grâce à des actions proactives.

Ces différents projets démontrent l'orientation stratégique de DataMaster vers l'innovation continue et la création de solutions à forte valeur ajoutée, répondant aux exigences évolutives des environnements commerciaux modernes.

1.7 Intégration du stagiaire dans l'entreprise

L'intégration au sein de l'équipe de développement s'est effectuée dans un cadre structuré et favorable à la montée en compétences. Un encadrement technique rigoureux, combiné à des retours réguliers et constructifs, a permis une immersion progressive et efficace dans les processus de travail de l'entreprise. L'environnement de travail stimulant a favorisé l'acquisition de compétences techniques approfondies, ainsi que le développement d'aptitudes transversales en gestion de projet, communication professionnelle et collaboration en équipe.

2. Analyse du besoin et état de l'art

2.1. Introduction

La réussite d'un système d'information repose avant tout sur une compréhension fine et contextualisée du besoin à satisfaire. Il est impératif d'identifier les attentes des utilisateurs finaux, d'analyser les contraintes opérationnelles et de confronter les approches existantes pour dégager les limites à surmonter et les opportunités d'innovation à saisir. Ce chapitre présente une démarche d'analyse structurée du besoin, s'appuyant à la fois sur une étude documentaire et une enquête terrain, avant de dégager les premiers éléments de spécifications. L'objectif est d'établir des bases solides pour orienter le développement d'une solution pertinente, réaliste et adaptée au contexte ciblé.

2.2. Identification du besoin

Dans de nombreux commerces algériens, l'organisation et la gestion des emplacements produits s'effectuent encore de manière artisanale. Ces pratiques, souvent manuelles ou supportées par des outils rudimentaires (papier, Excel), présentent de nombreuses limites, telles que :

- La difficulté à localiser rapidement un article en rayon.
- Une perte de temps significative lors des opérations de réapprovisionnement ou d'inventaire.
- Une organisation peu optimale des rayons, impactant l'expérience client.
- L'absence de traçabilité sur la disposition des produits dans le point de vente.

Face à ces constats, les gestionnaires de magasins expriment le besoin d'un outil numérique leur permettant de visualiser et d'organiser dynamiquement l'agencement des produits, tout en facilitant la collaboration entre les équipes.

2.3. Étude de l'existant

2.3.1. Pratiques locales en Algérie

En Algérie, la gestion des espaces en magasin reste encore très basique. La majorité des commerçants utilisent des méthodes manuelles ou des logiciels généralistes de gestion commerciale, sans fonctionnalités spécifiques à l'organisation des rayons ou à la localisation précise des produits.

Parmi les solutions algériennes existantes, on retrouve :

- **Silwane ERP (IntelliX Group)** [5] : un ERP multi-magasin, avec des fonctionnalités mobiles limitées.
- **COMMSOFT (Megatheque)** [6] : un logiciel de gestion commerciale et de stock.
- **SmartCom (Smart-DZ)** [7] : destiné à la gestion des PME/PMI.
- **Solutions SII Algérie, Inabex** [8], **CiRTA IT** [9], **INNOVA SOFT** [10], et **MEGASOFT OFFICE** [11] : des éditeurs proposant des outils de gestion commerciale adaptés au contexte local.

Cependant, ces solutions présentent des limites importantes :

- Elles n'intègrent pas de fonctionnalités de **gestion d'espace ou de cartographie des rayons**.
- Leurs interfaces ne sont pas conçues pour un usage **mobile sur le terrain**.
- La gestion des plans de rayons se fait de manière **manuelle et non interactive**.
- Les données sont rarement **centralisées**, ce qui limite les possibilités d'analyse ou de suivi.

2.3.2. Solutions utilisées à l'international

À l'international, plusieurs grandes enseignes utilisent des solutions avancées pour optimiser la gestion des produits en magasin. Parmi les plus connues :

- **SAP Retail** [12] : propose des outils de planification et de merchandising, ainsi qu'une application mobile appelée *SAP Retail Execution* destinée aux opérations sur le terrain.
- **Oracle Retail** [13] : offre une suite complète pour la gestion des opérations avec *Oracle Field Service*, une application mobile dédiée.
- **SymphonyAI Retail** [14] : s'appuie sur l'intelligence artificielle pour améliorer l'agencement des produits.
- **RELEX Solutions** [15] : permet de créer automatiquement des planogrammes à partir des données de vente.

Ces plateformes sont performantes, mais posent plusieurs problèmes dans un contexte comme celui de l'Algérie :

- Elles sont **coûteuses** et nécessitent des licences payantes souvent inaccessibles aux PME.
- Leur prise en main est **complexe**, nécessitant du personnel formé.

- Elles dépendent généralement d'une **connexion Internet constante**.
- Elles ne sont pas forcément adaptées aux **réalités du terrain** dans les commerces algériens.

2.3.3. Comparaison des solutions

Critères	Solutions algériennes	Solutions internationales
Accessibilité	Bonne (coût faible, support local)	Faible (coût élevé, peu de support local)
Gestion d'espace et planogrammes	Absente	Très avancée
Usage mobile	Très limité ou inexistant	Disponible via des applications spécifiques
Personnalisation	Facile à adapter localement	Personnalisation plus complexe
Simplicité	Interfaces simples et adaptées	Interfaces complexes
Déploiement	Rapide	Long et technique

Cette comparaison montre un écart important entre les deux types de solutions :

- Les **solutions locales** sont accessibles mais très limitées fonctionnellement.
- Les **solutions internationales** sont puissantes mais mal adaptées aux besoins et moyens des petites structures en Algérie.

2.3.4. Limites des outils de géolocalisation

Certaines plateformes comme **StoreLocatorWidgets** [16] ou **FindMyStore** [17] se concentrent uniquement sur la géolocalisation des magasins (adresse, horaires, contact).

Elles ne permettent pas de **gérer les emplacements internes**, ni d'assigner des produits à un rayon ou une zone spécifique à l'intérieur d'un magasin.

2.3.5. Besoins spécifiques non couverts

L'analyse du marché a mis en évidence plusieurs besoins concrets, non satisfaits par les outils existants :

- **Simplicité d'utilisation** : une interface claire, sans nécessité de formation avancée.
- **Fonctionnement hors ligne** : en raison de la couverture réseau parfois instable.
- **Mobilité** : une application mobile qui fonctionne efficacement sur le terrain.
- **Adaptabilité locale** : un outil conçu selon les pratiques commerciales locales.
- **Accessibilité financière** : des solutions abordables pour les petites entreprises.

Fonctionnalités absentes ou limitées :

- Création graphique des rayons : aucun outil local ne propose une cartographie interactive.
- Visualisation en temps réel des produits sur la carte.
- Historique des emplacements ou navigation assistée.
- Synchronisation mobile/web intuitive.

2.3.6. Opportunité d'innovation

Ce vide technologique entre des solutions trop simples et d'autres trop complexes ouvre une vraie opportunité.

Il devient essentiel de proposer une solution :

- Simple, intuitive et accessible, comme les outils locaux ;
- Fonctionnellement riche, avec une cartographie interactive ;
- Pensée pour le terrain, avec une application mobile performante ;
- Et surtout, adaptée au contexte algérien, tant en termes de budget que de réalité d'usage.

2.4. Synthèse des besoins fonctionnels

2.4.1. Objectifs du système

La solution à concevoir devra permettre aux utilisateurs de :

- Créer une représentation visuelle de l'agencement du magasin ;
- Affecter dynamiquement les produits à des emplacements spécifiques ;
- Rechercher rapidement un article via son nom, code-barres ou catégorie ;
- Centraliser les données d'emplacement pour faciliter la collaboration ;
- Consulter l'emplacement d'un produit directement sur une carte interactive.

2.4.2. Fonctions principales attendues

Le système attendu doit offrir les fonctionnalités principales suivantes :

- **Gestion de la carte** : permettre la création et la modification de plans de magasins, incluant la définition des zones, des rayons et des sections de l'espace commercial.
- **Affectation des produits** : autoriser le positionnement précis des articles sur la carte, en les liant à des emplacements spécifiques.
- **Recherche rapide** : intégrer un moteur de recherche permettant d'identifier un produit à partir de son nom ou de son code-barres.
- **Visualisation** : offrir une représentation visuelle claire de l'emplacement exact de chaque produit sur la carte interactive.

2.5. Proposition de solution

Le projet proposé a pour objectif le développement d'une application web destinée à la gestion spatiale en magasin. Cette solution inclut les éléments suivants :

- **Une interface graphique interactive** basée sur le principe du glisser-déposer, facilitant la manipulation et l'organisation des cartes ;
- **Un moteur de recherche performant**, permettant la localisation rapide des articles à partir de critères tels que le nom ou le code-barres ;
- **Une base de données centralisée**, accessible par plusieurs utilisateurs afin de garantir la cohérence des informations et le travail collaboratif ;
- **Une architecture logicielle modulaire**, assurant la maintenabilité du système ainsi que son évolutivité pour l'ajout de nouvelles fonctionnalités.

2.6. Spécifications préliminaires

2.6.1. Cibles utilisateurs

- Gérants et responsables de magasins.
- Employés chargés de l'organisation des rayons et des inventaires.
- Clients, dans le cas d'une version publique ou en libre consultation.

2.6.2. Contraintes techniques

- Interface responsive, fluide sur smartphones et tablettes ;
- Compatibilité multi-plateforme (web, Android, iOS) ;
- Sécurisation des données et gestion des droits d'accès ;
- Temps de réponse réduit pour la consultation en magasin.

2.7. Enquête terrain sur la gestion des emplacements en magasin

2.7.1. Objectif de l'enquête

Afin de compléter l'analyse théorique par des données empiriques, une enquête a été conduite auprès de professionnels du commerce en Algérie. Le but était de comprendre les pratiques réelles en matière de gestion d'emplacements et d'identifier les attentes non satisfaites.

2.7.2. Méthodologie

Dans le cadre de l'analyse des besoins, un questionnaire a été diffusé à l'aide de l'outil Google Forms auprès d'un échantillon composé de gérants et d'employés de différents commerces. Ce questionnaire visait à recueillir des données qualitatives et quantitatives sur

plusieurs aspects liés à la gestion des emplacements en magasin. Les principales dimensions abordées étaient les suivantes :

- **Profil du commerce** : identification de l'établissement, localisation géographique (Wilaya), type d'activité commerciale et taille du magasin.
- **Méthodes actuelles de gestion des emplacements** : description des outils ou pratiques utilisés pour organiser les produits (gestion manuelle, tableaux Excel, systèmes informatisés, etc.).
- **Fréquence des difficultés rencontrées** : évaluation de la régularité avec laquelle des problèmes d'identification ou de localisation des produits en rayon sont signalés.
- **Responsable de l'organisation** : identification du profil ou du poste chargé de l'assignation et du suivi des emplacements produits au sein du magasin.
- **Outils numériques en usage** : inventaire des logiciels ou systèmes déjà utilisés dans le processus de gestion des emplacements.
- **Intérêt pour une solution numérique** : mesure de l'intérêt porté à une application interactive permettant d'organiser et de visualiser les produits sur une carte.
- **Fonctionnalités attendues** : recueil d'expressions libres concernant les fonctionnalités souhaitées dans une telle solution.
- **Acceptation d'un test pilote** : indication de la volonté ou non des participants à expérimenter gratuitement une version de la solution dans leur environnement réel.

2.7.3. Analyse et interprétation des résultats

1. Fréquence des difficultés de localisation des produits

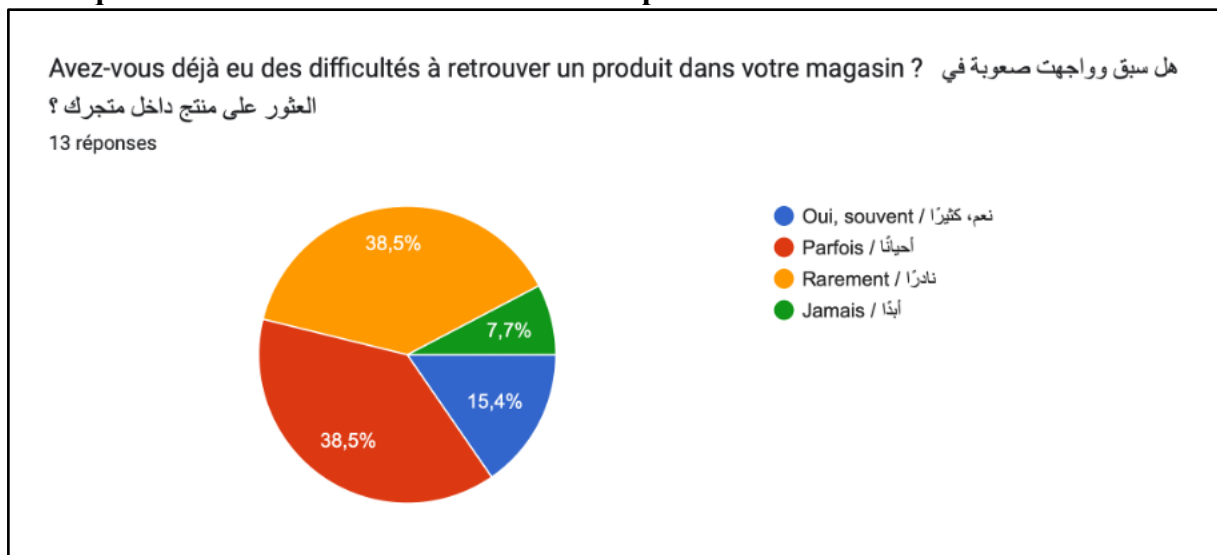


Figure 1: Répartition des réponses concernant les difficultés de localisation des produits

L'analyse montre que 92,3 % des commerçants rencontrent des difficultés à localiser les produits, que ce soit souvent, parfois ou rarement. Ce chiffre valide clairement l'existence d'un problème réel, rendant indispensable une solution numérique pour structurer et visualiser les emplacements en magasin.

2. Méthodes actuelles de gestion des emplacements

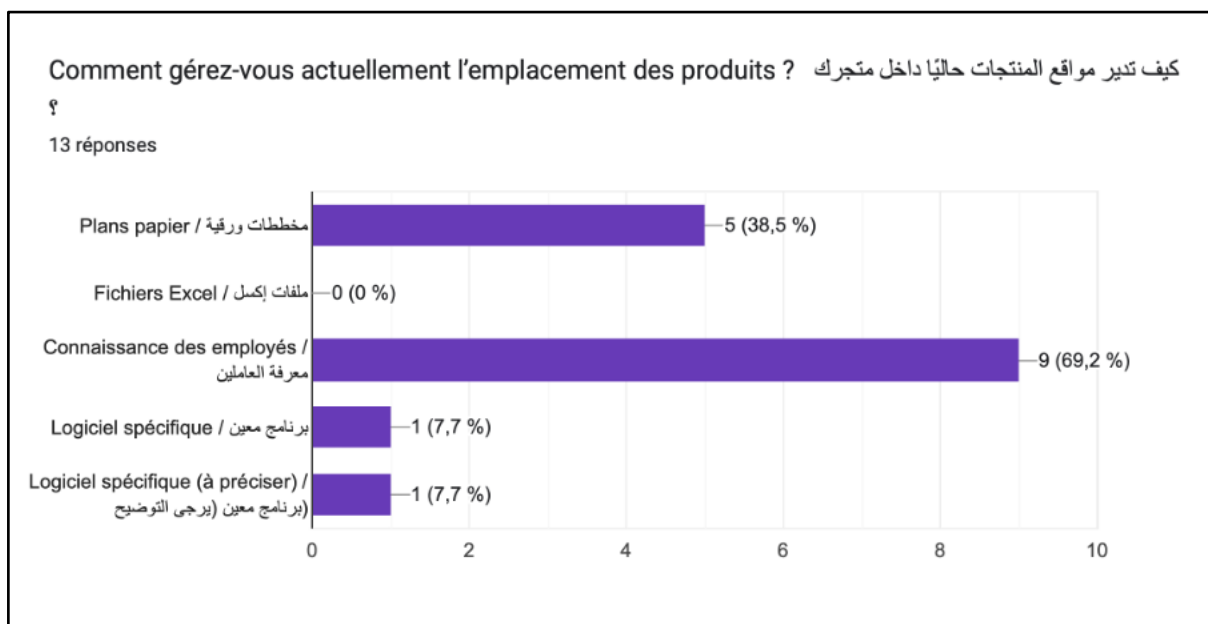


Figure 2: Moyens actuels utilisés pour gérer les emplacements des produits

La connaissance des employés est la méthode dominante (69,2 %), suivie par les plans papier (38,5 %). L'utilisation d'outils numériques reste très marginale. Cette dépendance aux méthodes informelles rend la gestion instable, surtout en cas de rotation du personnel ou de réorganisation.

3. Fonctionnalités prioritaires attendues dans une solution

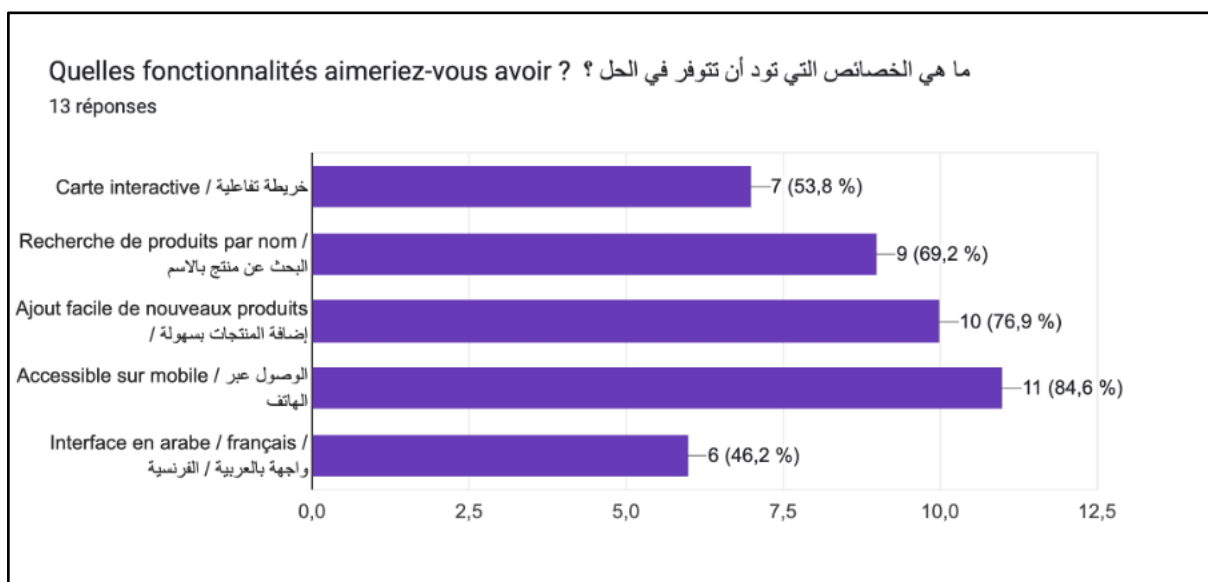


Figure 3: Fonctionnalités les plus demandées par les commerçants

Les commerçants expriment une préférence nette pour une application mobile (84,6 %), simple à utiliser, avec des fonctionnalités de recherche (69,2 %) et d'ajout rapide de produits (76,9 %). Cela reflète un besoin de productivité immédiate et de convivialité sur le terrain.

4. Répartition des responsabilités dans l'organisation des rayons

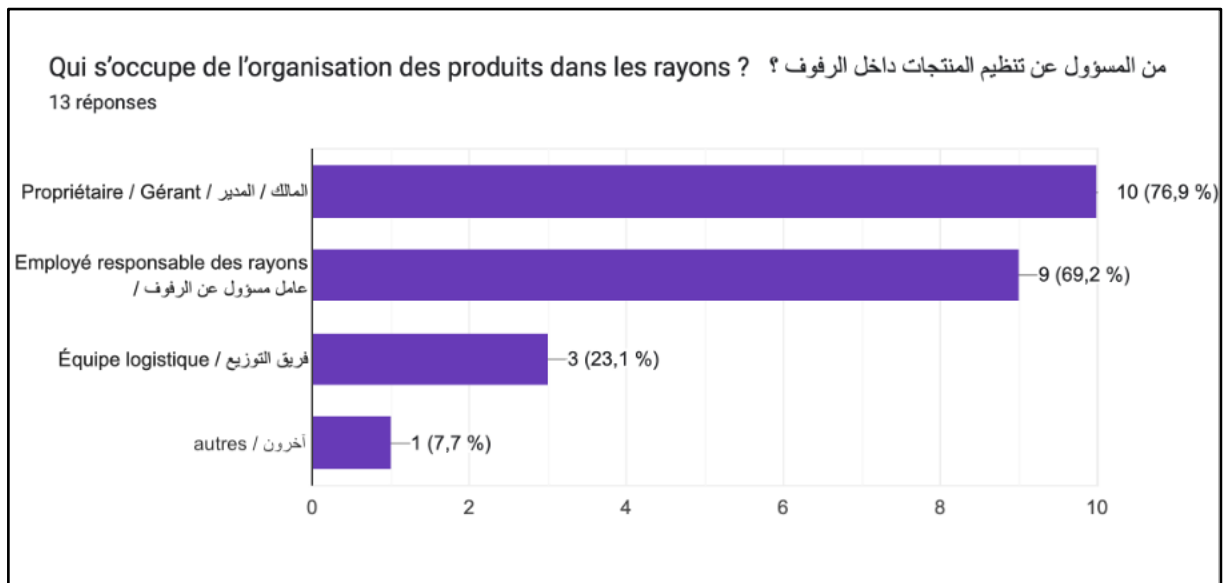


Figure 4: Acteurs responsables de l'organisation des produits en magasin

La gestion des rayons repose principalement sur les gérants (76,9 %) et les employés dédiés (69,2 %). Cette organisation structurée constitue un levier favorable pour le déploiement d'une solution numérique, en s'appuyant sur des référents identifiés.

