



Le génie pour l'industrie

École de technologie supérieure

Labo 2 – Évolution d'une architecture logicielle plus scalable et flexible

Rapport de l'architecture logicielle

Cours	LOG430	
Session	E-2025	
Groupe	01	
Professeur	Fabio Petrillo	
Étudiant(s)	Maksym Pravdin	PRAM86290201
Date	9 juin 2025	

Table des matières

1. Introduction & objectifs.....	3
2. Contraintes.....	5
3. Contexte & portée.....	6
4. Exigences.....	7
5. Vue logique	11
6. Vues processus	12
7. Vue de déploiement.....	16
8. Vue d'implémentation	18
9. Décisions d'architecture (ADR)	19
10. Demandes de qualité.....	24
11. Risques & dette technique	25
12. Glossaire	25

1. Introduction & objectifs

Dans le cadre du cours LOG430, il faut développer une application de gestion de magasins en appliquant les notions vues durant le cours. L'architecture du système évoluera au cours des laboratoires.

Pour le « Labo 2 », des nouvelles exigences sont ajoutés au système :

- Permettre la gestion simultanée et cohérente de plusieurs magasins.
- Offrir une consultation centralisée des stocks disponibles et des transactions réalisées par les magasins.
- Assurer la synchronisation fiable et cohérente des données entre les différents magasins et la maison mère.
- Rapports consolidés générés pour l'administration depuis la maison mère.
- Évolutivité vers une potentielle interface web ou mobile.

Ainsi, ces exigences sont ajoutées aux besoins fonctionnelles et non fonctionnelles déjà existants.

Besoins fonctionnels :

- Le système doit avoir une gestion des produits
- Rechercher un produit par son nom
- Consulter l'état du stock du magasin

Le système doit avoir une gestion des ventes :

- Enregistrer une vente :
 - sélection de plusieurs produits
 - calcul automatique du total
 - réduction du stock à la suite de la vente
- Annuler une vente (gestion des retours) :
 - remettre des produits dans l'inventaire du magasin
- Le système doit avoir la persistance de données
 - Toutes les données doivent être stockées de façon persistante dans une base de données (MongoDB)
- Utilisation d'une couche d'abstraction de persistance (ORM ou ODM) pour interagir avec la base de données

- Le système doit avoir le support "multicaisse" pour supporter plusieurs utilisateurs
- Le système doit supporter les interactions de plusieurs utilisateurs connectés simultanément à la base de données
- Les opérations de vente du système doivent être transactionnelles/enregistrées pour garantir la cohérence des données

Besoins non fonctionnels :

- Le système doit pouvoir supporter plusieurs transactions simultanées (ex. : 3 caisses)
- Le système doit avoir la suppression ou l'annulation d'une vente qui ne doit pas corrompre l'état de l'inventaire
- Le code doit être clair, bien structuré et modulaire (séparation de la logique métier, de la présentation et de la persistance)
- Le système doit respecter les bonnes pratiques de développement (pipeline CI/CD, tests unitaires avec Pytest)
- Le système doit être exécutable via Docker (Dockerfile + docker-compose.yml)
- Le système doit être conçu de manière évolutive pour pouvoir être réutilisée vers les futures versions (dans les futurs laboratoires)

Historique des versions :

- Labo 0 : Architecture « Mainframe » - un seul fichier Python était utilisé pour faire toutes les opérations : additionner 2 chiffres ensemble. Ce laboratoire était plus introductif pour se familiariser avec Docker et avec GitHub Actions pour faire un pipeline CI/CD (4 étapes : Lint – Tests unitaires – création de l'image Docker – publication de cette image sur Docker Hub)
- Labo 1 : Architecture « 2-tier » - une base de données NoSQL, MongoDB est ajouté à l'architecture. Le système commence à avoir les premières fonctionnalités pour la gestion de l'inventaire d'un magasin à partir de 3 caisses : rechercher un produit, enregistrer une vente, faire un retour de vente, consulter l'inventaire du magasin. Pour assurer la persistance et la synchronisation des données, un ORM est utilisé qui s'appelle « mongoengine » et qui compatible avec le langage Python.

- Labo 2 : Architecture « 3-tier » et Domain Driven – un framework backend Express.js, est ajouté au système à la suite de la recommandation par un chargé de laboratoire au lieu de FastAPI. Ainsi, une grande partie du code Python de la version précédente a dû être migrée en JavaScript. À partir de cette version, le système doit être en mesure de gérer l'inventaire de 5 magasins et d'un magasin mère. En plus des fonctionnalités existantes, des nouvelles fonctionnalités sont ajoutées. Les magasins peuvent consulter l'état de stock du magasin mère et faire une demande de réapprovisionnement. Le magasin mère a accès à toutes les fonctionnalités que les magasins standards ont sauf la demande de réapprovisionnement. De plus, le magasin mère peut générer un rapport consolidé des ventes, visualiser les performances des magasins et mettre à jour les données d'un produit à travers tous les magasins. Une version initiale d'un API REST est mise en place sur Express.js pour gérer les communications http entre la console Python (frontend) et Express.js (backend). Puisque Python ne communique plus directement avec la base de données, « mongoengine » est remplacé par « mongoose » une alternative pour JavaScript.

2. Contraintes

Voici la liste des contraintes pour l'architecture logicielle :

- L'application est développée et hébergée sur une machine virtuelle de l'ÉTS, il est nécessaire d'être dans le réseau de l'université (ou utiliser un VPN) pour se connecter par SSH à la VM.
- MongoDB est déjà mis en place comme la base de données principale depuis le « Labo 1 », il faut continuer de l'utiliser pour éviter de migrer la logique avec la base de données.
- Un pipeline CI/CD doit être maintenu (mis en place dans le « Labo 0 ») avec GitHub Actions et la version finale de code pour chaque laboratoire doit passer toutes les étapes :
 - Ne pas avoir d'avertissements avec PyLint
 - Passer tous les tests automatisés avec Pytest
 - Avoir un dockerfile fonctionnel pour créer une image de l'application
 - Être capable de publier cette image sur Docker Hub en gardant l'image générée à l'étape précédente comme un artéfact.

- Le frontend de l'application doit avoir la possibilité d'évolution vers une interface web/mobile (en ligne de commande présentement)

Notes additionnelles sur les contraintes :

- Avec la migration de la majorité du code « backend » de Python vers JavaScript, les tests unitaires pour Express.js ne sont pas inclus dans cette version du laboratoire (mais les tests unitaires en Python pour toutes les fonctionnalités sont ajoutés avec un « code coverage » supérieur à 80%). Les unitaires pour Express.js seront inclus dans une future version du laboratoire.
- Une interface web/mobile sera implémentée dans la future version du laboratoire. Django sera utilisé comme framework web pour garder les fonctionnalités « frontend » codés en Python et éviter une migration vers une autre langue.

3. Contexte & portée

Depuis le « Labo 2 », le système doit être en mesure de pouvoir gérer les inventaires et d'autres fonctionnalités de plusieurs magasins. Ainsi, des collections de magasins et de demandes de réapprovisionnement sont ajoutés à la base de données MongoDB pour supporter ces nouvelles demandes. Il existe également deux types d'utilisateurs dans le système : utilisateur d'un magasin standard et l'utilisateur du magasin mère. La manière dont l'application console arrive à déterminer quel type d'utilisateur l'utiliser est avec un argument lorsque l'application est lancée :

- Si l'argument est un chiffre entre 1 (inclus) à 5 (inclus), cela indique que c'est un utilisateur d'un magasin standard qui se connecte à l'application ainsi que le numéro de son magasin.
- Si l'argument est « admin », cela indique que c'est un utilisateur du magasin mère qui se connecte à l'application.
- Si l'argument n'est pas inclus ou ne fait pas partie des deux cas mentionnés précédemment, l'application se ferme.

Ainsi, l'utilisateur du magasin standard peut :

- Rechercher un produit dans son magasin
- Enregistrer une vente dans son magasin
- Faire un retour de vente dans son magasin
- Consulter l'inventaire de son magasin

- Consulter l'inventaire du magasin mère
- Faire une demande de réapprovisionnement

Tandis qu'un utilisateur du magasin mère peut :

- Rechercher un produit dans un magasin standard de son choix
- Enregistrer une vente dans un magasin standard de son choix
- Faire un retour de vente dans un magasin standard de son choix
- Consulter l'inventaire dans un magasin standard de son choix
- Consulter l'inventaire du magasin mère
- Générer un rapport consolidé des ventes
- Visualiser les performances de magasins
- Mettre à jour les informations d'un produit dans tous les magasins

Il n'y a pas de sécurité d'authentification sur l'application Python, ni sur les routes API ce qui est une vulnérabilité, car le système peut être accédée par un parti tiers. Des méthodes d'authentification et de validation seront ajoutés dans le futur laboratoire.