5. Intérêt pour une solution numérique d'organisation

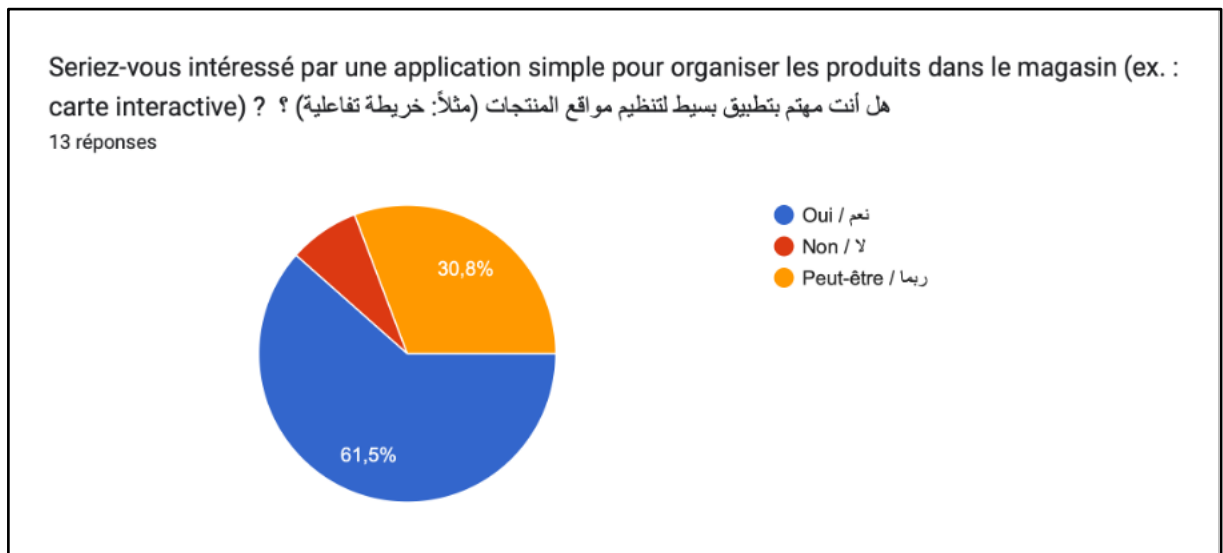


Figure 5: Intention d'adoption d'une solution numérique chez les commerçants

Avec 92,3 % de réponses favorables ou hésitantes, l'intérêt pour une solution numérique est très prometteur. Le très faible taux de refus (7,7 %) témoigne d'une bonne réceptivité du marché cible, confirmant le potentiel commercial de la solution envisagée.

3. Conclusion

Ce chapitre présente l'environnement professionnel du projet ainsi que les besoins exprimés par les acteurs du terrain. L'étude de l'existant et l'enquête réalisée ont mis en évidence les limites des méthodes actuelles de gestion des emplacements en magasin, tout en confirmant l'intérêt pour une solution interactive et centralisée. Ces éléments serviront de base à la conception technique et fonctionnelle de l'application, abordée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 2 : CONCEPTION FONCTIONNELLE ET TECHNIQUE DU SYSTEME DE CARTOGRAPHIE EN MAGASIN

1 Introduction

La conception d'un système d'information représente une étape déterminante dans le cycle de développement, permettant de formaliser les besoins identifiés sous forme d'une architecture claire et cohérente. Dans le cadre de ce projet, cette phase revêt une importance particulière, puisqu'il s'agit de développer une cartographie interactive destinée à organiser efficacement les emplacements des produits dans un environnement commercial.

Ce chapitre détaille l'approche adoptée pour modéliser le système proposé. Il expose les décisions fonctionnelles et techniques permettant de représenter l'espace physique du magasin, de localiser précisément les articles, et de gérer les interactions des différents profils utilisateurs avec la carte.

L'ensemble repose sur une architecture modulaire et évolutive, pensée pour s'adapter à différents types de commerces et à des besoins organisationnels variés. Sont présentés dans ce chapitre : l'architecture globale du système, les cas d'usage, la modélisation du domaine métier ainsi que les principaux flux d'informations. Chaque section est accompagnée de diagrammes UML pour illustrer et justifier les choix de conception.

2 Architecture globale du système

L'architecture globale du système repose sur une approche distribuée de type client-serveur, visant à garantir la clarté des responsabilités, la maintenabilité et l'évolutivité de la solution. Elle est structurée en plusieurs couches distinctes, où chaque composant interagit au moyen d'interfaces standardisées.

Cette organisation modulaire permet d'assurer une séparation claire entre les couches de présentation (interfaces utilisateur), de traitement (logique métier) et de données (base de données), facilitant ainsi les évolutions futures et la réutilisabilité des composants.

2.1 Vue d'ensemble

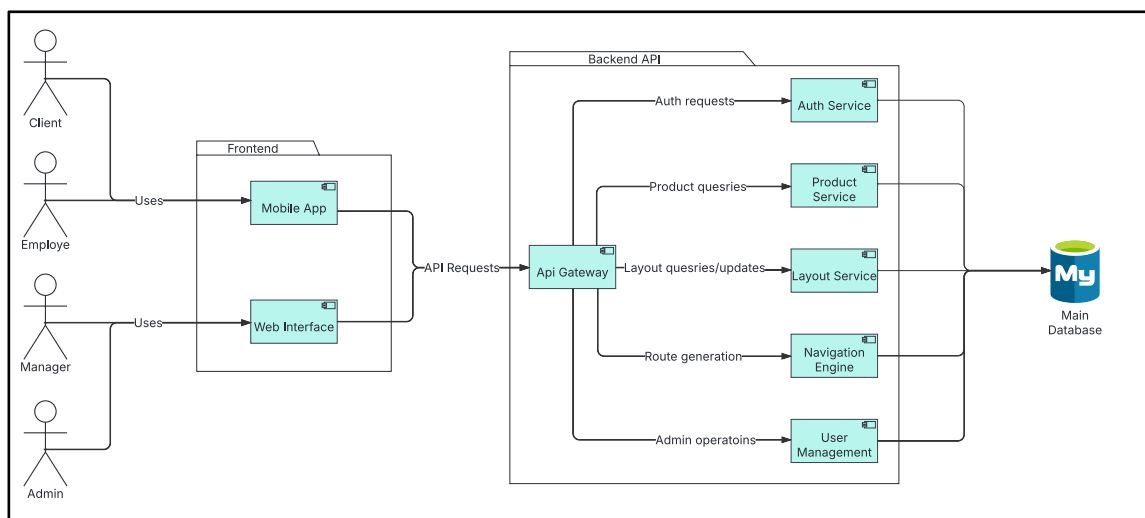


Figure 6: Diagramme d'architecture générale du système

Le schéma présenté illustre l'architecture générale du système, qui repose sur deux pôles principaux : le frontend et le backend, chacun ayant des rôles bien définis.

► Frontend

Le frontal du système se compose de deux interfaces distinctes :

- L'application mobile, destinée aux clients et aux employés, est conçue pour offrir une expérience fluide et intuitive. Elle permet notamment la recherche rapide des produits et la navigation à travers les rayons du magasin.
- L'interface web, orientée vers les gestionnaires et administrateurs, offre des outils avancés pour la gestion de la cartographie, des produits, ainsi que des utilisateurs.

► Backend

La partie serveur repose sur une architecture modulaire, structurée autour de **cinq services spécialisés** :

1. **Service d'authentification** : assure la sécurité des connexions et la gestion des accès.
2. **Service de gestion des produits** : centralise l'ensemble des données relatives à l'inventaire.
3. **Service d'agencement** : permet la création, la modification et l'organisation des cartes spatiales du magasin.
4. **Moteur de navigation** : calcule les itinéraires optimaux dans l'espace commercial, pour guider les utilisateurs.
5. **Service de gestion des utilisateurs** : gère les profils, rôles et droits d'accès des différents acteurs.

► Communication et stockage

Tous ces services échangent via une API Gateway centrale, qui assure la coordination et le routage des requêtes entre les modules. L'ensemble des données est conservé dans une base de données relationnelle unique, garantissant intégrité, cohérence et traçabilité.

2.2 Justification de l'architecture

Le choix de cette architecture repose sur plusieurs principes fondamentaux, qui répondent aux exigences de robustesse, de flexibilité et de pérennité du système :

- **Modularité** : Chaque service est conçu de manière autonome, permettant des évolutions ou correctifs indépendants sans impact sur l'ensemble du système. Cela facilite la maintenance, les tests et les déploiements continus.
- **Évolutivité** : L'architecture distribuée autorise l'ajout de nouveaux services ou le remplacement d'anciens modules sans compromettre la stabilité générale. Elle est ainsi adaptée à une montée en charge progressive.

- **Flexibilité** : L'utilisation d'interfaces bien définies permet au système de s'interfacer facilement avec des services externes, qu'il s'agisse de systèmes de paiement, de moteurs d'analyse ou de plateformes tierces.
- **Robustesse** : La séparation claire des responsabilités entre les composants limite la propagation des erreurs en cas de dysfonctionnement, augmentant ainsi la résilience globale de l'infrastructure.

Enfin, cette organisation ouvre la voie à des évolutions futures, telles que :

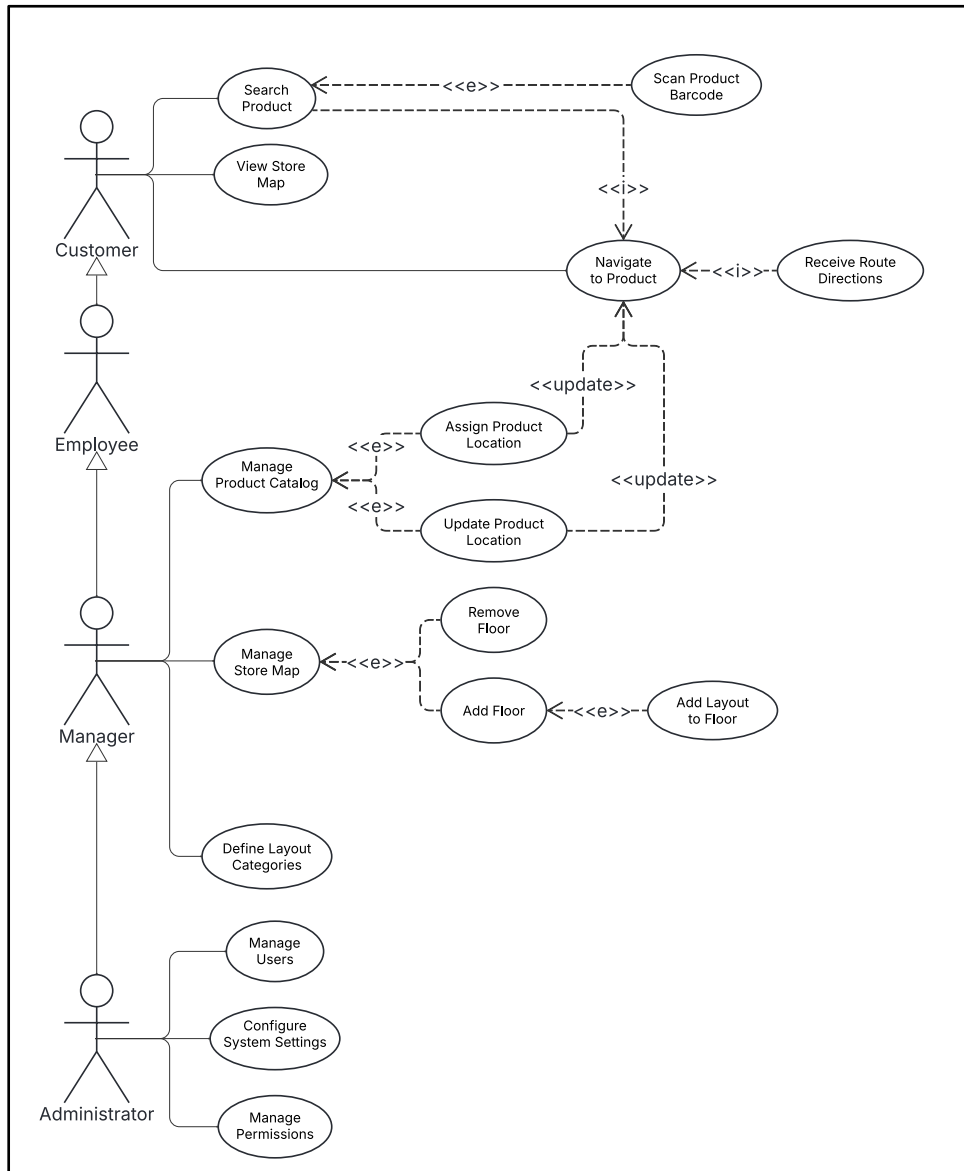
- L'intégration de solutions de géolocalisation indoor (par balises ou Wi-Fi).
- L'exploitation des données collectées à des fins d'analyse prédictive (optimisation de la disposition des articles, anticipation des besoins, etc.).

3 Modélisation des interactions système-acteurs

Afin de mieux comprendre les fonctionnalités proposées par le système et la manière dont elles sont réparties selon les profils d'utilisateurs, le diagramme de cas d'utilisation [18] est présenté dans la section qui suit. Cette modélisation permet de visualiser clairement les interactions entre les différents acteurs et le système, tout en mettant en lumière la hiérarchie des rôles.

3.1 Cas d'utilisation principaux

Figure 7: Diagramme de cas d'utilisation



Le diagramme présenté ci-dessus (voir Figure 7) met en évidence quatre acteurs principaux, chacun disposant de droits d'accès spécifiques et hiérarchisés selon leurs responsabilités :

- **Client** : Peut effectuer des recherches de produits, consulter la carte interactive du magasin et suivre un itinéraire guidé jusqu'à l'emplacement du produit recherché.
- **Employé** : Dispose des mêmes fonctionnalités que le client, avec des droits supplémentaires lui permettant de modifier le catalogue produit et d'affecter les produits à des emplacements précis dans le magasin.
- **Manager** : En plus des droits de l'employé, il peut créer, modifier ou supprimer des éléments de la cartographie spatiale du magasin (rayons, allées, zones, etc.).
- **Administrateur** : Détient l'ensemble des permissions, incluant la gestion des utilisateurs, la définition des rôles, ainsi que la configuration des paramètres globaux du système.

Cette hiérarchisation des rôles permet de contrôler efficacement les droits d'accès, en garantissant que chaque utilisateur agit dans un périmètre fonctionnel bien défini. De plus, chaque rôle hérite des permissions de son niveau inférieur, tout en bénéficiant de prérogatives spécifiques.

Parmi les cas d'usage représentatifs, on retrouve :

- La recherche avancée de produits (par nom, code-barres, etc.).
- La consultation de la cartographie interactive du magasin.
- La navigation assistée jusqu'à l'emplacement d'un produit.
- L'affectation et la modification d'emplacements pour les articles.
- La gestion des éléments cartographiques (ajout/suppression de rayons, modification de zones...).
- L'administration des profils utilisateurs et des rôles d'accès.

Cette modélisation fonctionnelle vise à garantir à la fois la couverture des besoins métiers et un niveau élevé de sécurité, tout en maintenant la cohérence des actions effectuées au sein du système.

4 Dynamique des interactions système

Afin de représenter le fonctionnement du système au-delà de sa structure statique, plusieurs scénarios fonctionnels ont été modélisés sous forme de diagrammes de séquence UML [18]. Ces diagrammes permettent de visualiser les interactions entre les acteurs et les composants du système lors de l'exécution de fonctionnalités clés, telles que la recherche d'un produit, la navigation dans le magasin ou encore la gestion des emplacements.

4.1 Recherche de produit

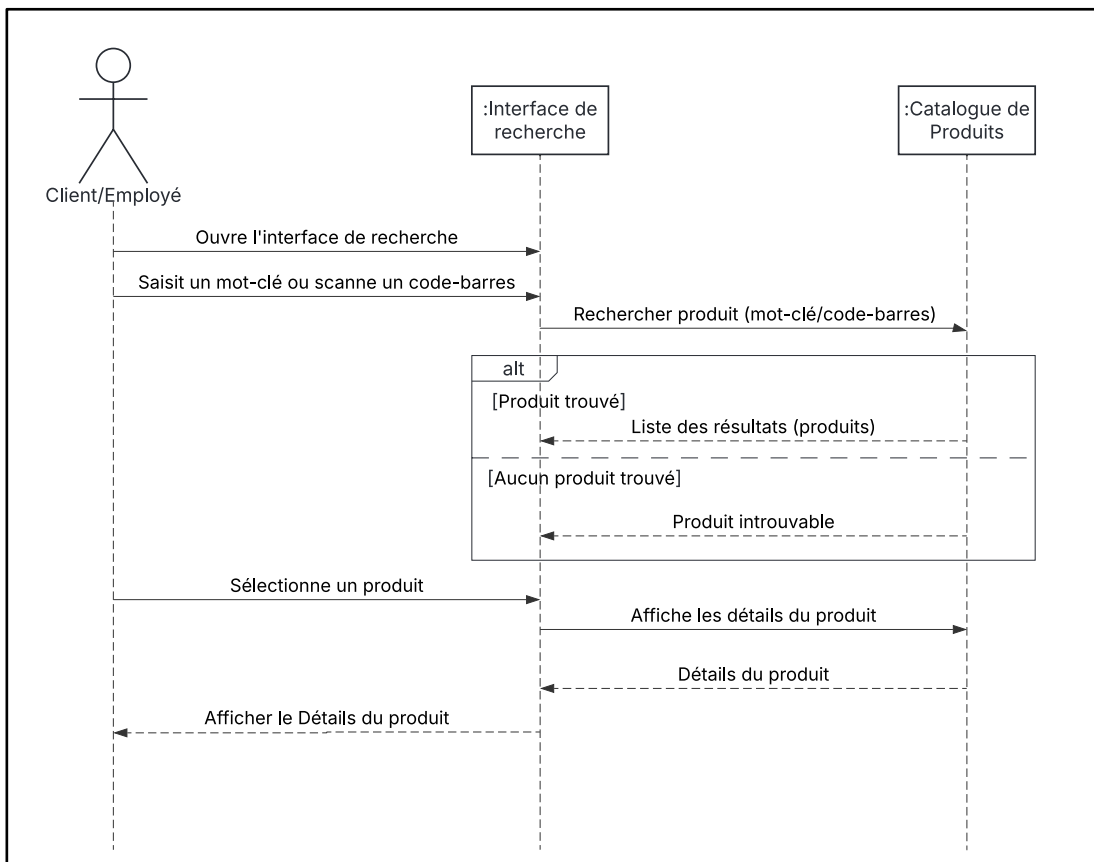


Figure 8: Diagramme de séquence - Recherche de produit

Dans ce scénario (voir Figure 8), l'utilisateur initie une recherche en saisissant un mot-clé ou en scannant un code-barres via l'interface. La requête est ensuite transmise au service de gestion des produits, qui interroge la base de données. En réponse, le système retourne une liste de résultats correspondants ou un message d'erreur si aucun article ne correspond aux critères. L'utilisateur peut ensuite consulter les détails d'un produit sélectionné.

Cette séquence illustre la réactivité du système et la fluidité des échanges entre les composants, essentielles pour garantir une expérience de recherche rapide et efficace.

4.2 Navigation vers un produit

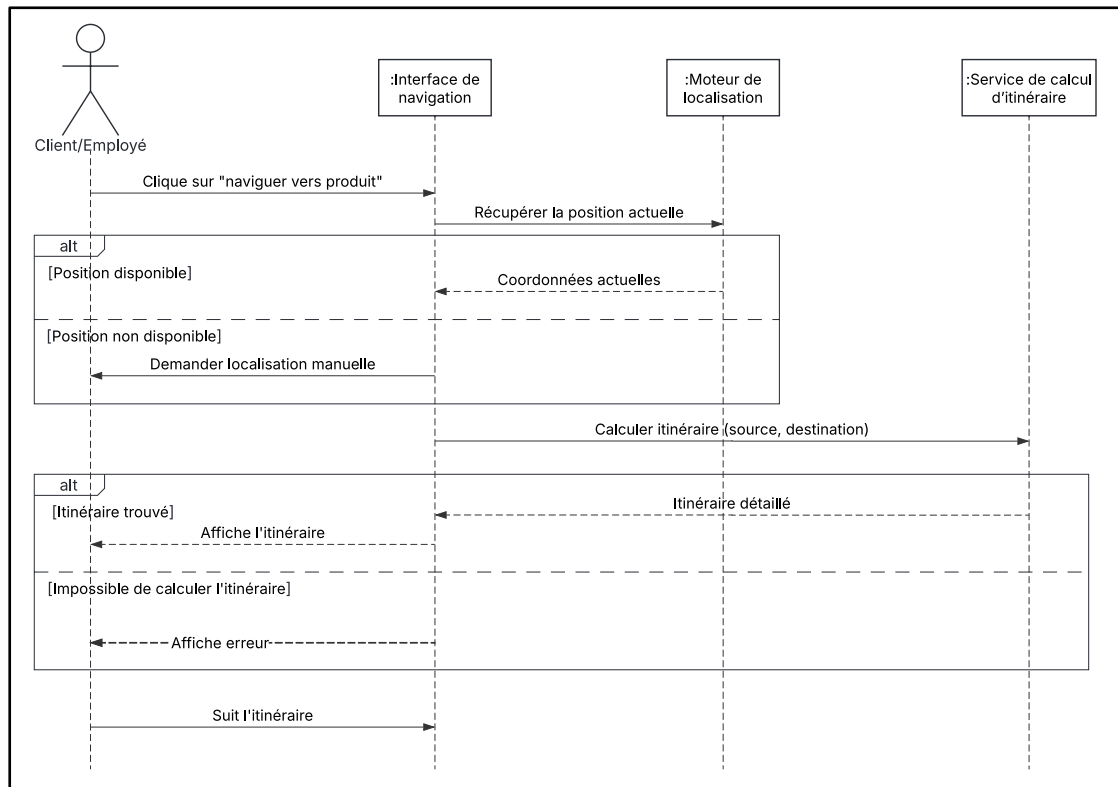


Figure 9: Diagramme de séquence - Navigation vers un produit

Une fois un produit sélectionné, l'utilisateur peut déclencher la fonctionnalité de navigation (voir Figure 9). Le système tente alors d'estimer la position actuelle de l'utilisateur. Si cette position est connue, grâce au GPS ou à une borne intérieure, un itinéraire optimisé est calculé par le moteur de navigation. Sinon, la position par défaut prise en compte est l'entrée du magasin ou de l'étage concerné. L'itinéraire ainsi déterminé est ensuite affiché sur l'interface.

Ce scénario illustre la capacité du système à s'adapter aux contraintes de localisation tout en offrant une expérience utilisateur fluide et cohérente.

4.3 Attribution d'un produit à une zone

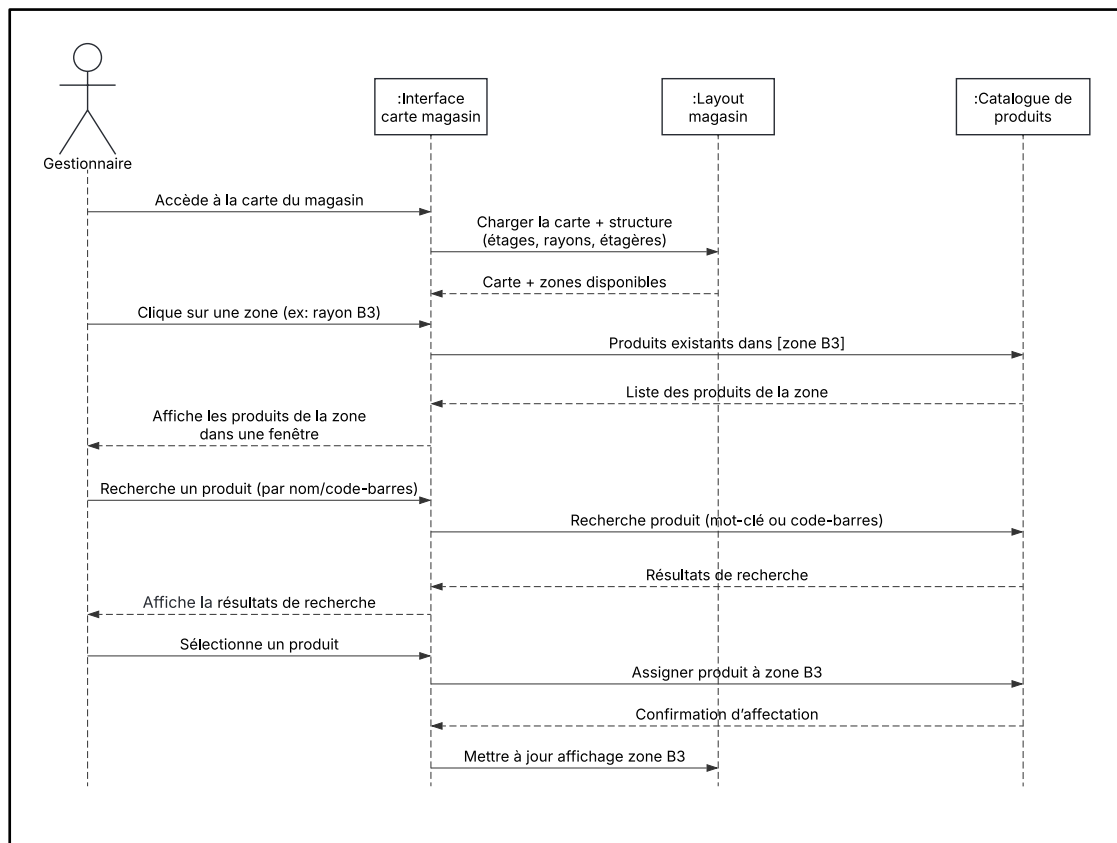


Figure 10: Diagramme de séquence – Attribution d'un produit à un élément graphique

Le gestionnaire interagit avec la carte interactive pour sélectionner une zone précise (voir Figure 10). Il effectue ensuite la recherche du produit à associer. Une fois le produit choisi, l'association est enregistrée dans le système, qui met à jour la carte de manière visuelle.

Cette interaction met en évidence l'importance de l'interface graphique dans la gestion spatiale et la précision de l'organisation des produits.

4.4 Ajout d'un étage

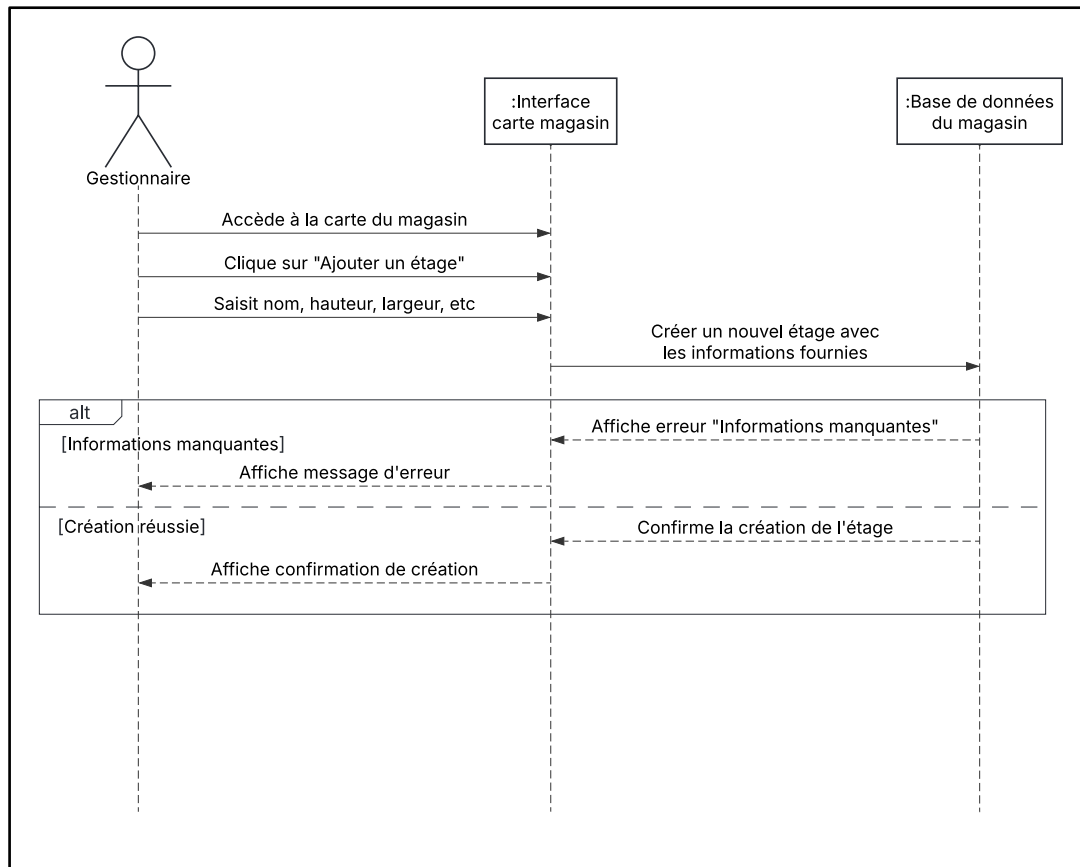


Figure 11: Diagramme de séquence - Ajout d'un étage

Ce scénario débute lorsque le gestionnaire choisit d'ajouter un étage via l'interface de cartographie (voir Figure 11). Il saisit les informations requises telles que le nom et les dimensions. Le système valide les données avant de créer l'étage dans la base de données.

Ce processus illustre les mécanismes de contrôle garantissant la cohérence des données structurantes du magasin.

4.5 Gestion des utilisateurs

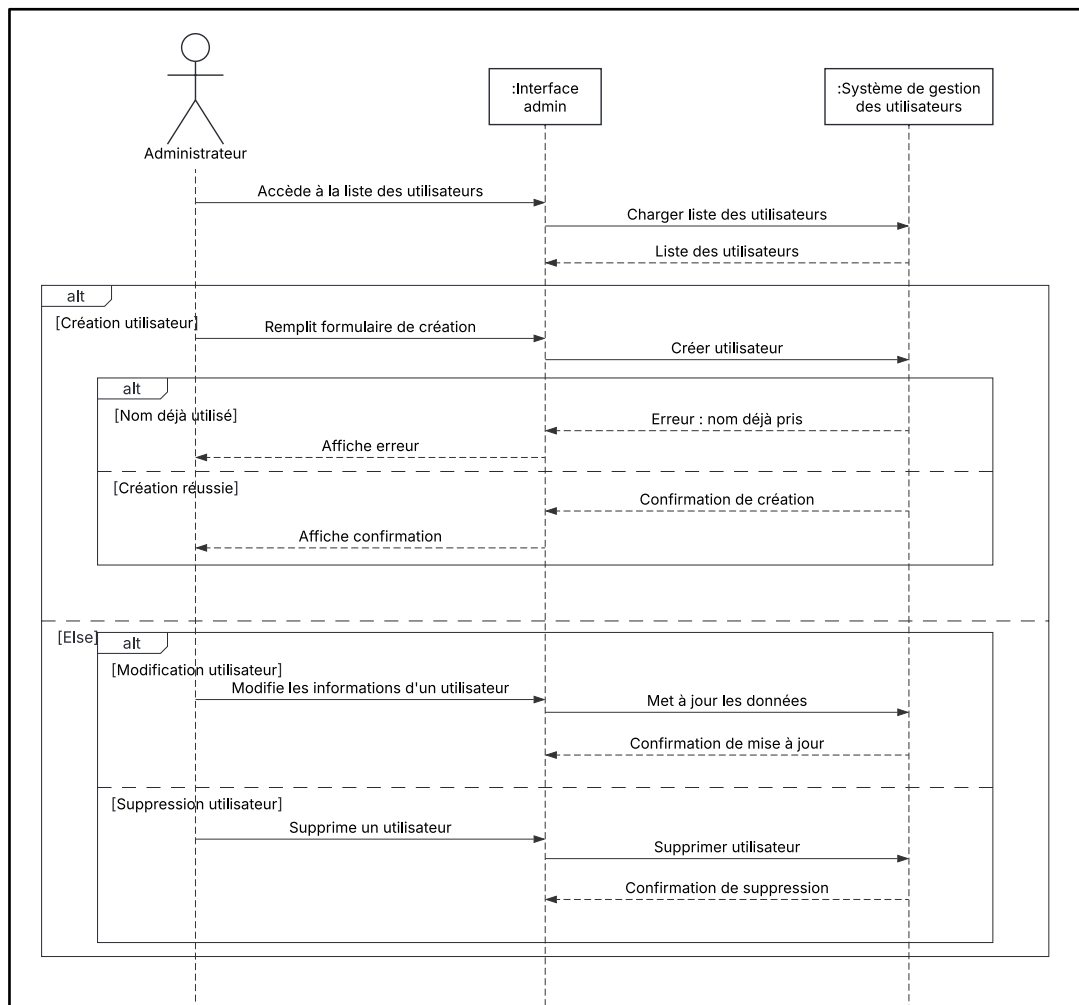


Figure 12: Diagramme de séquence - Gestion des utilisateurs

Dans ce scénario, l'administrateur effectue des opérations de création, modification ou suppression d'utilisateurs (voir Figure 12). Avant chaque action, le système vérifie l'unicité des identifiants ainsi que les droits d'accès. Une fois ces contrôles validés, l'opération est enregistrée et une notification est envoyée à l'administrateur.

Cette séquence met en avant les dispositifs de sécurité encadrant la gestion des droits et des accès utilisateurs.

5 Modélisation des processus métier

Afin de mieux comprendre les flux opérationnels au sein du système et de visualiser les enchaînements d'activités selon les rôles des utilisateurs, une série de diagrammes d'activité a été réalisée. Ces diagrammes permettent de représenter les processus métier sous une forme dynamique et accessible.

5.1 Processus de recherche et navigation client

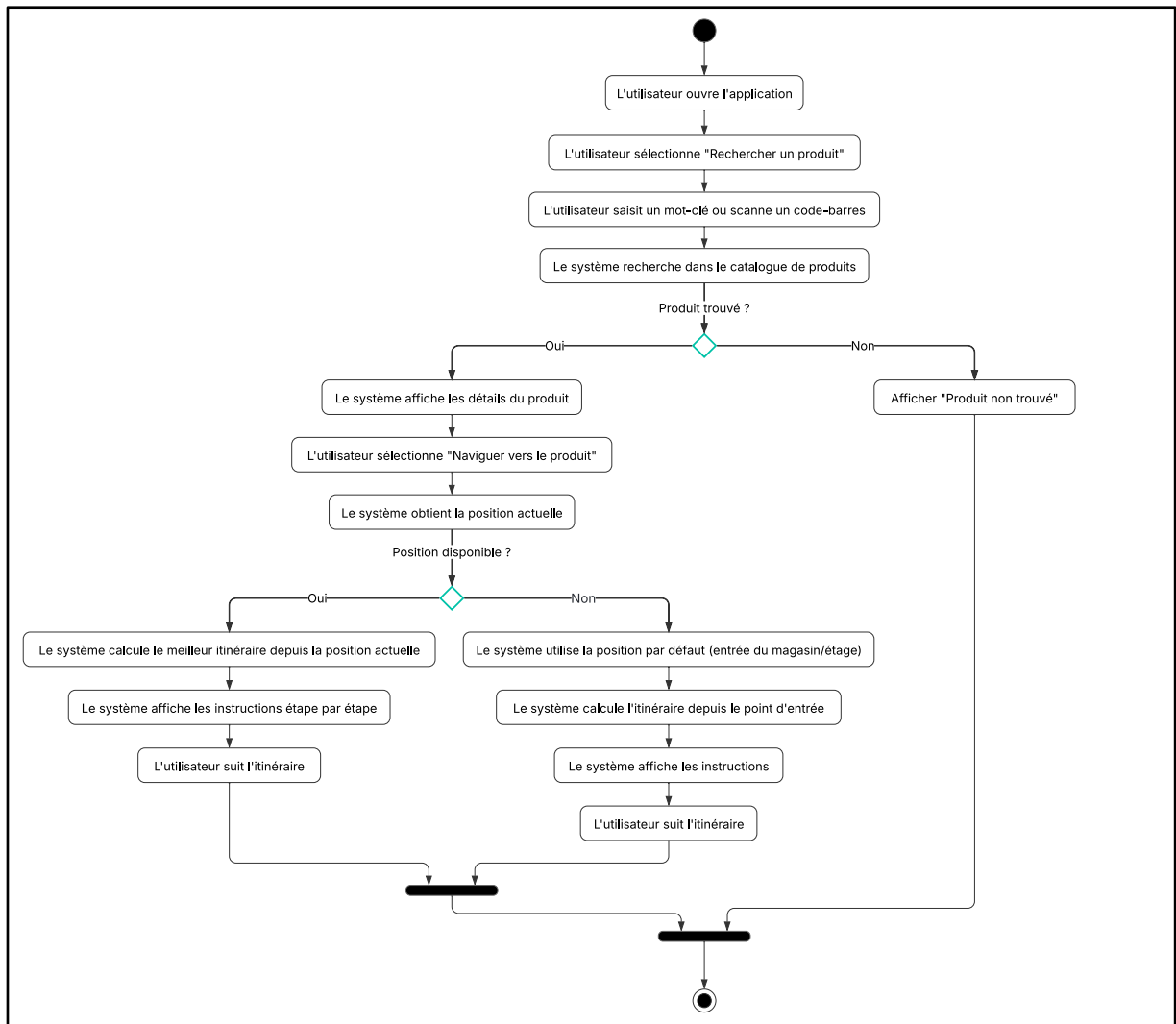


Figure 13: Diagramme d'activité - Recherche et navigation client

Le diagramme présenté en figure 13 retrace le parcours typique d'un client depuis l'ouverture de l'application jusqu'à la localisation d'un produit. Le processus débute par la saisie d'une requête ou le scan d'un code-barres. En fonction des résultats, l'utilisateur peut soit consulter les détails d'un produit, soit être informé de l'absence de correspondance. S'il choisit de naviguer vers un produit, le système tente d'identifier sa position. En cas d'indisponibilité, une position par défaut est utilisée pour générer l'itinéraire.

Ce scénario met en lumière la continuité de l'expérience utilisateur, la prise en compte des cas alternatifs, ainsi que la capacité du système à s'adapter aux contraintes d'environnement afin de garantir une assistance pertinente et fluide.

5.2 Processus d'attribution d'emplacement produit

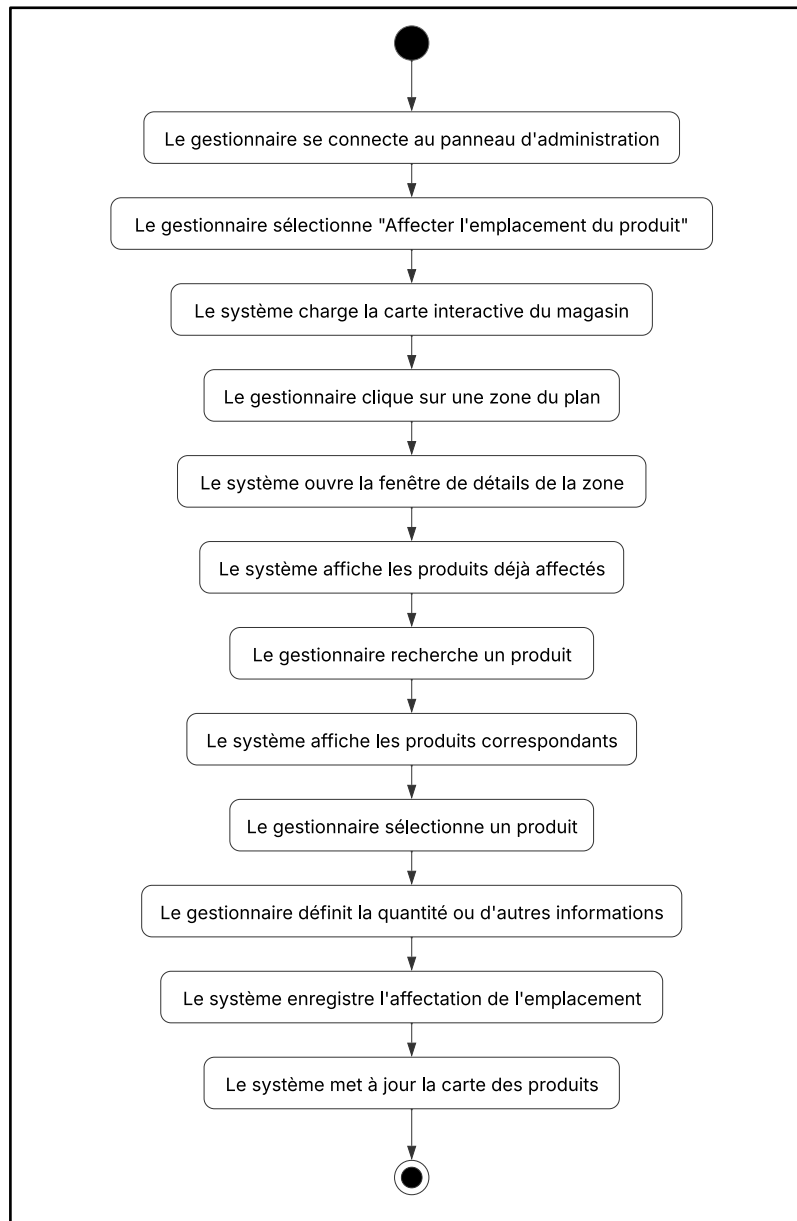


Figure 14: Diagramme d'activité - Attribution d'emplacement produit

Le diagramme présenté en figure 14 décrit le processus métier suivi par un gestionnaire lors de l'attribution d'un produit à une zone spécifique du magasin. L'activité débute par la connexion à l'espace d'administration et le chargement de la carte interactive. Le gestionnaire sélectionne ensuite un élément graphique (rayon, étagère, etc.), effectue une recherche de produit, puis confirme l'association.