4. Exigences

Pour éviter la répétition des informations, les exigences ont été mentionnées dans les sections précédentes de ce rapport. Cependant, les nouvelles exigences fonctionnelles par MoSCoW :

- Essentielles (Must have) :
 - UC1 – Générer un rapport consolidé des ventes : Un gestionnaire à la maison mère génère un rapport détaillé contenant les ventes par magasin, les produits les plus vendus, et les stocks restants. Ce rapport est utilisé pour la planification et les décisions stratégiques. Celle-ci est ajouté au système du « Labo 2 », car c'est une exigence essentielle.
 - UC2 – Consulter le stock central et déclencher un réapprovisionnement : Un employé d'un magasin consulte le stock disponible dans le centre logistique. Si un produit est insuffisant localement, il peut initier une demande d'approvisionnement depuis son interface. Celle-ci est ajouté au système du « Labo 2 », car c'est une exigence essentielle.

- UC3 – Visualiser les performances des magasins dans un tableau de bord : Un gestionnaire de la maison mère accède à un tableau de bord synthétique affichant les indicateurs clés : chiffre d'affaires par magasin, alertes de rupture de stock, produits en surstock, tendances hebdomadaires.
Celle-ci est ajoutée au système du « Labo 2 », car c'est une exigence essentielle.
- Souhaitables (Should have) :
 - UC4 – Mettre à jour les produits depuis la maison mère : Un responsable modifie les informations d'un produit (nom, prix, description). Les changements sont synchronisés automatiquement dans tous les magasins afin d'assurer une cohérence dans les points de vente.
Celle-ci est ajoutée au système du « Labo 2 », car elle était jugée nécessaire pour pouvoir mettre à jour les informations des produits lorsque le système aura plus de fonctionnalités.
 - UC5 – Approvisionner un magasin depuis le centre logistique : Le responsable logistique valide une commande de réapprovisionnement pour un magasin donné. L'opération déclenche le transfert du stock et met à jour les niveaux de stock dans les deux entités.
Celle-ci n'est pas ajoutée au système du « Labo 2 », mais possède déjà une bonne base de code dans le cas que cette exigence deviendra essentielle, car les demandes de réapprovisionnement sont déjà sauvegardées dans la base de données avec toutes les informations nécessaires pour pouvoir faire cette exigence.
- Facultatifs (Could have) :
 - UC6 – Alerter automatiquement la maison mère en cas de rupture critique : Lorsqu'un produit atteint un seuil critique de stock dans un ou plusieurs magasins, une alerte automatique est envoyée à la maison mère afin de permettre une action rapide (commande urgente, redistribution).

Celle-ci n'est pas ajouté au système du « Labo 2 », à cause du manque de temps pour implémenter cette exigence et aussi, à cause du fait que la partie frontend de l'application est encore en ligne de commandes.

- UC7 – Offrir une interface web minimale pour les gestionnaires : Une interface web légère permet aux gestionnaires d'accéder à distance aux indicateurs clés du système : ventes, stocks, alertes. Elle offre une visibilité rapide sans devoir accéder directement au système interne. Celle-ci n'est pas ajouté au système du « Labo 2 », à cause du manque de temps pour implémenter cette exigence et aussi, à cause du fait que la partie frontend de l'application est encore en ligne de commandes.

Le diagramme de la vue cas d'utilisation sur la *Figure #1* ci-dessous illustre les acteurs principaux du système ainsi que les fonctionnalités dont ils ont accès.



Figure #1 : Diagramme de la vue cas d'utilisation

5. Vue logique

Avant le « Labo 2 », les modèles des classes étaient stockés en Python et étaient basés sur les données dans les collections MongoDB.

Depuis le « Labo 2 », Express.js stocke ces modèles de classes dans le dossier « models » et leurs relations avec les autres objets sont décrites dans le diagramme ci-dessous sur la *Figure #2*.

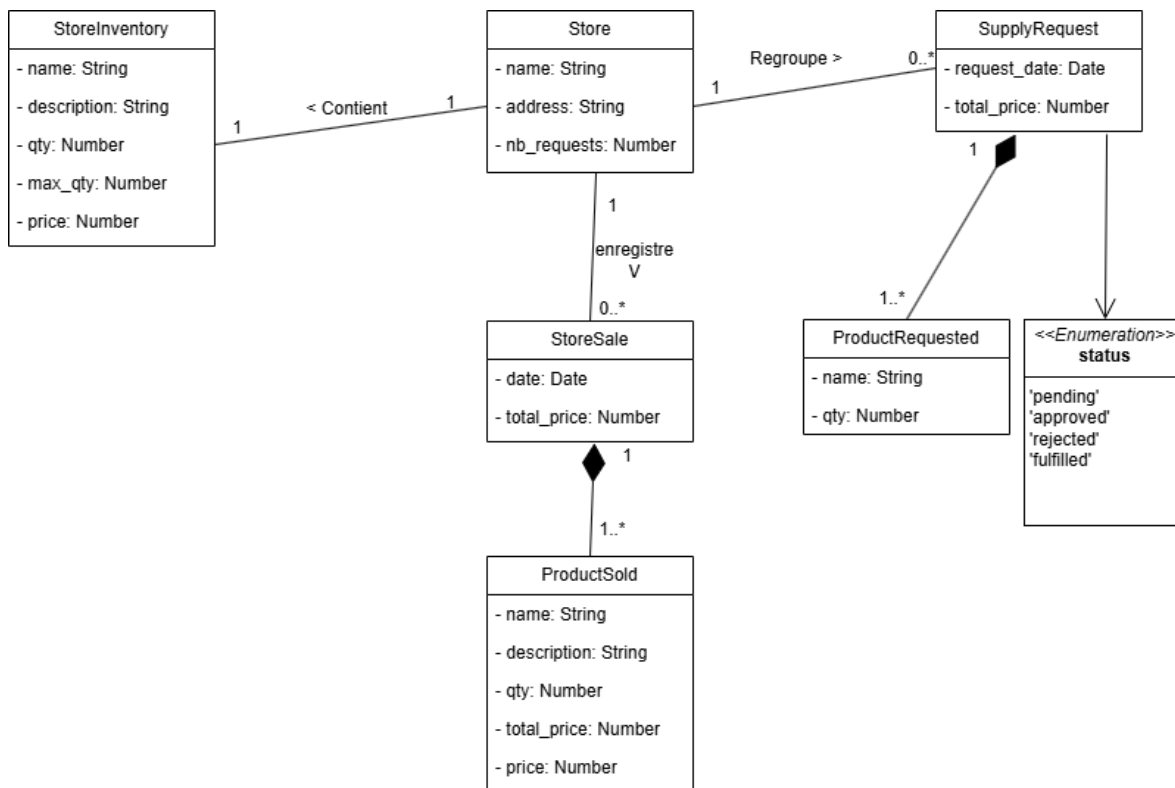


Figure #2 : Diagramme de la vue logique

Store.js : Représente une instance d'un magasin.

StoreInventory.js : Représente une instance d'inventaire d'un magasin, celle-ci possède un lien relationnel vers l'instance du magasin auquel il appartient.

StoreSale.js : Représente une instance de vente d'un magasin, celle-ci possède un lien relationnel vers l'instance du magasin auquel il appartient. De plus, elle possède une liste de « EmbeddedDocument » qui s'appelle « ProductSold » qui contient les informations nécessaires pour un produit appartenant à cette vente. Ainsi, cette liste cesse d'exister une fois que la vente est supprimée de la base de données.

SupplyRequest.js : Représente instance de demande de réapprovisionnement d'un magasin, celle-ci possède un lien relationnel vers l'instance du magasin auquel il appartient. De plus, elle possède une liste de « EmbeddedDocument » pour les produits demandés dans la demande. Ainsi, cette liste cesse d'exister une fois que la vente est supprimée de la base de données. Aussi, il existe une énumération pour représenter le statut de la demande. Lors de la création de l'instance, le statut par défaut est en attente ('pending').