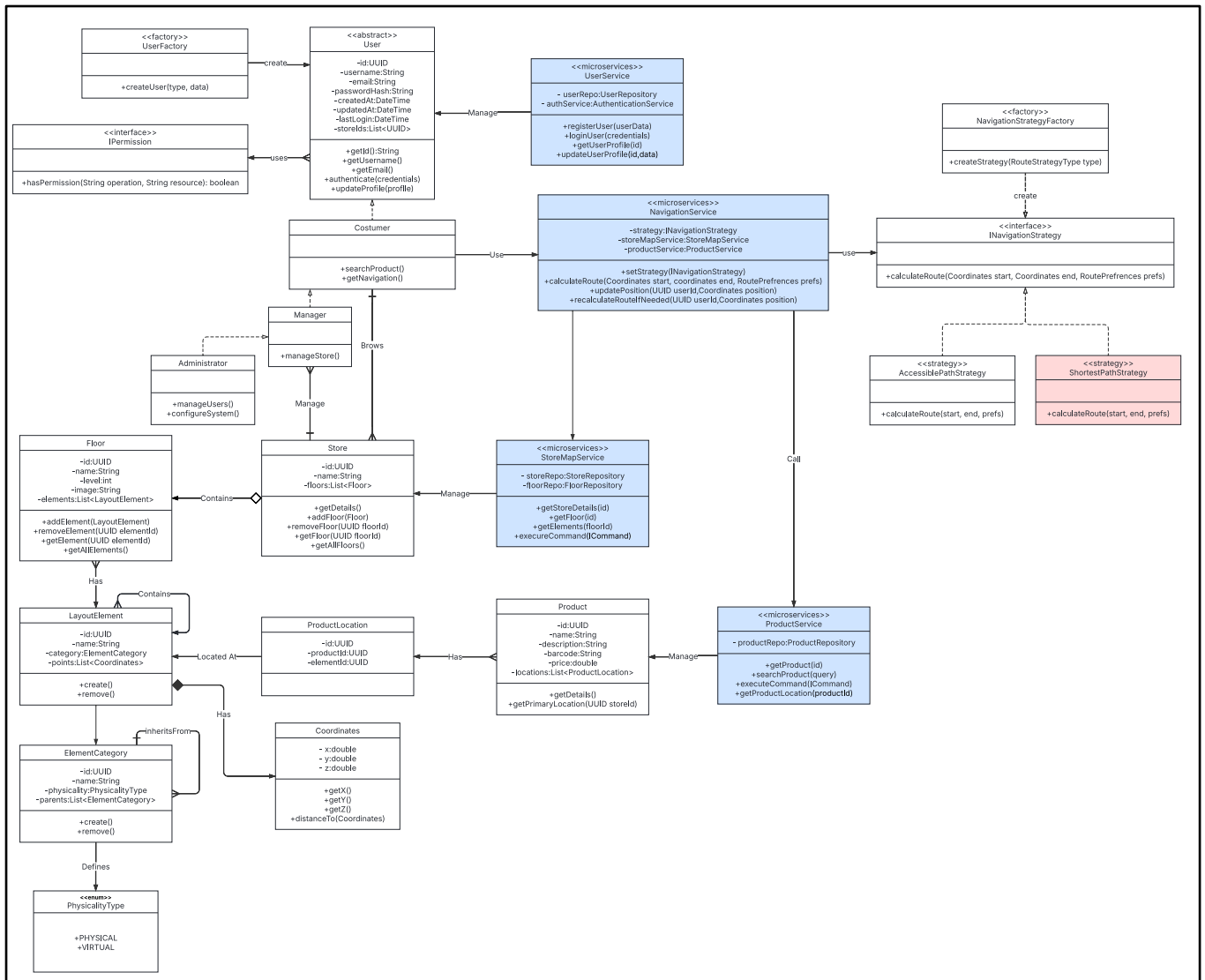
Ce modèle met en évidence l'importance de l'interface cartographique dans le processus d'affectation spatiale. Il souligne également la simplicité du processus grâce à une interaction directe entre les entités graphiques et les données produits.

6 Structure du domaine métier

Pour représenter la structure statique du système, un modèle de classes [18] a été élaboré afin de formaliser les entités clés ainsi que leurs relations. Ce modèle constitue la base conceptuelle sur laquelle repose l'ensemble de l'implémentation.

6.1 Diagramme de classes

Figure 15: Diagramme de classes du domaine



Le diagramme ci-dessus (voir figure 15) synthétise l'ensemble des entités composant le domaine métier. Ces entités sont organisées en plusieurs sous-domaines logiques :

- **Gestion des utilisateurs** : Ce groupe regroupe les classes `User`, `Administrator`, `Consumer`, `Manager`, ainsi que les interfaces d'authentification et de gestion des rôles. Le principe d'héritage a été appliqué pour factoriser les attributs communs.
- **Structure spatiale** : Ce sous-domaine comprend les classes `Store`, `Floor`, `LayoutElement` et `ElementCategory`, qui modélisent la structure du magasin, des étages jusqu'aux éléments individuels de la carte interactive.

- **Gestion des produits** : Les classes *Product* et *ProductLocation* représentent les articles ainsi que leur association spatiale dans le magasin.
- **Navigation** : Ce module regroupe les services de guidage, utilisant des stratégies de calcul d'itinéraire interchangeables, implémentées selon le patron de conception Strategy.

Les relations entre ces classes illustrent la complexité du domaine tout en assurant une organisation claire et cohérente. Les principes fondamentaux de la programmation orientée objet ont été respectés, notamment :

- L'héritage, pour structurer la hiérarchie des rôles utilisateurs.
- La composition, pour relier les entités spatiales aux produits.
- L'utilisation de design patterns tels que Factory et Strategy [19], garantissant la modularité et la maintenabilité du système.

Ce modèle facilite l'évolution future du système, en permettant l'intégration de nouvelles fonctionnalités sans compromettre la structure existante.

7 Modèle de données

Pour assurer la persistance des informations au sein du système, un modèle de données a été conçu, structuré autour des entités principales du domaine. Ce modèle traduit la logique métier en une représentation relationnelle exploitable par un système de gestion de base de données (SGBD).

7.1 Modèle de données

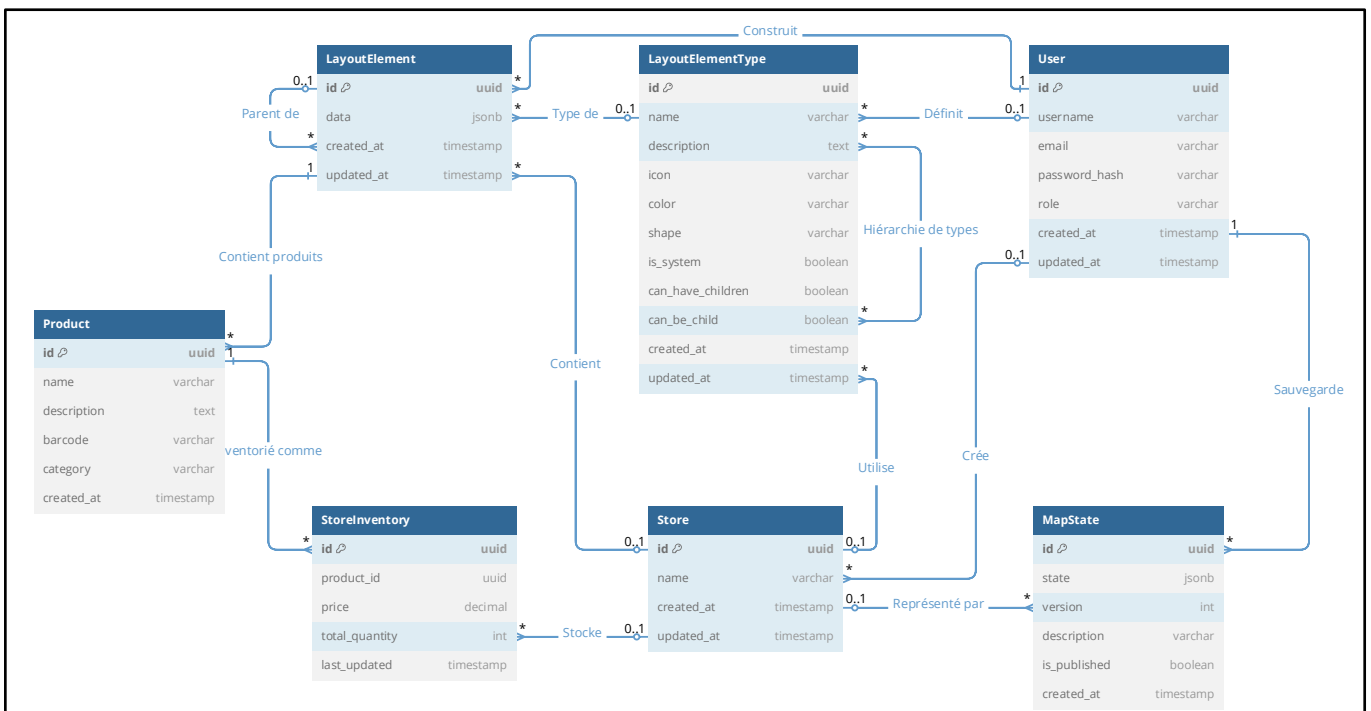


Figure 16: Modèle de données

Le modèle de données (voir figure 16) constitue la première étape de la modélisation, indépendante des considérations techniques d’implémentation. Il met en évidence les entités majeures du système — telles que User, Store, Product, LayoutElement et LayoutElementType — ainsi que les relations logiques qui les unissent.

Ce niveau d’abstraction permet de garantir la cohérence des liens entre les différentes entités du domaine. Par exemple, un Produit peut être associé à un ou plusieurs LayoutElement, tandis qu’un Store est composé de plusieurs LayoutElement.

Cette représentation facilite également la communication avec les parties prenantes non techniques, en permettant de valider le périmètre fonctionnel du système avant son passage à l’implémentation technique.

7.2 Modèle logique de données

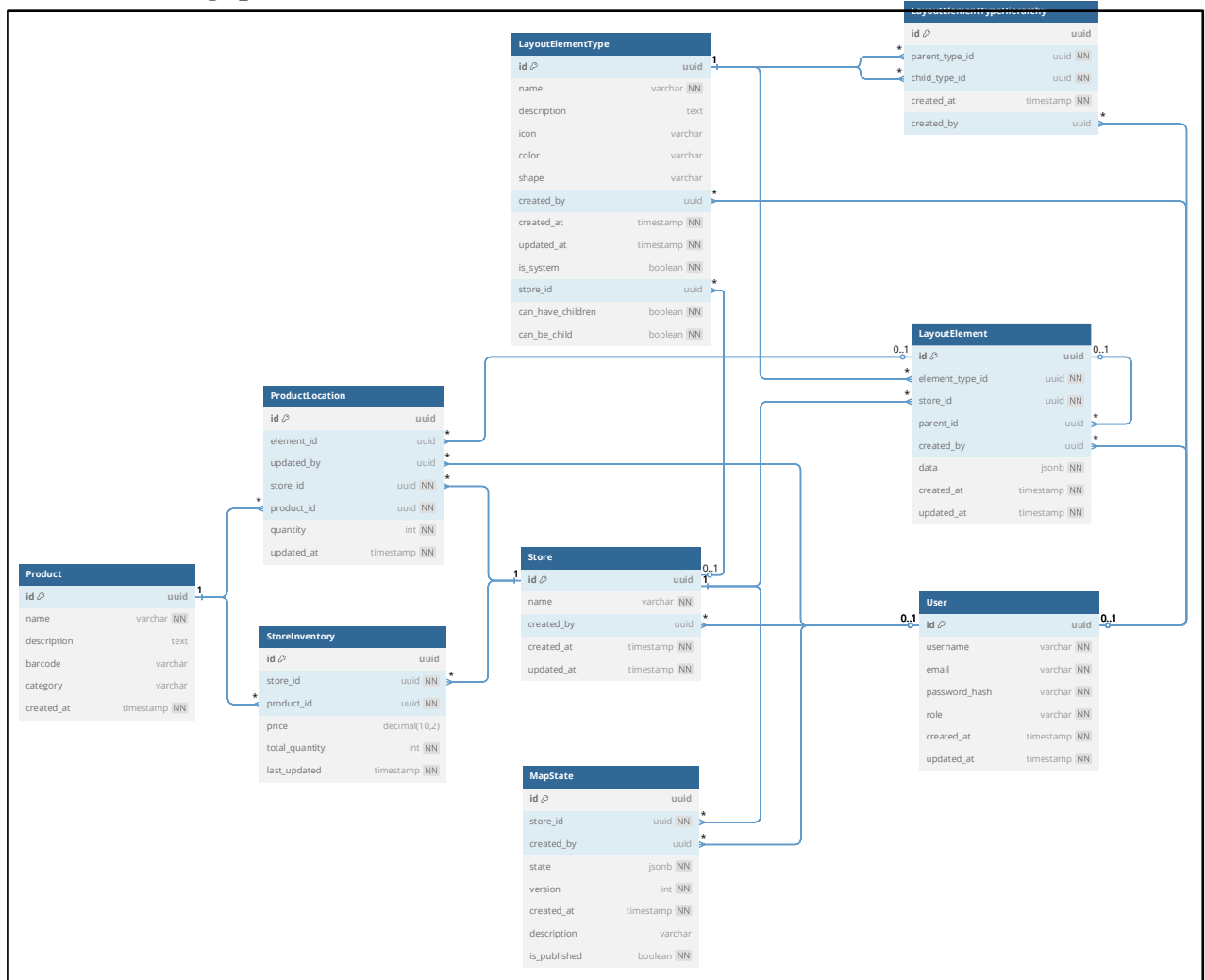


Figure 17: Modèle logique de données (MLD)

À partir du modèle de données (voir figure 17), le modèle logique de données a été élaboré en tenant compte des spécificités propres aux systèmes de gestion de bases de données relationnelles. Ce modèle décrit les tables, leurs attributs, ainsi que les contraintes suivantes :

- Clés primaires assurant l'unicité des enregistrements,
- Clés étrangères maintenant les relations d'intégrité entre les tables,
- Contraintes de validité (unicité, non-nullité, etc.),
- Index sur les colonnes stratégiques pour optimiser les requêtes fréquentes (telles que la recherche par mot-clé ou par position).

Par exemple, la table ProductLocation établit le lien entre un produit et un LayoutElement, avec une contrainte d'intégrité référentielle garantissant la validité des références.

Ce modèle constitue la base technique de la couche de persistance du système, assurant la fiabilité des opérations de lecture, d'écriture et de mise à jour dans la base de données.

8 Choix technologiques

Les technologies retenues pour le développement du système ont été sélectionnées en fonction des besoins fonctionnels et techniques du projet. Le choix a également été influencé par les standards technologiques en vigueur dans l'entreprise d'accueil, car le module développé doit s'intégrer harmonieusement dans un système existant.

- **Frontend Mobile : Flutter**
Flutter [20] est un Framework cross-platform développé par Google. Il permet de créer des interfaces performantes et homogènes sur iOS et Android à partir d'une seule base de code, ce qui accélère le développement et facilite la maintenance.
- **Frontend Web : React.js (TypeScript)**
React.js [21] est une bibliothèque JavaScript moderne utilisée pour construire des interfaces utilisateurs dynamiques. L'utilisation de TypeScript ajoute un typage statique, ce qui renforce la robustesse, la lisibilité et la maintenabilité du code.
- **Backend : Django (Python)**
Django [22] est un Framework web haut niveau écrit en Python. Il est reconnu pour sa rapidité de développement, sa sécurité intégrée et sa capacité à structurer des projets complexes de manière claire et évolutive.
- **Base de données : MySQL**
MySQL [23] est un système de gestion de base de données relationnelle fiable et performant. Il est largement adopté dans l'industrie et s'intègre facilement avec Django, répondant ainsi aux exigences de stockage structuré des données.
- **API : Django REST Framework**
Ce Framework [24] complémentaire à Django permet de créer des API RESTful robustes, testables et maintenables. Il facilite l'exposition sécurisée des données aux applications clientes.
- **React Flow [25]**
est une bibliothèque JavaScript dédiée à la création d'interfaces interactives en canevas, permettant de représenter visuellement des graphes de manière fluide et personnalisable. Elle a été utilisée dans ce projet pour modéliser la hiérarchie spatiale du magasin, en offrant une visualisation intuitive des composants et de leurs relations.

Ces choix technologiques assurent la cohérence de l'architecture, l'interopérabilité entre les composants, ainsi qu'une évolutivité modulable selon les besoins futurs. L'approche multicouche permet aussi une répartition claire des responsabilités techniques, favorisant la maintenabilité du système.

9 Outils de modélisation

Pour la modélisation du système, plusieurs outils ont été utilisés afin de produire des schémas clairs et collaboratifs :

- **Lucidchart [26]**
Utilisé pour la création des diagrammes UML tels que les diagrammes de cas d'utilisation, d'activités, de classes, etc. Lucidchart offre une interface intuitive et permet un travail collaboratif efficace.
- **dbdiagram.io [27]**
Employé pour la modélisation des données, notamment pour réaliser le Modèle de Données et le Modèle Logique de Données (MLD). Cet outil facilite la représentation relationnelle des données et l'export vers des formats compatibles avec les SGBD.

10 Conclusion

La conception développée dans ce chapitre constitue le fondement architectural du système de cartographie digitale du magasin. Elle permet de traduire les besoins fonctionnels identifiés en une architecture claire, modulaire et évolutive, capable de soutenir l'ensemble des fonctionnalités visées.

Les différentes vues – structurelles, comportementales et dynamiques – offrent une compréhension approfondie du système. Les diagrammes UML utilisés mettent en lumière la richesse des interactions entre les composants ainsi que la complexité des relations propres au domaine métier.

Cette architecture répond pleinement aux objectifs initiaux du projet :

- La cartographie digitale repose sur une structure flexible d'éléments spatiaux, adaptable aux différentes configurations de magasin.
- L'attribution des produits aux emplacements est assurée par une gestion structurée des associations entre entités.
- Une interface utilisateur intuitive est garantie par une architecture conçue pour la réactivité et la fluidité d'interaction.
- Les opérations d'inventaire sont simplifiées grâce à la représentation visuelle des éléments dans l'espace.
- Les bases de la navigation indoor sont posées avec l'intégration d'un moteur d'itinéraire.

Par ailleurs, la modularité de cette conception ouvre la voie à des évolutions futures : intégration de la réalité augmentée, exploitation des données de navigation pour optimiser les agencements, ou encore enrichissement fonctionnel via de nouveaux modules.

Ainsi, cette architecture constitue un compromis équilibré entre la satisfaction des besoins actuels et l'anticipation des évolutions futures, assurant la pérennité du système dans un environnement commercial en constante mutation.

CHAPITRE 3 : IMPLEMENTATION ET VALIDATION DE LA SOLUTION

1 Introduction

Ce chapitre détaille la mise en œuvre technique de la solution de cartographie intelligente en magasin. Cette solution s'appuie sur une architecture distribuée et offre deux interfaces distinctes : une application web destinée aux gestionnaires et une application mobile pour les employés. Le chapitre expose les choix technologiques effectués, l'organisation logicielle adoptée et le développement des fonctionnalités clés, le tout illustré par des captures d'écran.

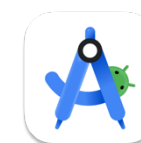
2 Outils utilisés

La mise en œuvre de la solution a nécessité l'usage d'un ensemble d'outils de développement, de conception et de gestion de projet, sélectionnés pour leur complémentarité et leur efficacité dans un contexte de travail collaboratif :

- **Visual Studio Code [28]** : éditeur de code léger et extensible, utilisé comme environnement principal pour le développement des applications mobile (Flutter) et web (React), grâce à sa richesse en extensions et son intégration fluide avec Git.



- **Android Studio [29]** : utilisé principalement pour l'exécution et le débogage de l'application mobile sur des émulateurs Android, offrant un environnement de test réaliste.



- **Figma [30]** : outil de design collaboratif pour la création des maquettes UI/UX, facilitant la visualisation, la validation et l'itération rapide sur les interfaces avant leur implémentation.



- **ClickUp [31]** : plateforme de gestion de projet employée pour organiser les tâches, suivre l'avancement, définir les priorités et assurer une planification structurée du travail.



- **Microsoft Teams [32]** : utilisé comme outil de communication pour la coordination entre les membres du projet, les échanges techniques, ainsi que l'organisation des réunions régulières.



- **GitHub [33]** : plateforme de gestion du code source permettant le contrôle de version, la revue de code et la collaboration efficace via les branches, pull requests et issues.