6. Vues processus

Cette section du rapport couvre le fonctionnement de toutes les fonctionnalités présentes dans le système. Voici quelques précisions sur les diagrammes à venir :

- L'acteur est l'utilisateur d'un magasin standard ou d'un magasin mère. Si l'utilisateur du magasin mère veut exécuter une fonction que l'utilisateur du magasin standard peut faire, il est sous-entendu que l'utilisateur du magasin mère choisit aussi le numéro du magasin standard sur lequel il veut exécuter son opération.
- Frontend CMD Python est le script 'main.py' utilisée en ligne de commandes pour faire les opérations frontend. Il est sous-entendu que les fonctions du fichier 'store_functions.py' sont importés et utilisés. Cela est fait pour éviter d'avoir sur les diagrammes 'main.py' qui utilise une fonction de 'store_functions.py' dans chaque diagramme. Ainsi, le frontend reçoit des réponses JSON à partir du backend pour faire ces opérations.
- Backend Express.js représente le serveur lancé en localhost:3000 qui contient l'API pour gérer les demandes du frontend et les traite sur la base de données. Ainsi, il reçoit des réponses JSON à partir de la base de données une fois que les queries ont été exécutées.
- StoreInventory, StoreSale, StoreRequest représentent les schémas définis avec « mongoose » qui sont nécessaires pour faire les queries MongoDB entre le backend et la base de données, c'est de cette manière que le ODM est implémenté dans le système.
- Base de données MongoDB représente le service de la base de données qui roule dans le système, celui-ci s'occupe d'exécuter les queries reçues à partir de « mongoose » et à envoyer une réponse sous format JSON au backend qui traite la réponse s'il le faut puis l'envoyer au frontend par la suite.

Les figures suivantes illustrent une vue processus d'un cas d'utilisation dans le système :