- **Google Docs [34]** : solution collaborative pour la rédaction, le partage et l'édition en temps réel de la documentation technique et fonctionnelle du projet.



L'intégration cohérente de ces outils a grandement contribué à la réussite du projet, en favorisant une collaboration efficace, une documentation continue et un développement structuré.

3 Développement de l'interface Web

3.1 Contexte d'intégration

Le module cartographique web a été conçu comme une extension frontale du système d'information déjà en place au sein de l'entreprise. Son développement s'inscrit dans une logique d'intégration complète, en tenant compte des contraintes fonctionnelles et techniques existantes. Il respecte les modèles métiers en vigueur, s'appuie sur les services API déjà déployés, suit les règles métier définies pour l'assignation et l'interaction des composants, et s'intègre au mécanisme d'authentification centralisée.

L'interface a été développée en React.js, avec l'intégration de la bibliothèque React Flow pour offrir une manipulation visuelle interactive des composants spatiaux. Une attention particulière a été accordée à l'ergonomie, à travers des fonctionnalités comme l'historique des modifications, le glisser-déposer intuitif et la visualisation structurée par étage, garantissant une expérience utilisateur fluide et cohérente.

3.2 Authentification

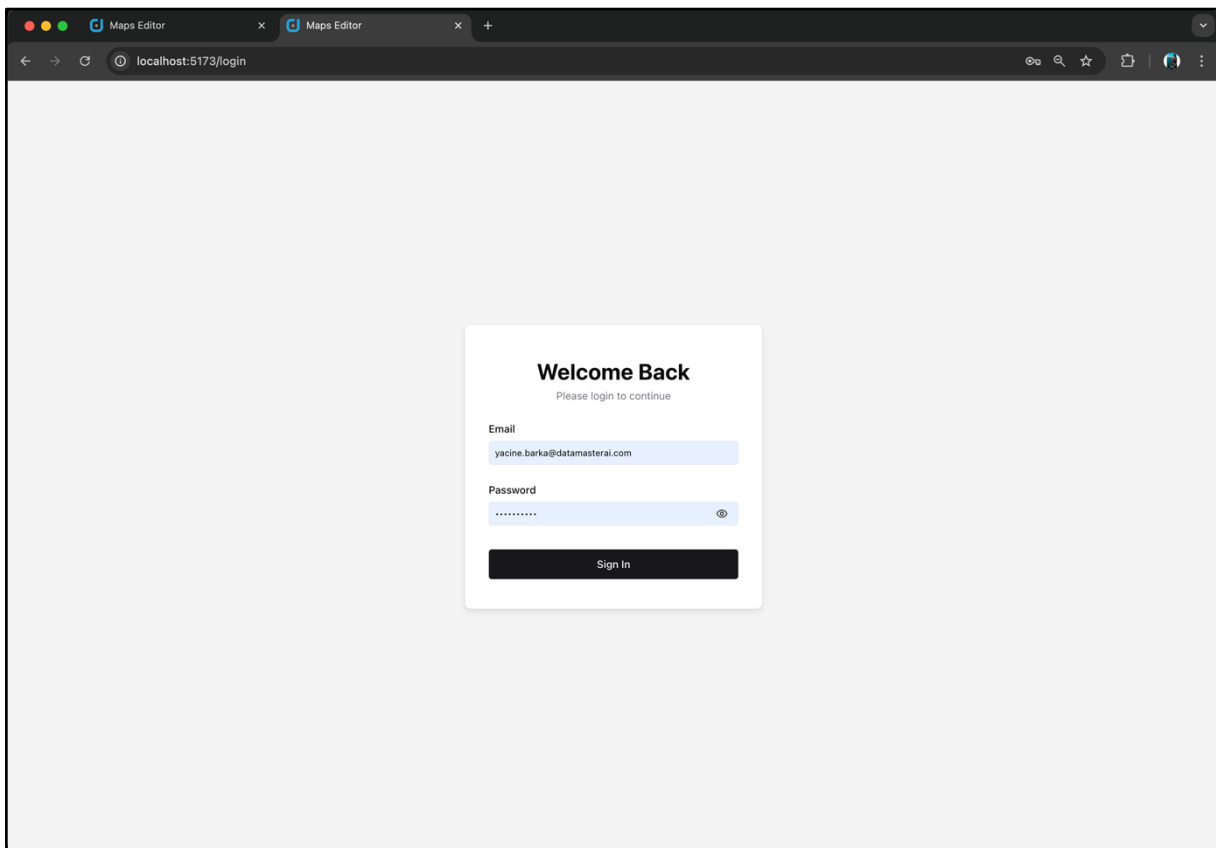


Figure 18: Interface de connexion sécurisée du module cartographique

L'accès au module cartographique s'effectue par une interface de connexion sécurisée, comme illustré dans la figure 18. L'utilisateur y saisit ses identifiants d'accès (nom d'utilisateur et mot de passe). Une fois l'authentification validée, il est automatiquement redirigé vers l'interface principale de l'application. Ce processus repose sur une intégration directe avec le système centralisé d'authentification de l'entreprise, assurant ainsi une gestion cohérente et sécurisée des sessions utilisateurs.

3.3 Gestion dynamique des composants

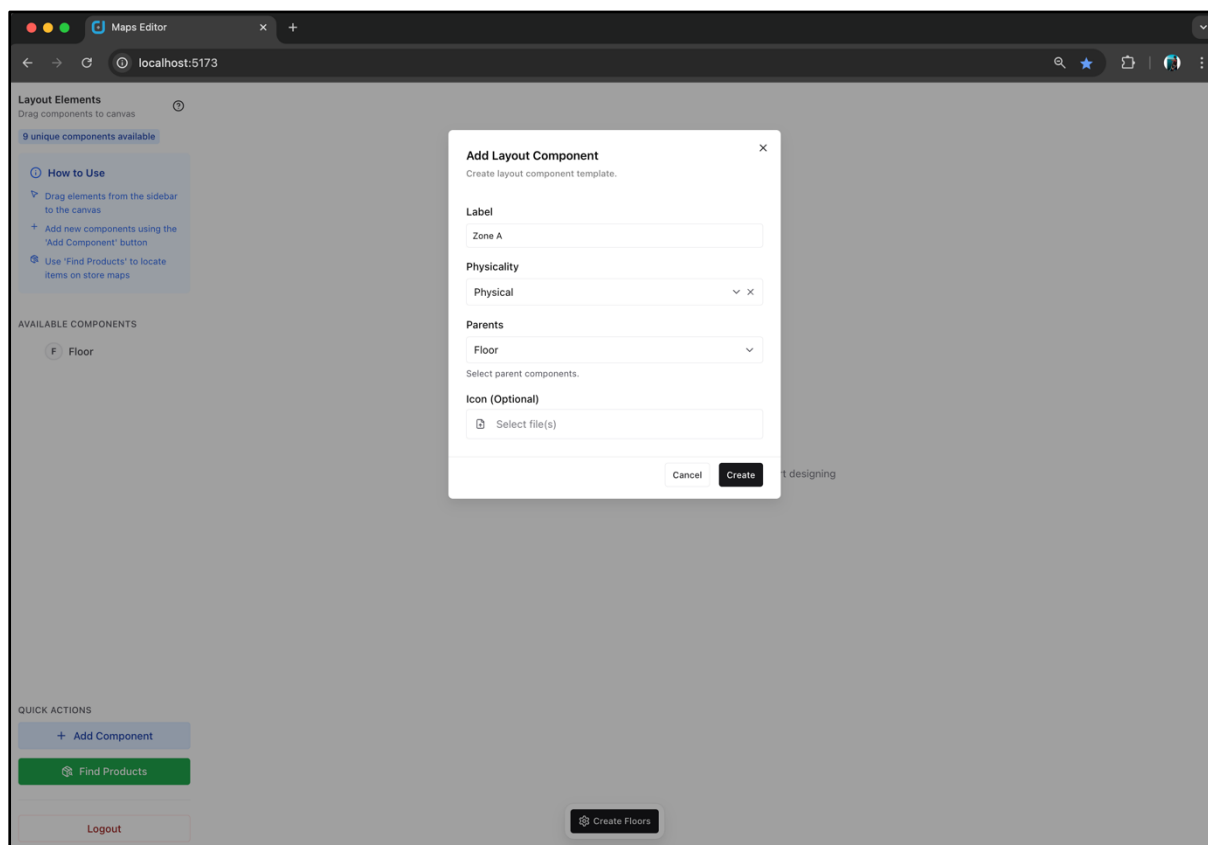


Figure 19: Interface de création et de configuration des composants spatiaux

La figure 19 présente l'interface permettant la création dynamique des composants constitutifs de la structure spatiale du magasin (zones, étagères, adresse, etc.). Chaque composant peut être configuré selon plusieurs paramètres :

- Un nom explicite facilitant son identification,
- Une icône personnalisable pouvant être importée depuis un fichier image,
- Une nature définie comme *physique* ou *virtuelle*,
- Ainsi qu'une hiérarchie structurelle précisant les types de parents qu'il peut avoir.

Cette interface vise à garantir une modélisation flexible et cohérente de l'environnement physique tout en respectant les contraintes imposées par le modèle métier.

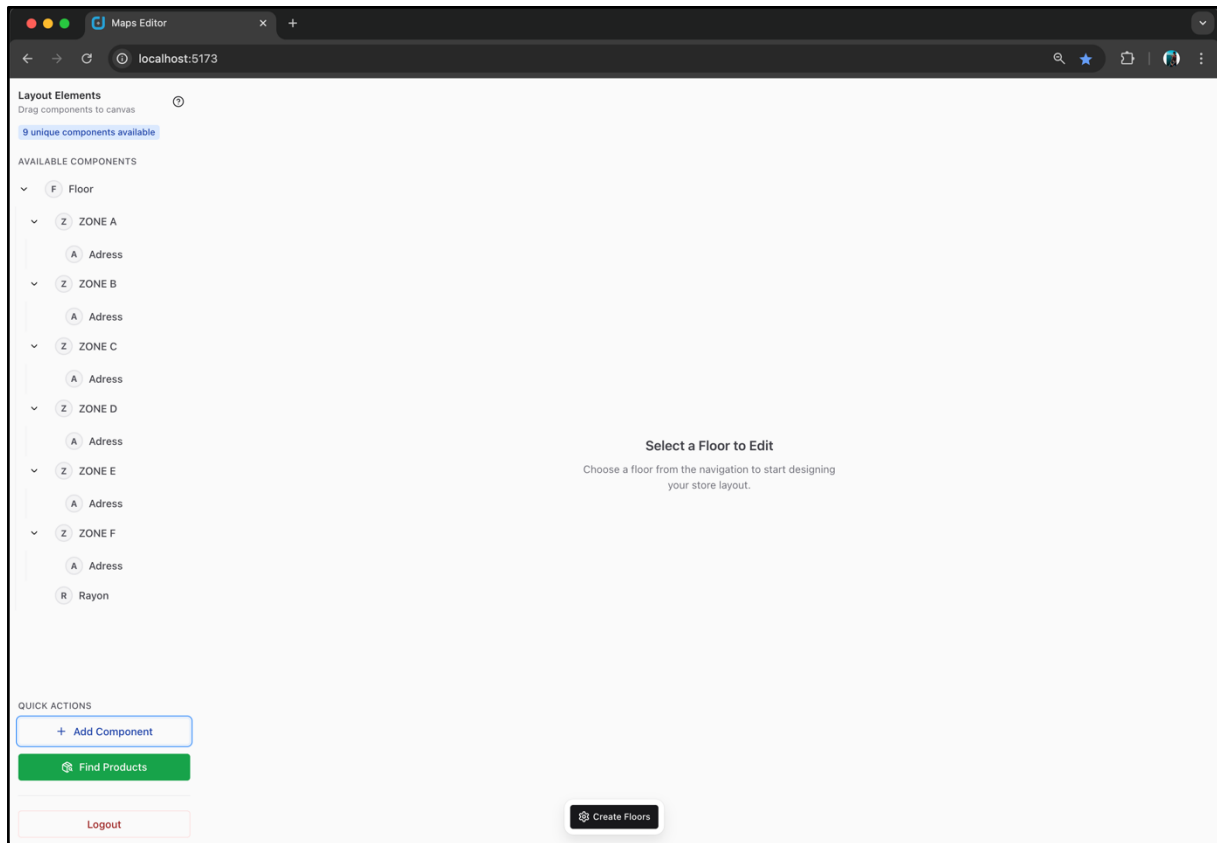


Figure 20: Visualisation hiérarchique des composants

À la suite de leur configuration, les composants sont automatiquement organisés sous forme d'un arbre hiérarchique, comme illustré dans la figure 20. Cette représentation structurelle reflète les relations de parenté définies lors de la création et assure une cohérence dans la modélisation de l'espace physique. Elle constitue également une base essentielle pour les opérations ultérieures de cartographie et de navigation dans l'interface.

3.4 Création et gestion des étages

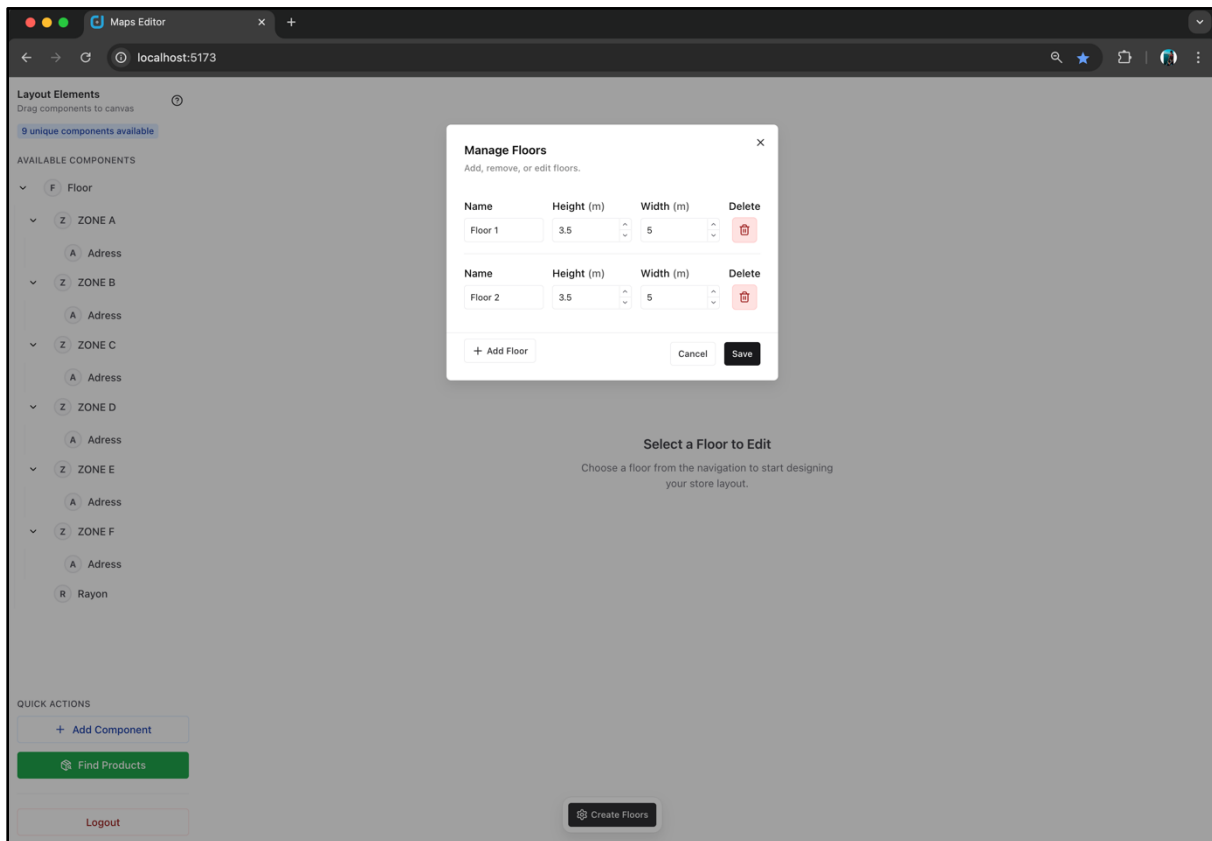


Figure 21: Définition et configuration d'un étage (nom, dimensions)

Comme prérequis à toute opération de modélisation cartographique, l'utilisateur doit définir au moins un étage, comme illustré dans la figure 21. Cette étape consiste à attribuer un nom distinctif à l'étage, ainsi qu'à spécifier ses dimensions (largeur et hauteur) à l'aide d'unités standard. Le système permet la création de plusieurs étages, chacun disposant de son propre canevas indépendant, facilitant ainsi la structuration spatiale selon la configuration réelle du magasin.

3.5 Éditeur cartographique interactif

Cette section présente les principales fonctionnalités de l'éditeur de carte intégré dans l'interface web, permettant aux gestionnaires de concevoir et de manipuler la structure spatiale du magasin de manière intuitive et visuelle.

a. Sélection de l'étage à modéliser

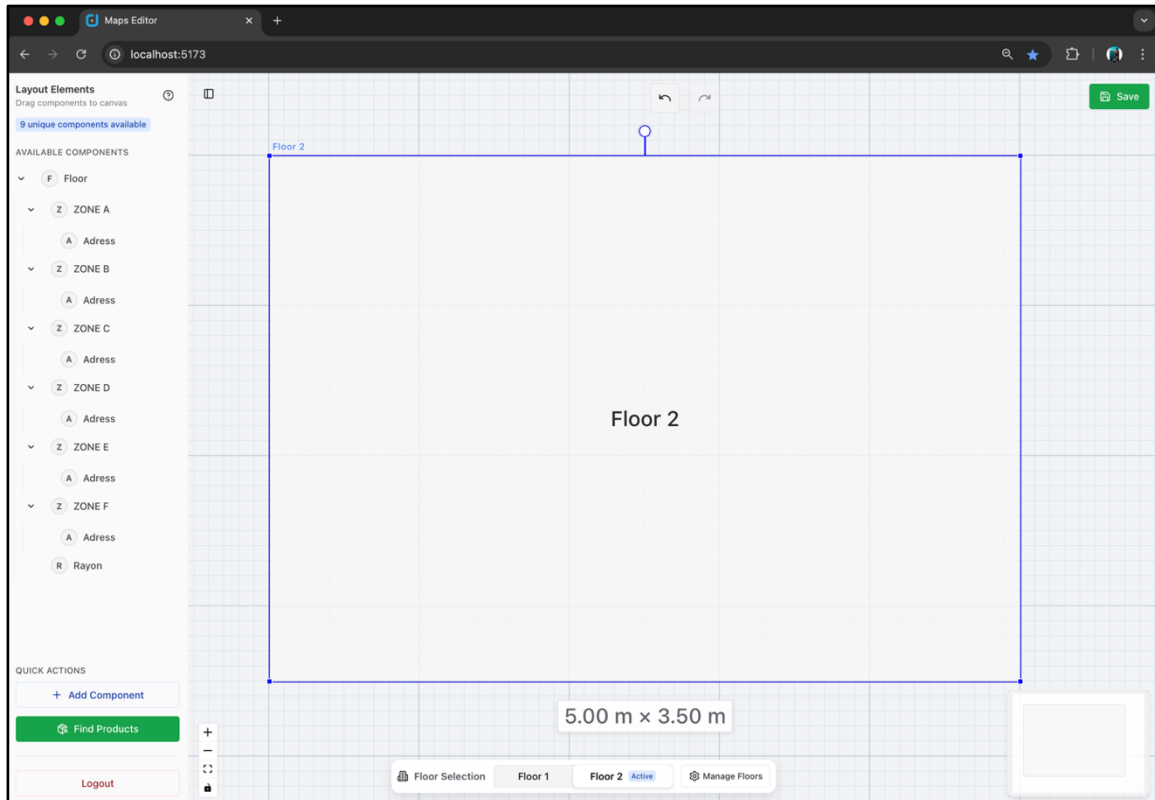


Figure 22: Interface de sélection de l'étage

b. Insertion de composants par glisser-déposer

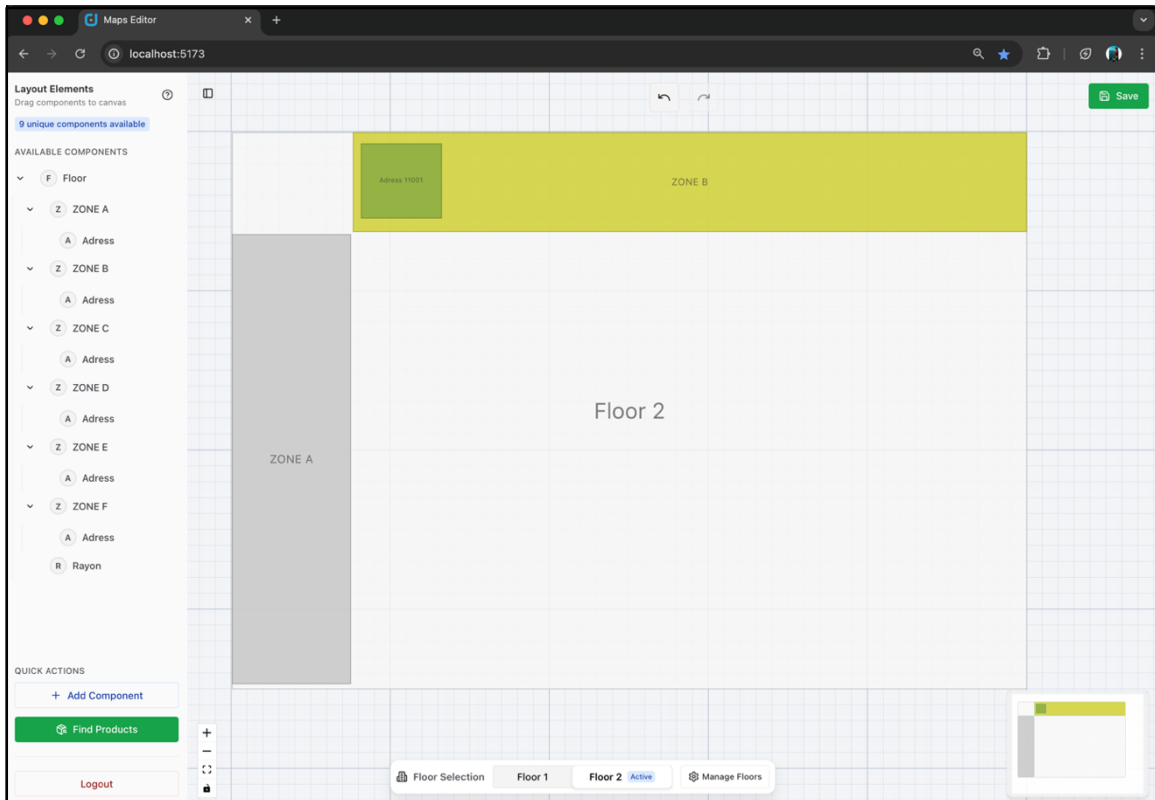


Figure 23: Ajout de composants depuis la palette latérale

La phase de modélisation commence par la sélection d'un étage préalablement défini (voir figure 22). Cette action permet de charger automatiquement le contexte associé, incluant les dimensions de l'étage ainsi que les composants déjà positionnés dans l'espace cartographique.