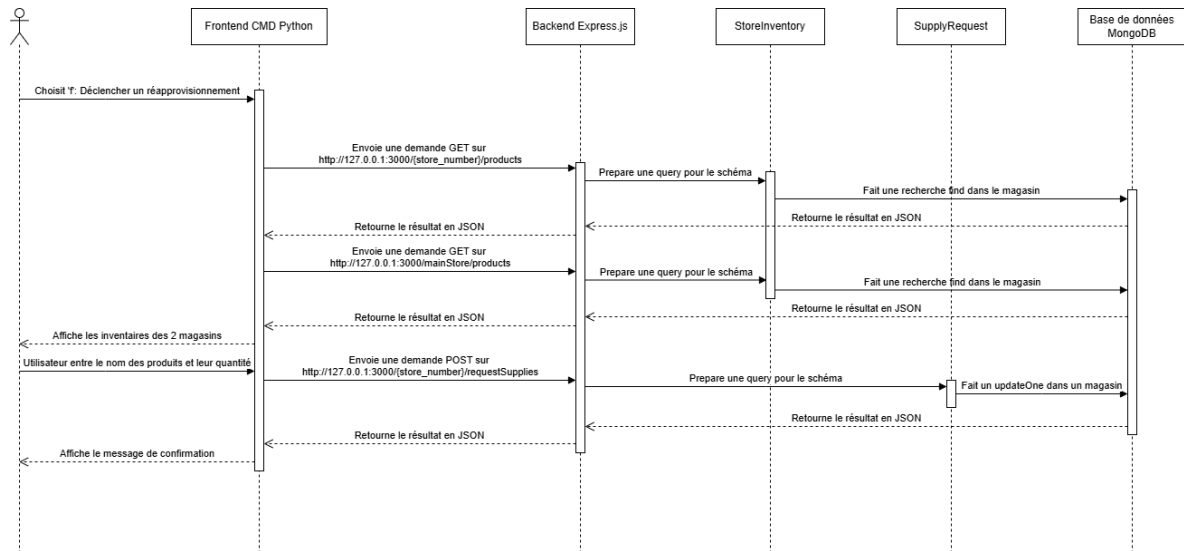


Figure #3 : Vue processus pour enregistrer une vente

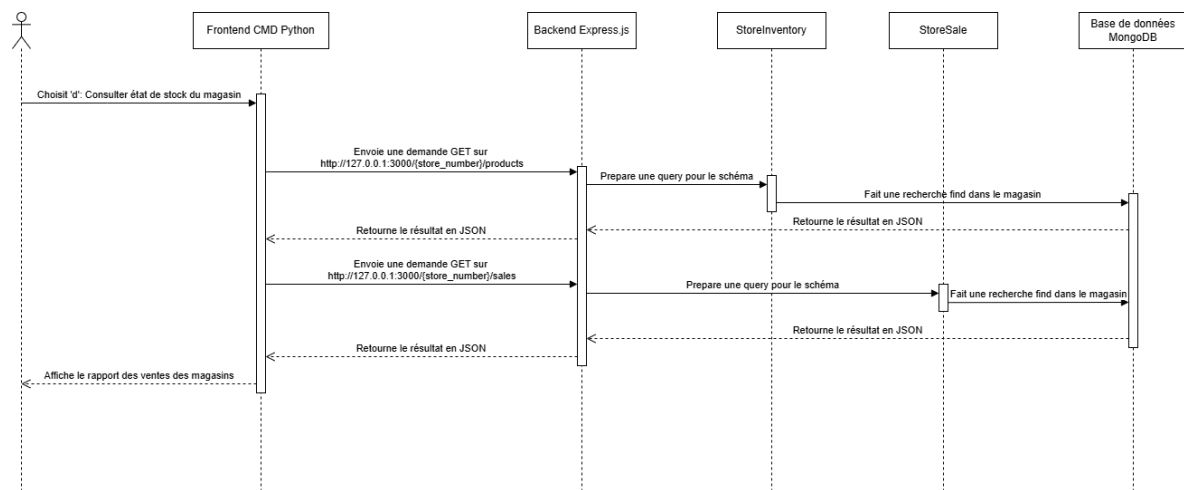


Figure #4 : Vue processus pour faire une demande de réapprovisionnement

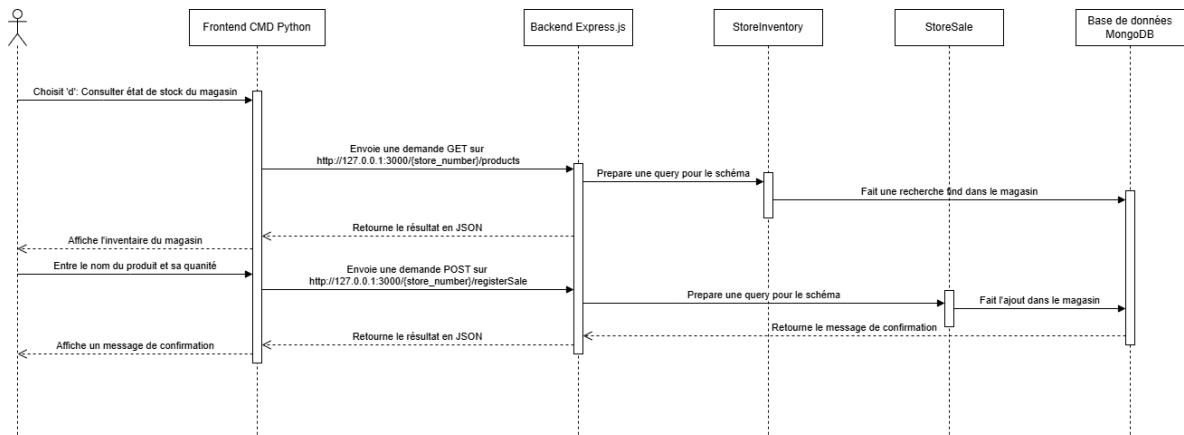


Figure #5 : Vue processus pour générer un rapport consolidé de ventes des magasins