Une fois l'étage sélectionné, l'utilisateur dispose d'une palette latérale contenant les différents types de composants configurés en amont (zones, étagères, adresse, etc.) (figure 23). Il lui suffit de faire glisser un composant dans la zone de dessin. L'insertion respecte les contraintes hiérarchiques définies : si un composant ne peut être inséré dans le contexte choisi, l'opération est automatiquement refusée. Chaque ajout valide crée un sous-ensemble (sub-flow) correctement rattaché à son parent. Les contraintes spatiales de l'étage sont également prises en considération afin de prévenir tout placement en dehors de la zone définie.

c. Édition avancée des propriétés des composants

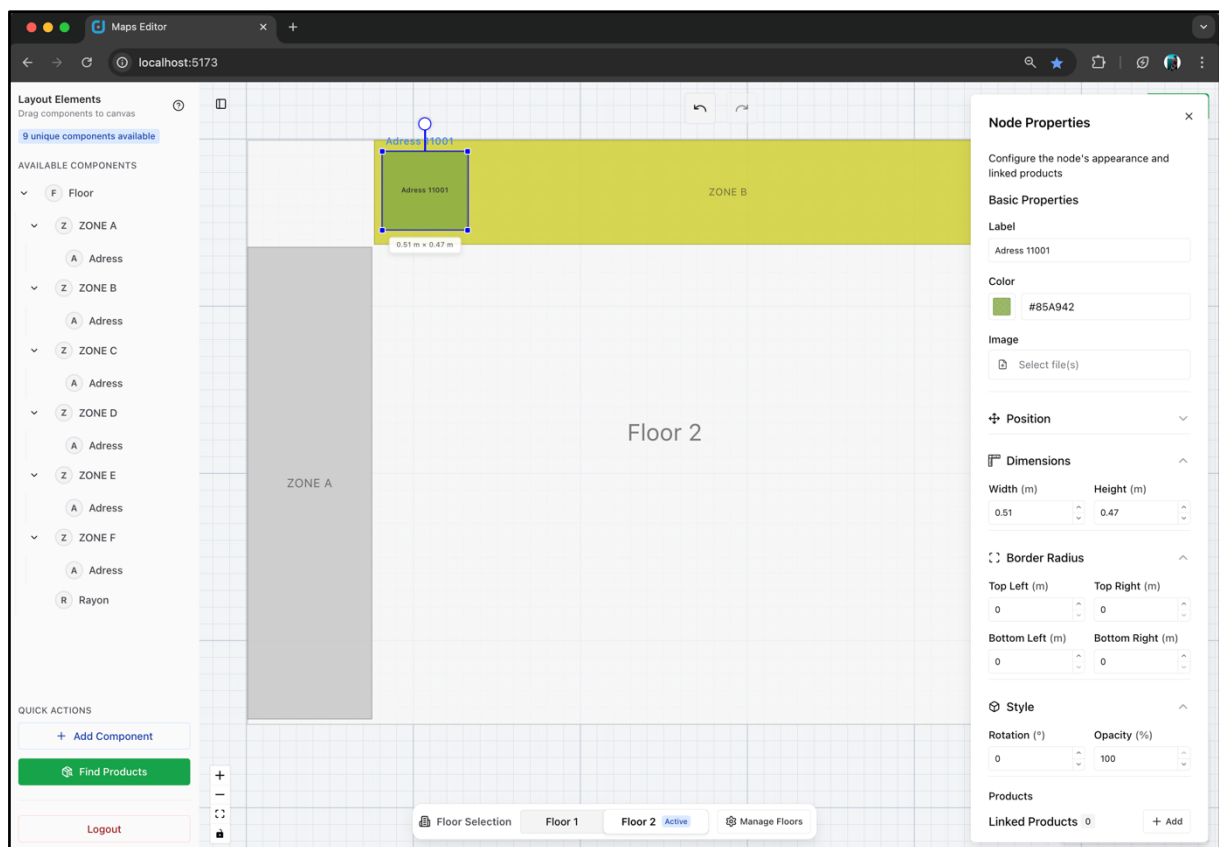


Figure 24: Panneau d'édition des propriétés d'un composant

Un clic sur un composant inséré ouvre un panneau latéral dédié (voir figure 24) permettant de modifier divers attributs : nom, couleur de fond, dimensions, position (x, y), rotation, opacité, coins arrondis, et image personnalisée. Toutes les modifications sont

immédiatement appliquées sur la carte, garantissant une visualisation instantanée des ajustements.

d. Résultat d'une modélisation cartographique simple

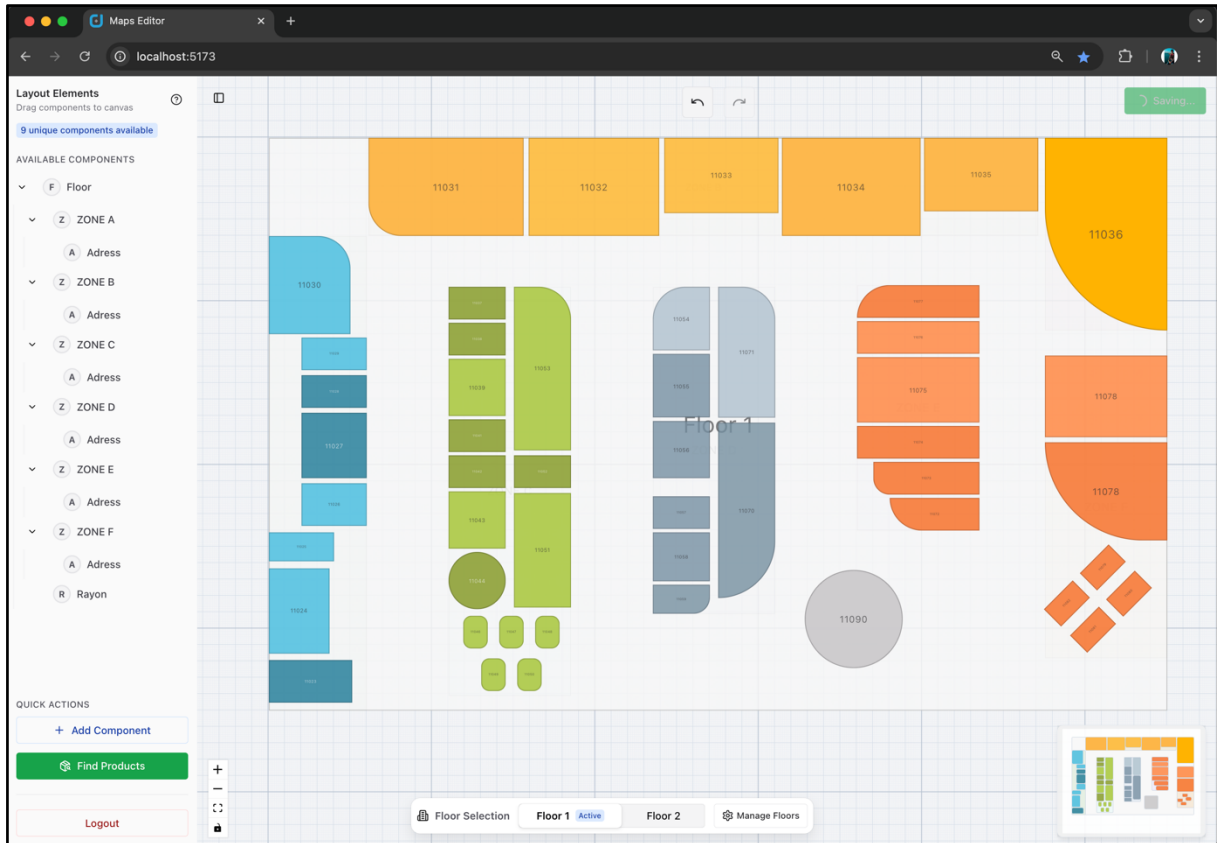


Figure 25: Exemple de carte d'un étage modélisé

La figure 25 illustre un exemple de configuration spatiale simple représentant l'organisation d'un magasin. Cette vue permet d'avoir un aperçu clair de la disposition des composants, facilitant la gestion logistique et l'orientation sur site.

e. Assignment de produits aux composants

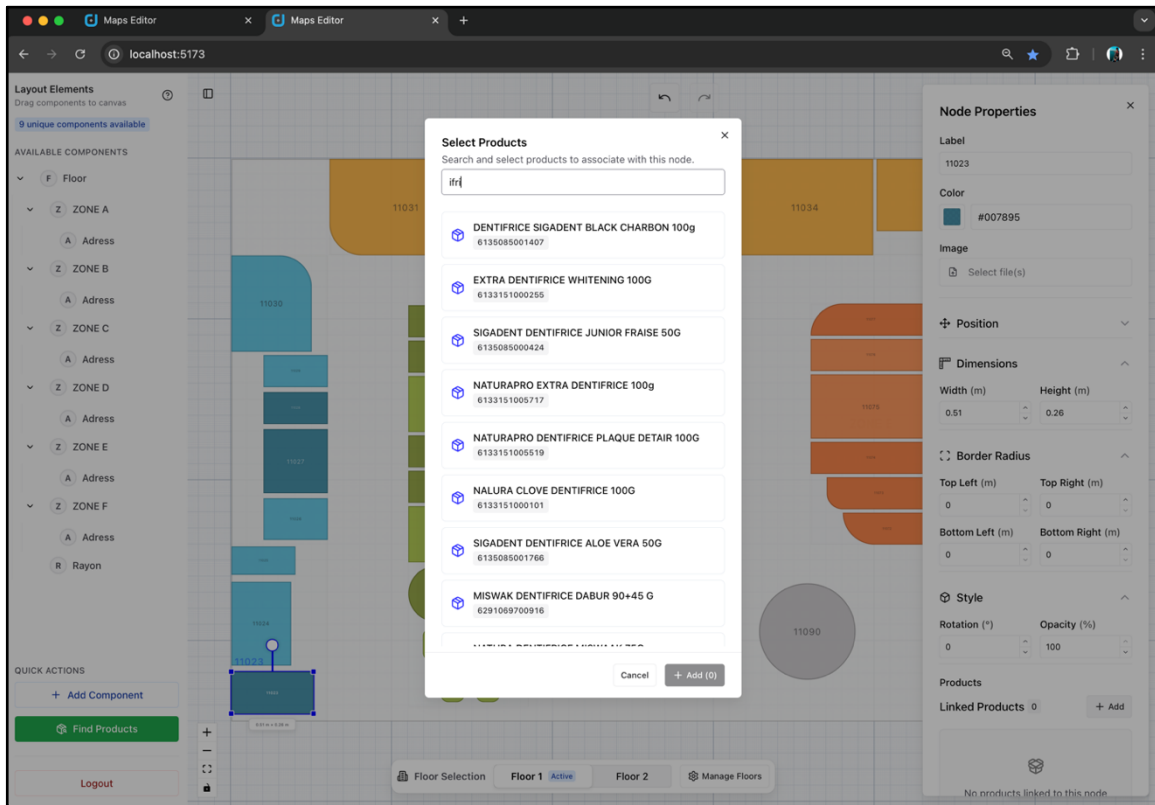


Figure 26: Recherche de produits à associer

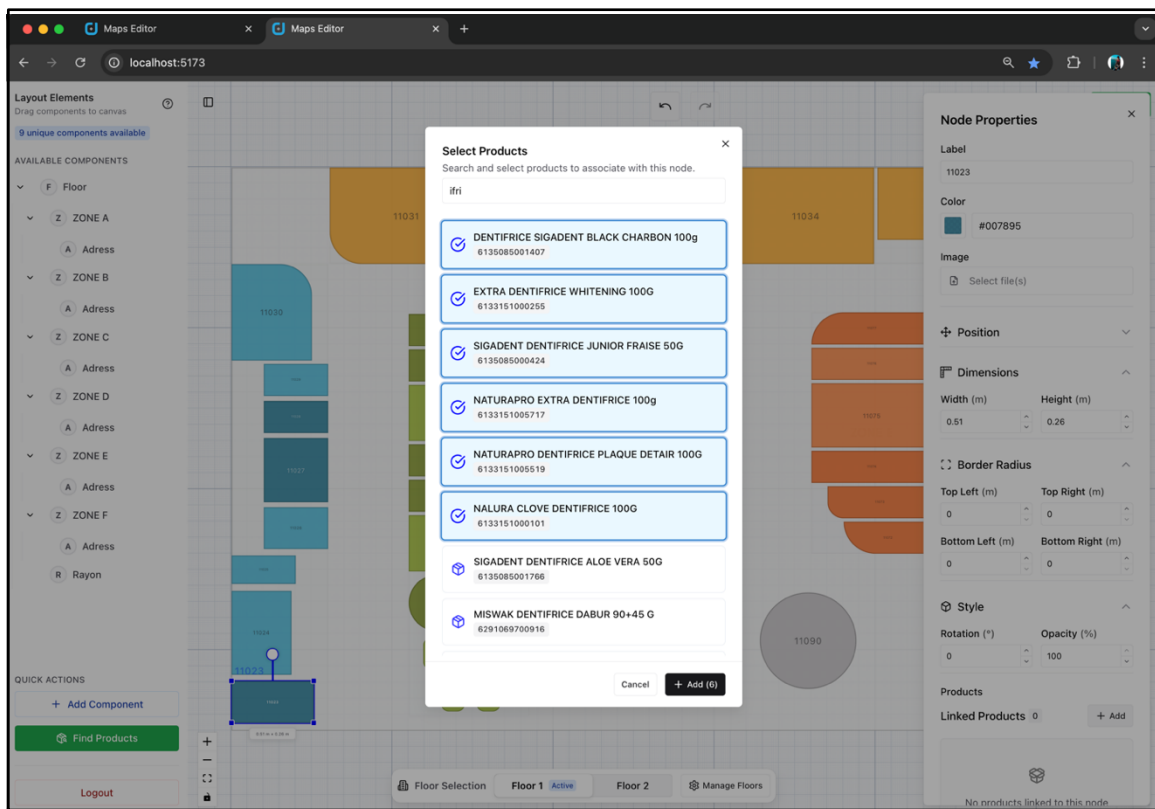


Figure 27: Sélection multiple de produits

L'assignation débute par l'ouverture d'une boîte de dialogue de recherche (figure 26), à travers laquelle l'utilisateur peut retrouver rapidement les produits à affecter à un composant donné. Le moteur de recherche est dynamique, réagissant à la saisie en temps réel.

Les résultats s'affichent dans une interface claire et interactive permettant la sélection de plusieurs références simultanément (figure 27), optimisant ainsi le processus d'association.

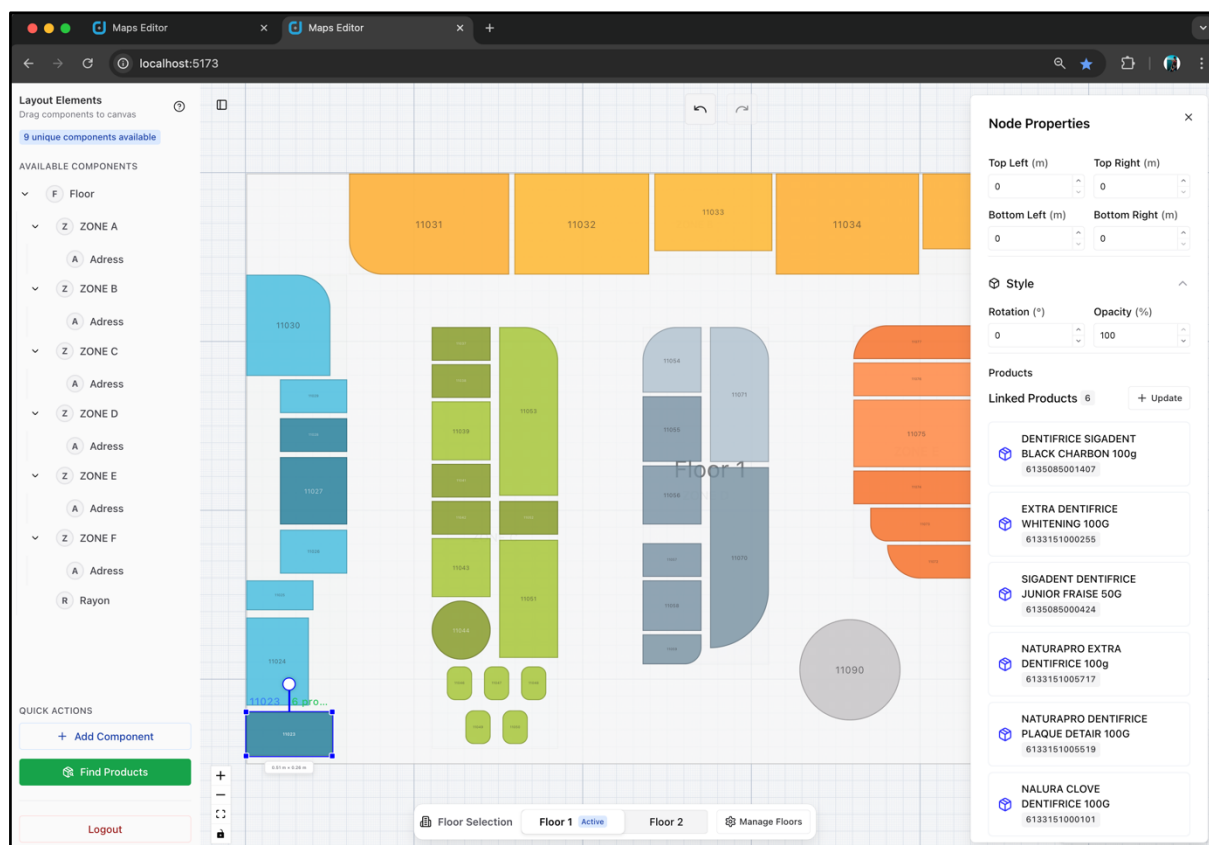


Figure 28: Affectation de produits à un composant feuille

Une fois la sélection terminée, les produits sont liés au composant cible (voir figure 28). Cette opération est limitée aux composants dits *feuilles*, c'est-à-dire n'ayant aucun enfant dans l'arbre hiérarchique. Ce choix impose une organisation stricte et assure la cohérence des emplacements. Un composant contenant des produits devient automatiquement non extensible, interdisant l'ajout ultérieur de sous-composants.

f. Fonctionnalités de confort et de productivité (UX)

Pour améliorer l'expérience utilisateur et assurer la fluidité de la conception, plusieurs fonctionnalités supplémentaires sont intégrées :

- **Undo / Redo** : navigation dans l'historique des modifications par boutons ou raccourcis clavier.
- **Sauvegarde automatique** : chaque modification déclenche une sauvegarde silencieuse en arrière-plan.

- **Sauvegarde manuelle** : l'utilisateur peut à tout moment sauvegarder manuellement l'état de la carte.
- **Alerte de fermeture** : un message de confirmation est affiché lors d'une tentative de fermeture ou de rechargement sans sauvegarde.
- **Minimap** : une mini-carte permet une vue d'ensemble de l'étage en cours de modification, facilitant la navigation dans les espaces étendus.

3.6 Localisation des produits

La fonctionnalité de localisation des produits constitue une composante majeure du module cartographique. Elle a été pensée pour permettre aux utilisateurs — qu'il s'agisse d'agents internes ou de visiteurs disposant d'un accès en mode consultation — d'identifier visuellement l'emplacement d'un article sur la carte. Ce processus repose sur une recherche multicritère intuitive, une présentation claire des résultats et une visualisation précise dans l'espace cartographique, tout en respectant l'intégrité des données.

a. Accès à l'interface de recherche

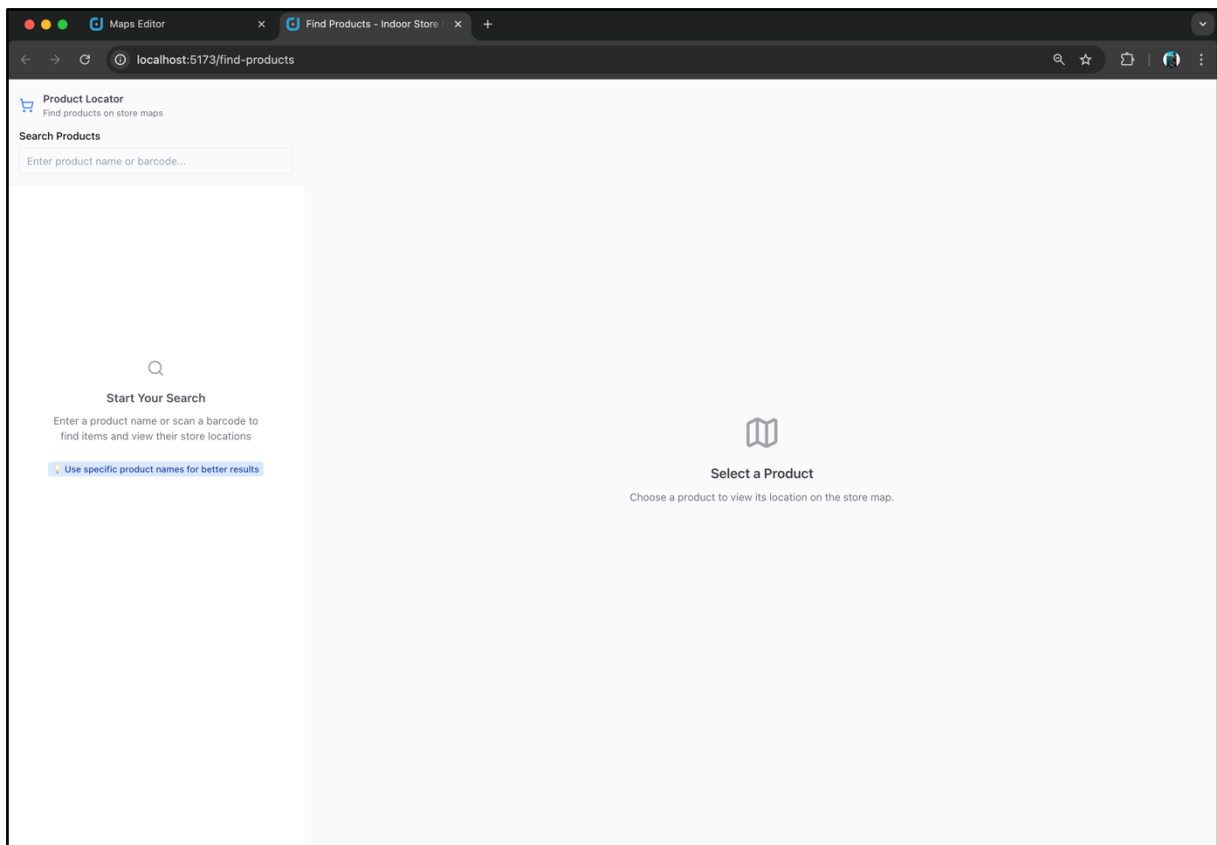


Figure 29: Page d'accueil de la recherche de localisation

L'utilisateur accède à la recherche de localisation via une interface d'accueil dédiée (figure 29). Cette page offre la possibilité d'effectuer une recherche à partir de différents attributs du produit, tels que le nom, le code-barres, le code interne ou toute autre donnée d'identification pertinente.

b. Présentation des résultats de recherche

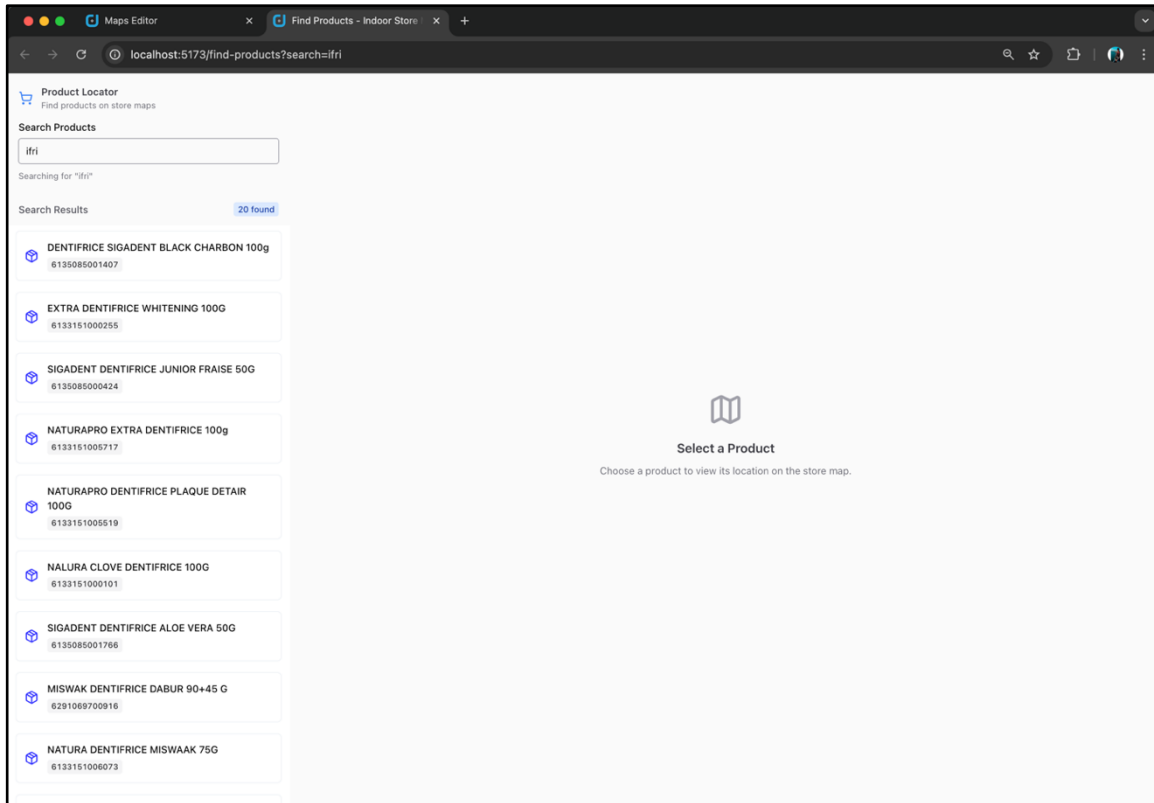


Figure 30: Liste des produits correspondant à la recherche

c. Visualisation cartographique en mode lecture seule

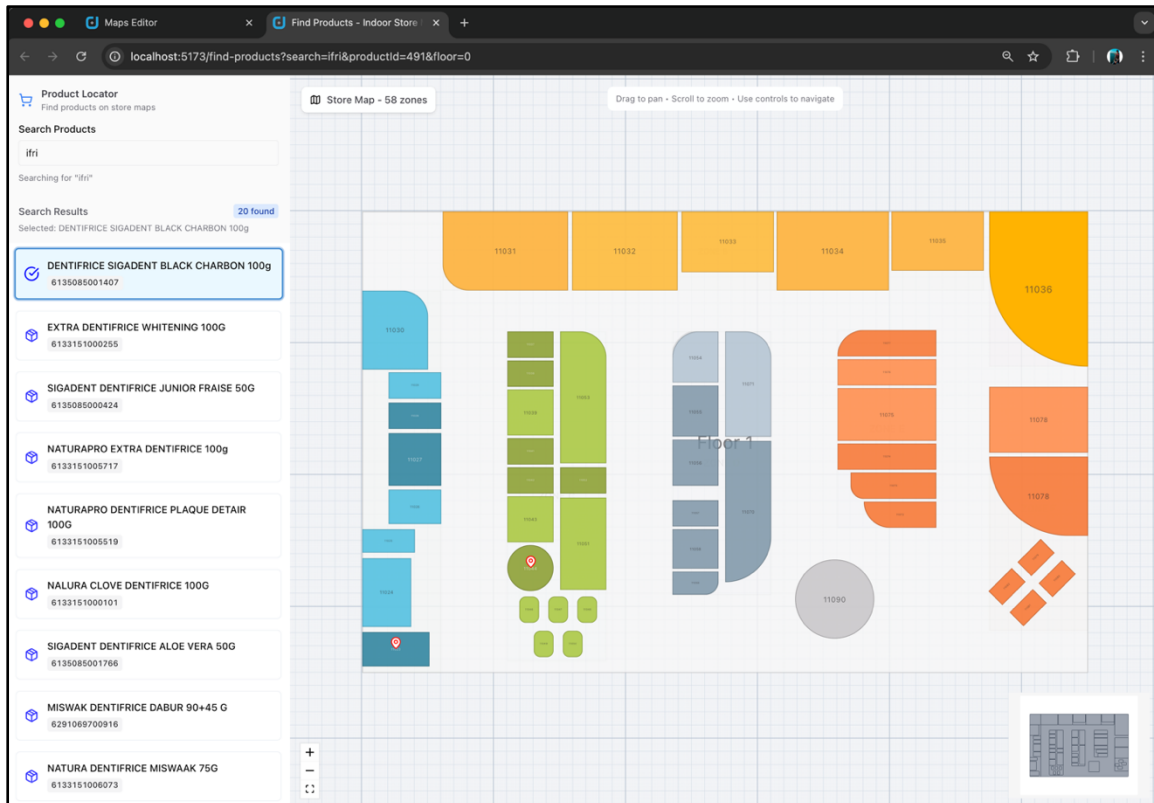


Figure 31: Visualisation des emplacements d'un produit sélectionné

Une fois la requête soumise, le système affiche une liste des produits correspondant aux critères saisis (voir figure 30). Cette interface réactive permet de parcourir facilement les résultats, même dans le cas de catalogues volumineux ou de références similaires. L'utilisateur peut alors sélectionner le produit souhaité afin d'en visualiser l'emplacement exact sur la carte.

Suite à la sélection d'un produit, la carte s'affiche en mode lecture seule afin de présenter visuellement ses différents emplacements (voir figure 31). Les zones concernées sont mises en surbrillance au moyen d'indicateurs graphiques, facilitant ainsi l'identification rapide de l'article. Si le produit est présent dans plusieurs emplacements ou réparti sur différents étages, l'interface permet une navigation fluide entre les niveaux afin de consulter l'ensemble de ses localisations. Ce mode consultatif, conçu pour une utilisation intuitive, garantit la préservation des données cartographiques en empêchant toute modification involontaire.

4 Application Mobile – Module Employé

L'application mobile constitue un module complémentaire du système d'information existant de l'entreprise. Développée principalement à destination des employés sur le terrain, elle permet une gestion simplifiée et efficace des produits et de leur localisation. Elle garantit une synchronisation fluide avec le module web via un serveur central, assurant ainsi la cohérence des données dans l'ensemble du système.

4.1 Configuration du serveur

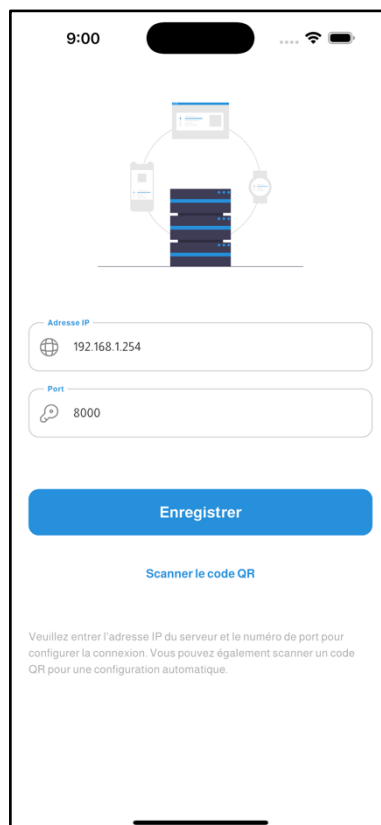


Figure 32: Interface de paramétrage de l'adresse IP et du port

Lors du premier lancement, l'application propose à l'utilisateur de configurer dynamiquement l'adresse IP ainsi que le port du serveur (voir figure 32). Cette flexibilité permet de cibler aussi bien un serveur local qu'une infrastructure distante hébergée dans le cloud.

4.2 Authentification de l'utilisateur

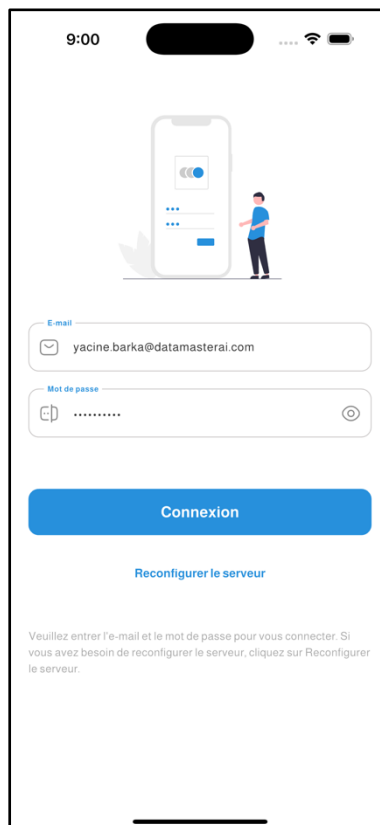


Figure 33: Interface de connexion sécurisée

Une fois la configuration réseau effectuée, l'utilisateur est dirigé vers une interface d'authentification lui permettant de saisir ses identifiants (voir Figure 33). En cas de validation réussie, il est automatiquement redirigé vers l'interface d'accueil de l'application, marquant ainsi le début de son interaction avec le système.

4.3 Interface d'accueil – Identification des produits par scan ou saisie

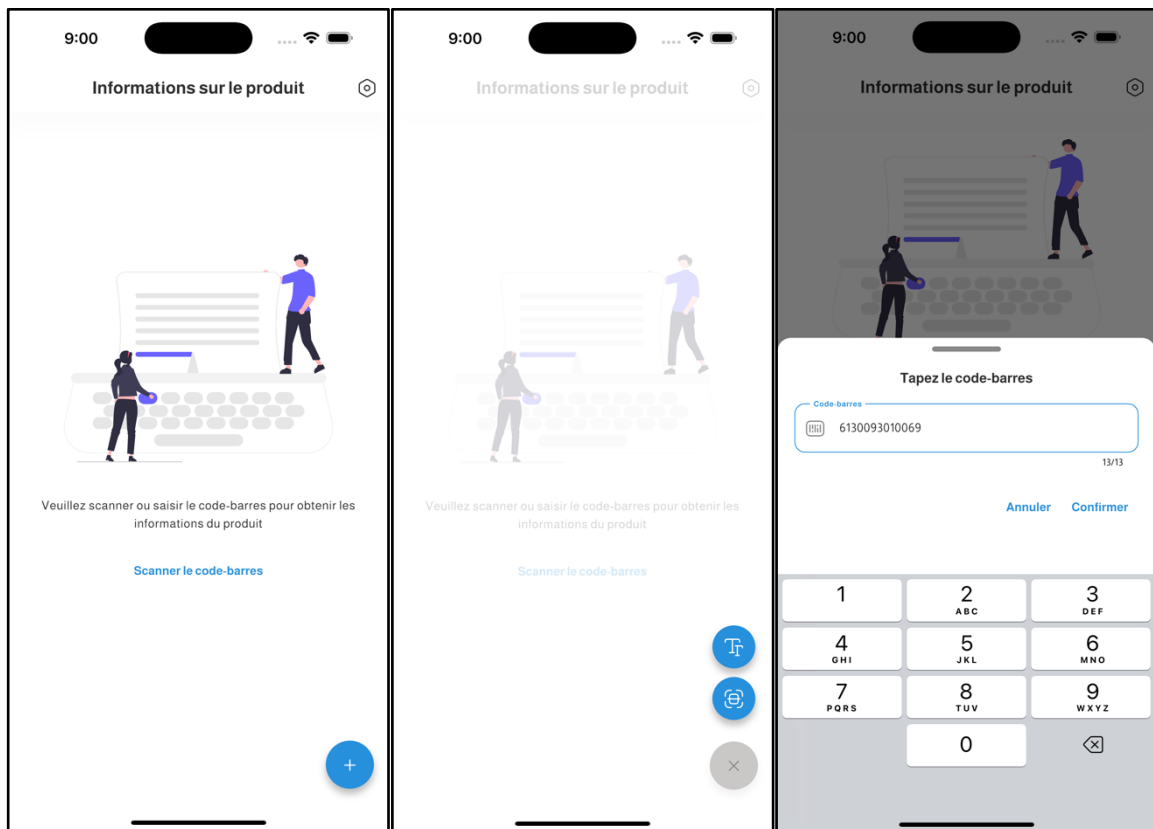


Figure 34: Vue principale de l'application avec options de lecture de code-barres

L'écran d'accueil (voir Figure 34) propose deux modalités complémentaires pour l'identification d'un produit :

- **Lecture par scan** à l'aide de la caméra intégrée de l'appareil.
- **Saisie manuelle** du code-barres.

Cette approche hybride assure une flexibilité optimale, en tenant compte des contraintes du terrain, telles que les étiquettes détériorées ou illisibles. Elle vise ainsi à garantir une identification rapide, fiable et adaptée aux divers contextes d'utilisation.

4.4 Consultation des produits existants

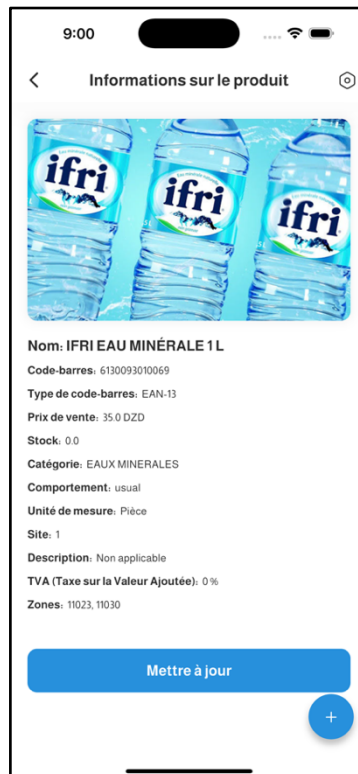


Figure 35: Fiche détaillée d'un produit déjà enregistré avec ses zones d'affectation

4.5 Modification d'un produit existant

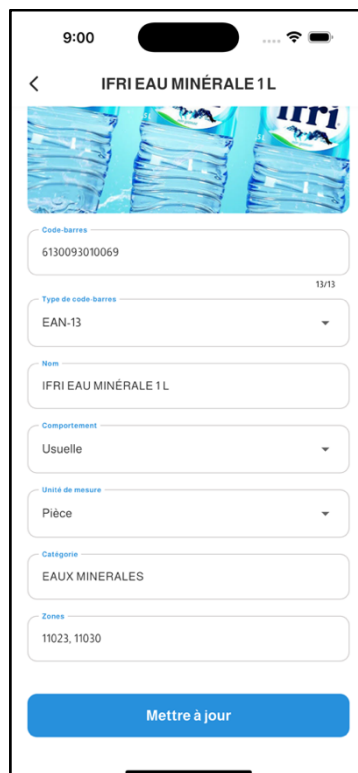


Figure 36: Interface de mise à jour des informations produit

Lorsqu'un produit scanné est déjà présent dans la base de données, une fiche descriptive s'affiche automatiquement (voir Figure 35). Celle-ci regroupe l'ensemble des informations associées au produit : nom, image illustrative, type de comportement (usuel ou mesurable), unité de mesure, type de code-barres, catégorie, ainsi que les zones d'affectation. L'utilisateur peut accéder au formulaire de modification en sélectionnant le bouton "Mise à jour".

L'interface de mise à jour (voir Figure 36) offre à l'utilisateur la possibilité d'adapter les attributs du produit selon les besoins. Il peut notamment modifier le nom, remplacer l'image, ajuster la catégorie ou gérer les zones d'affectation en ajoutant ou en supprimant des entrées. Une fois les modifications validées, une synchronisation automatique est immédiatement lancée afin d'assurer la mise à jour des données sur le système web centralisé.

4.6 Création d'un nouveau produit

The screenshot shows a mobile application interface for creating a new product. At the top, the status bar shows 9:00 and battery level. The title bar reads "Créer un nouveau produit" with a back arrow. Below the title is a grey button with the text "Appuyez pour ajouter une image". The form contains several input fields: "Code-barres" with the value "6130093020000" and a character count "13/13"; "Type de code-barres" with a dropdown menu showing "EAN-13"; "Nom"; "Comportement" with a dropdown menu showing "Sélectionnez un comportement"; "Catégorie"; and "Zones". At the bottom of the form is a blue button labeled "Créer". Below the form is a notification box with an information icon and the text "Le produit n'a pas été trouvé dans la base de données. Veuillez l'ajouter" and a close icon.

Figure 37: Formulaire de création avec détection automatique du code-barres

Lorsqu'un produit scanné n'est pas reconnu, l'application redirige automatiquement l'utilisateur vers le formulaire de création (voir Figure 37). Le champ du code-barres est alors pré rempli à partir des données extraites, et le type de code (UPC-A, EAN-13, EAN-8, PLU, EAN-14) est détecté de manière automatique.

L'utilisateur doit ensuite compléter les informations suivantes :

- **Nom du produit**
- **Image** (prise via la caméra ou importée depuis la galerie)
- **Comportement** : usuel ou mesurable
- **Unité de mesure**
- **Catégorie du produit**
- **Zones d'affectation**

Une fois le formulaire validé, les données sont immédiatement synchronisées avec le système central, garantissant l'intégrité et l'uniformité de l'information dans l'ensemble de la plateforme.

4.6 Multilinguisme

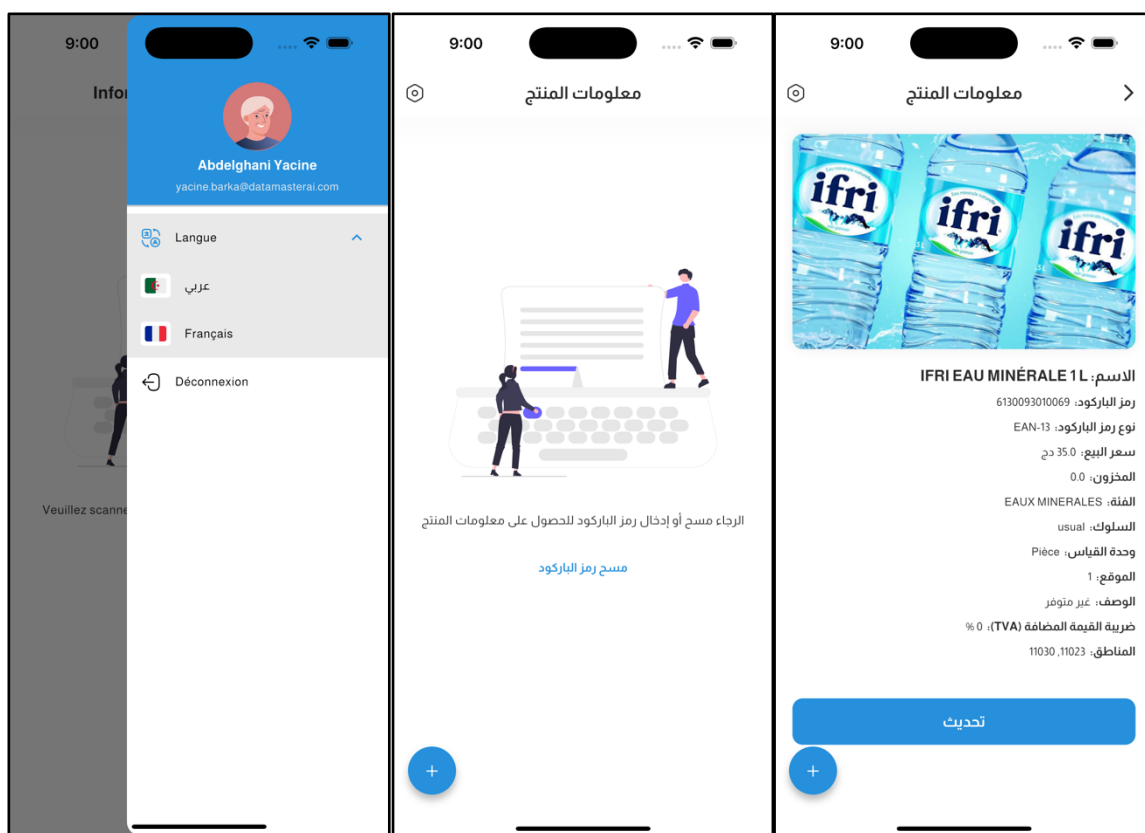


Figure 38: Paramètres de langue et aperçu de l'interface en arabe

Comme illustré dans la Figure 38, l'application prend en charge le multilinguisme avec la possibilité de basculer dynamiquement entre le français et l'arabe à partir du menu des paramètres. La figure présente non seulement l'écran de sélection de la langue, mais également un aperçu de certaines interfaces après le passage à l'arabe, démontrant l'adaptation complète de l'interface utilisateur.

4.7 Synchronisation Transparente et Intégration

Chaque opération réalisée sur l'application mobile — qu'il s'agisse de la création, de la modification ou de la consultation d'un produit — est automatiquement synchronisée avec le serveur central. Cette synchronisation garantit une cohérence parfaite des données entre les interfaces web et mobiles.

Le processus repose sur l'utilisation de la bibliothèque **Dio** pour la gestion des communications réseau. Les échanges sont traités de manière asynchrone, avec une gestion robuste des erreurs, assurant ainsi une expérience utilisateur fluide, réactive et sans interruption.

5 Tests, Simulation, Validation et Vérification

5.1 Démarche Adoptée

La validation fonctionnelle a été intégrée progressivement au cours du développement. À chaque nouvelle fonctionnalité implémentée, des vérifications manuelles ont été effectuées afin de s'assurer de la conformité aux attentes initiales. Cette approche itérative a permis de corriger rapidement les anomalies détectées et d'améliorer l'ergonomie globale du système.

5.2 Vérifications Fonctionnelles – Côté Web

- **Fonctionnalités de l'éditeur** : les opérations d'ajout, de suppression et de déplacement de composants ont été testées dans différents contextes, afin de garantir la cohérence de la structure hiérarchique.
- **Respect des règles métiers** : les différentes contraintes d'assignation, notamment l'interdiction d'affecter un produit à un composant parent, ont été vérifiées via des cas pratiques.
- **Interface graphique** : la fluidité de l'interaction entre la mini-carte, les éléments sélectionnés et les différentes représentations visuelles (tailles, couleurs, libellés) a été observée et ajustée si nécessaire.

5.3 Vérifications Fonctionnelles – Côté Mobile

- **Scan de produit** : différents scénarios ont été testés, incluant le scan de produits existants et non enregistrés, avec vérification de la navigation vers les interfaces correspondantes.
- **Synchronisation des données** : des vérifications régulières ont permis de confirmer la remontée correcte des informations vers le système central après chaque opération utilisateur.
- **Multilinguisme** : l'alternance entre les interfaces en français et en arabe a été validée sur plusieurs écrans, garantissant la cohérence et l'accessibilité des contenus.

5.4 Validation Finale

En phase de finalisation, une série de scénarios représentatifs des cas d'usage réels a été simulée. Ces tests ont concerné la consultation et la modification d'un produit, son affectation à une zone, ainsi que sa visualisation sur la carte interactive. Ces validations ont permis de

confirmer le bon fonctionnement général du système, sa stabilité et son adéquation avec les exigences initialement définies.

6 Difficultés Rencontrées

Au fil des phases de conception et de développement du système, plusieurs obstacles ont émergé, aussi bien sur le plan technique que logique. Ces contraintes ont exigé des ajustements progressifs, parfois accompagnés d'une révision partielle de certaines fonctionnalités afin d'assurer une cohérence globale et une bonne intégration avec l'environnement numérique de l'entreprise.

6.1 Intégration au Système d'Information Existant

L'un des principaux défis a été d'assurer une intégration harmonieuse du module avec le système d'information déjà en place. Ce dernier reposait sur des règles métiers bien établies, des structures de données spécifiques, ainsi qu'une architecture logicielle définie. Plusieurs actions ont été nécessaires :

- Prise en compte et adaptation aux interfaces de programmation (APIs) déjà déployées.
- Garantie de compatibilité avec les modules déjà en production afin de ne pas perturber les flux existants.
- Application stricte des mécanismes d'authentification et des politiques de sécurité en vigueur.

Cette phase a exigé une analyse approfondie de l'environnement technique existant avant toute extension ou intégration.

6.2 Modélisation de la Hiérarchie Spatiale

La conception d'un éditeur basé sur une organisation hiérarchique des composants (relation parent-enfant) a représenté un véritable défi. Plusieurs contraintes ont dû être gérées avec rigueur :

- **Respect de la hiérarchie** : l'ajout d'un composant ne pouvait s'effectuer que dans le cadre logique imposé par la hiérarchie, interdisant par exemple l'insertion d'un enfant en dehors de son parent.
- **Limites de redimensionnement** : tout ajustement dimensionnel devait rester confiné à l'intérieur des bornes du composant parent, ce qui nécessitait des contrôles géométriques précis et dynamiques à chaque modification.

7 Conclusion

Ce chapitre a présenté en détail les dimensions techniques liées à la mise en œuvre du système, en couvrant à la fois les volets web et mobile, les technologies employées, les fonctionnalités principales ainsi que les méthodes adoptées pour le suivi et la validation du projet. L'analyse a mis en lumière la manière dont les choix techniques et architecturaux ont été orientés pour répondre aux exigences fonctionnelles, tout en assurant une intégration

harmonieuse avec le système d'information existant de l'entreprise. Les défis rencontrés au cours du développement ont été relevés avec rigueur, consolidant ainsi la robustesse, l'adaptabilité et la cohérence de la solution finale.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre du développement d'un module logiciel intégré, dédié à la gestion de l'espace physique d'un établissement commercial, et pensé pour s'articuler harmonieusement avec un système d'information préexistant au sein de l'entreprise. Grâce à une approche méthodologique rigoureuse, nous avons conçu et mis en œuvre une solution complète, composée d'une application web interactive, destinée à l'administration des plans d'implantation, et d'une application mobile orientée vers les opérations terrain de gestion des produits.

La démarche a débuté par une analyse approfondie des besoins fonctionnels, des contraintes d'intégration, et des enjeux métier spécifiques. Cette phase a permis de poser les fondations d'une architecture logicielle robuste, reposant sur les principes de la Clean Architecture et appuyée par des technologies modernes telles que Flutter, GetX et Dio. L'ensemble a été guidé par des pratiques de développement favorisant la maintenabilité, la modularité et l'évolutivité du système.

La phase de conception a mis en avant la flexibilité comme exigence centrale, traduite notamment par l'intégration d'un éditeur cartographique interactif, la mise en œuvre d'un système hiérarchique spatialisé, d'un moteur intelligent d'assignation des produits, ainsi que de diverses fonctionnalités orientées expérience utilisateur, telles que l'historique des actions, la sauvegarde automatique ou encore la mini-carte. L'application mobile, quant à elle, a été conçue comme un outil ergonomique et adaptable, capable d'interagir avec plusieurs environnements serveurs tout en assurant une synchronisation fluide des données.

Par ailleurs, un processus structuré de validation, de simulation et de collaboration a été mis en place, s'appuyant sur des outils tels que ClickUp, GitHub, Microsoft Teams, Lucidchart et Google Docs. Cette organisation a favorisé une coordination fluide entre les différentes étapes du projet. Plusieurs défis techniques ont été rencontrés — notamment l'intégration dans un système existant, la modélisation de la hiérarchie spatiale dynamique, ou encore l'optimisation de la logique métier — et ont été progressivement surmontés grâce à une démarche itérative.

En somme, ce projet a constitué une expérience professionnalisante riche et formatrice. Il nous a permis de mettre en œuvre nos compétences en génie logiciel, en conception d'interfaces, en structuration de projets et en adaptation à des contraintes industrielles concrètes. Le résultat final est un module fonctionnel, cohérent et intuitif, actuellement en phase de validation qualité (QA) par l'équipe technique de l'entreprise, en vue de sa mise en production et de son déploiement effectif.

Perspectives

Afin de prolonger les apports de ce projet et d'enrichir davantage la solution, plusieurs axes d'évolution peuvent être envisagés à court et moyen terme. Ces perspectives visent à renforcer l'intelligence du système, améliorer l'expérience utilisateur et optimiser l'organisation spatiale des magasins :

- **Navigation assistée pour les clients et les employés**
Intégrer un système de guidage interactif dans l'application mobile, permettant à tout utilisateur (client ou employé) de se diriger facilement vers un produit ou une zone spécifique du magasin.
- **Recommandation intelligente d'emplacements**
Développer un moteur de suggestion automatique capable de proposer les meilleurs emplacements pour les nouveaux produits, en se basant sur leur typologie, la fréquence des ventes ou les associations logiques entre articles.
- **Suivi historique des emplacements**
Enregistrer les déplacements et modifications des emplacements des produits dans le temps, afin de faciliter les audits, les analyses de performance par zone ou les réorganisations du magasin.
- **Analyse intelligente de la fréquentation des zones**
Mettre en place un module d'analyse des déplacements en magasin, en s'appuyant sur les données issues des caméras de surveillance et des algorithmes d'intelligence artificielle en cours de développement dans l'entreprise. Cette intégration permettra de détecter les zones à forte affluence, mieux comprendre le comportement des clients et optimiser l'agencement des produits de manière stratégique.

Appréciation personnelle

Ce stage a représenté une véritable opportunité de mettre en œuvre mes acquis universitaires dans un contexte professionnel concret. Il m'a permis de renforcer mes compétences techniques, de gagner en autonomie et d'approfondir ma compréhension des enjeux liés aux systèmes d'information en entreprise.

La conception et le développement du module complet, incluant l'application web et l'application mobile, ont été des expériences très enrichissantes, tant sur le plan technique que méthodologique. Ce projet m'a conforté dans mon choix d'orientation professionnelle et a renforcé ma motivation à poursuivre une carrière dans le développement logiciel, en alliant rigueur, créativité et sens de l'utilité

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **McKinsey & Company**. *The Future of Retail Operations*, 2022. Disponible sur : <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights> (consulté le 3 mars 2025).
- [2] LACHACHI, Abdelkrim & BENMANSOUR Rayene. *Conception et développement d'une application mobile de vente assistée*. Mémoire de Master, Université de Tlemcen, 26 juillet 2023. Disponible sur : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/22472>
- [3] KAZI AOUAL, Wafaa & Tabet AOUL, Walid. *Géolocalisation indoor*. Mémoire de Master, Université de Tlemcen, 6 juin 2016.
- [4] **DataMaster**. *Profil LinkedIn*. Disponible sur : <https://www.linkedin.com/company/datamasterdz/>
- [5] IntelliX Group. *Silwane ERP – Solution de gestion commerciale et multi-magasins*. Disponible sur: <https://intelligroup.dz>
- [6] Megatheque. *COMMSOFT – Logiciel de gestion commerciale*. Disponible sur: <https://megatheque.net>
- [7] Smart-DZ. *SmartCom – Outil de gestion pour PME/PMI*. Disponible sur: <https://smart-dz.com/>
- [8] Inabex. *Solutions de gestion pour les commerces et PME*. Disponible sur: <http://inabex.com/>
- [9] CiRTA IT. *ERP et logiciels de gestion commerciale*. Disponible sur: <https://www.cirtait.com>
- [10] INNOVA SOFT. *Solutions de gestion et d'encaissement pour magasins*. Disponible sur: <https://www.innova-dz.com>
- [11] MEGASOFT OFFICE. *Logiciels de gestion pour entreprises*. Disponible sur: <https://www.megasoft-office.com>
- [12] SAP. *SAP Retail Execution – Gestion des opérations merchandising*. Disponible sur: <https://www.sap.com/index.html>
- [13] Oracle. *Oracle Retail – Gestion du commerce de détail*. Disponible sur: <https://www.oracle.com/industries/retail/>
- [14] SymphonyAI Retail. *Optimisation de l'espace et intelligence artificielle*. Disponible sur: <https://www.symphonyai.com/retail/>
- [15] RELEX Solutions. *Planification de l'espace et génération automatique de planogrammes*. Disponible sur: <https://www.relexsolutions.com/>
- [16] **Store Locator Widgets**. *Store Locator for Websites*. Disponible sur : <https://storelocatorwidgets.com> (consulté le 14 mars 2025).
- [17] **FindMyStore**. *Store Finder Tools*. Disponible sur : <https://www.findmystore.io/> (consulté le 20 mars 2025).
- [18] Fowler, M., & Scott, K. (2004). *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language* (3e éd.). Addison-Wesley Professional.
- [19] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1994). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley Professional.

- [20] **Flutter – Google Developers.** (2024). *Flutter – Build apps for any screen.* Disponible sur : <https://flutter.dev> (consulté le 3 mars 2025).
- [21] **React – Meta Open Source.** (2024). *A JavaScript library for building user interfaces.* Disponible sur : <https://reactjs.org> (consulté le 15 mars 2025).
- [22] **Django – Django Software Foundation.** (2024). *The Web framework for perfectionists with deadlines.* Disponible sur : <https://www.djangoproject.com> (consulté le 21 mars 2025).
- [23] **MySQL – Oracle.** (2024). *World’s Most Popular Open Source Database.* Disponible sur : <https://www.mysql.com> (consulté le 22 mars 2025).
- [24] **Django REST framework. Création d’API avec Django.** Disponible sur: <https://www.django-rest-framework.org/> (consulté le 22 mars 2025)
- [25] **React Flow.** *React Flow – Custom node-based UIs.* Disponible sur : <https://reactflow.dev/> (consulté le 15 avril 2025).
- [26] **Lucidchart.** *Diagrammes et visualisation d’architecture.* Disponible sur : <https://www.lucidchart.com> (consulté le 21 avril 2025).
- [27] **dbdiagram.io.** *Database Relationship Diagrams.* Disponible sur : <https://dbdiagram.io/home> (consulté le 30 avril 2025).
- [28] **Visual Studio Code.** *Editeur de code moderne.* Disponible sur : <https://code.visualstudio.com/> (consulté le 2 avril 2025).
- [29] **Android Studio.** *IDE pour le développement Android.* Disponible sur : <https://developer.android.com/studio> (consulté le 4 avril 2025).
- [30] **Figma.** *Design collaboratif d’interfaces.* Disponible sur : <https://www.figma.com> (consulté le 9 mars 2025).
- [31] **ClickUp.** *Gestion de projets et de tâches.* Disponible sur : <https://clickup.com/> (consulté le 3 mars 2025).
- [32] **Microsoft Teams.** *Collaboration et communication.* Disponible sur : <https://teams.live.com/v2/> (consulté le 3 mars 2025).
- [33] **GitHub.** *Hébergement et gestion de versions.* Disponible sur : <https://github.com/> (consulté le 30 mars 2025).
- [34] **Google Docs.** *Rédaction collaborative de documents.* Disponible sur : <https://workspace.google.com/products/docs/> (consulté le 29 mars 2025).

Résumé

Ce mémoire présente la conception et le développement d'un module logiciel intégré dans un système d'information d'entreprise, destiné à la gestion des espaces physiques et à la localisation des produits. Il comprend une application web pour la modélisation des structures spatiales (étages, zones, composants) et une application mobile pour la création et la mise à jour des produits sur le terrain. La solution repose sur une architecture modulaire respectant les choix techniques de l'entreprise. Une attention particulière a été portée à l'ergonomie, à la compatibilité avec l'existant, et à la fiabilité. Le projet a été mené à l'aide d'outils collaboratifs (ClickUp, GitHub, Teams) et d'une démarche structurée de tests et de validations.

Mots-clés : *cartographie intelligente, localisation de produits, application web et mobile, gestion d'espace, intégration logicielle.*

Abstract

This thesis presents the design and development of a software module integrated into an enterprise information system, intended for managing physical spaces and locating products. It includes a web application for modeling store layouts (floors, zones, components), and a mobile application for on-site product creation and updates. The solution follows a modular architecture aligned with the company's technical environment. Special care was given to usability, system compatibility, and reliability. The project was carried out using collaborative tools (ClickUp, GitHub, Teams) and a structured testing and validation process.

Keywords : *smart mapping, product localization, web and mobile application, space management, software integration.*

المخلص

يستعرض هذا العمل تصميم وتطوير وحدة برمجية مدمجة داخل نظام معلوماتي خاص بالمؤسسة، تهدف إلى إدارة المساحات الفيزيائية وتحديد مواقع المنتجات. يتكون المشروع من تطبيق ويب لتصميم هيكل المتجر (الطوابق، المناطق، المكونات)، وتطبيق موبايل يتيح للموظفين إدخال وتحديث المنتجات مباشرة من الميدان. تعتمد الحلول على بنية معمارية قابلة للتكامل مع البنية التقنية المعتمدة في المؤسسة، مع الحرص على سهولة الاستخدام، والموثوقية، والتوافق. تم تنفيذ المشروع باستخدام أدوات عمل جماعي واختبارات دقيقة لضمان الأداء والجودة.

الكلمات المفتاحية: الخرائط الذكية، تحديد مواقع المنتجات، تطبيق ويب وموبايل، إدارة المساحات، تكامل برمجي.