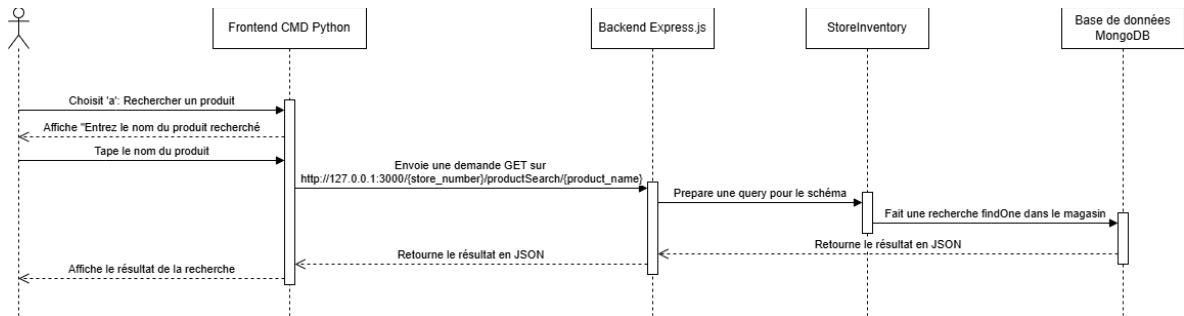


Figure #6 : Vue processus pour rechercher un produit dans un magasin

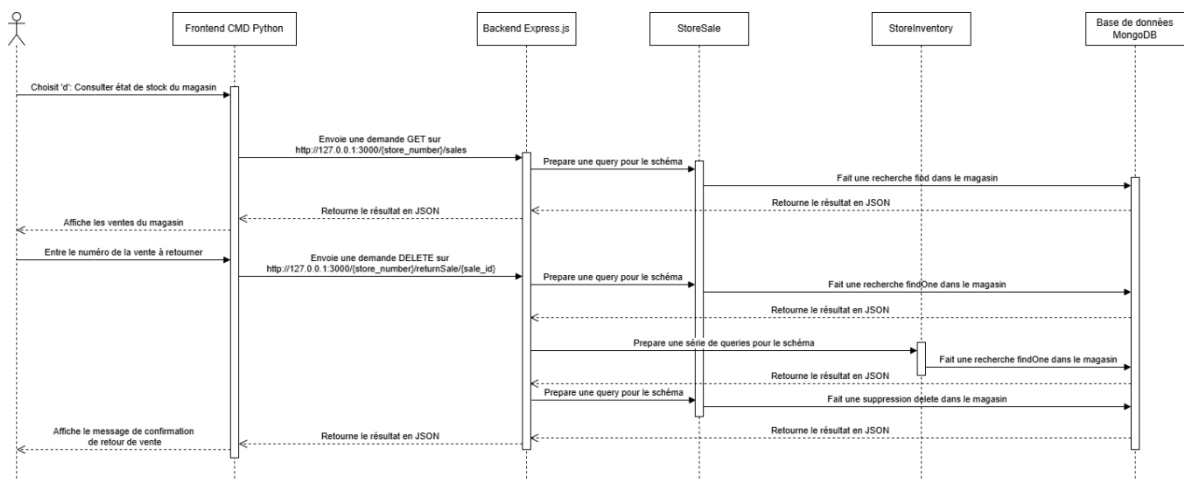


Figure #7 : Vue processus pour faire un retour de ventes

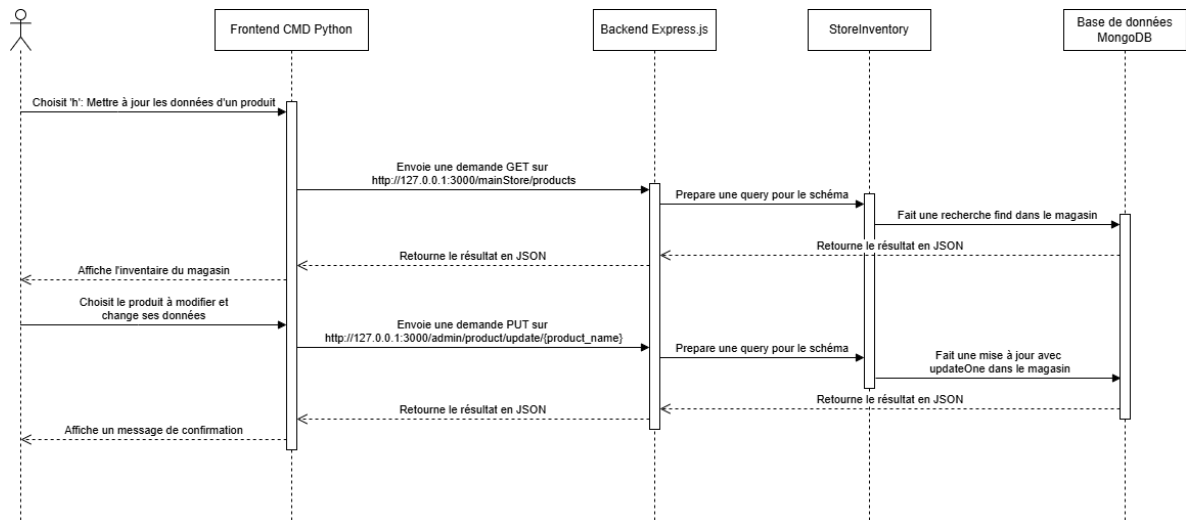


Figure #8 : Vue processus pour faire la mise à jour des informations d'un produit

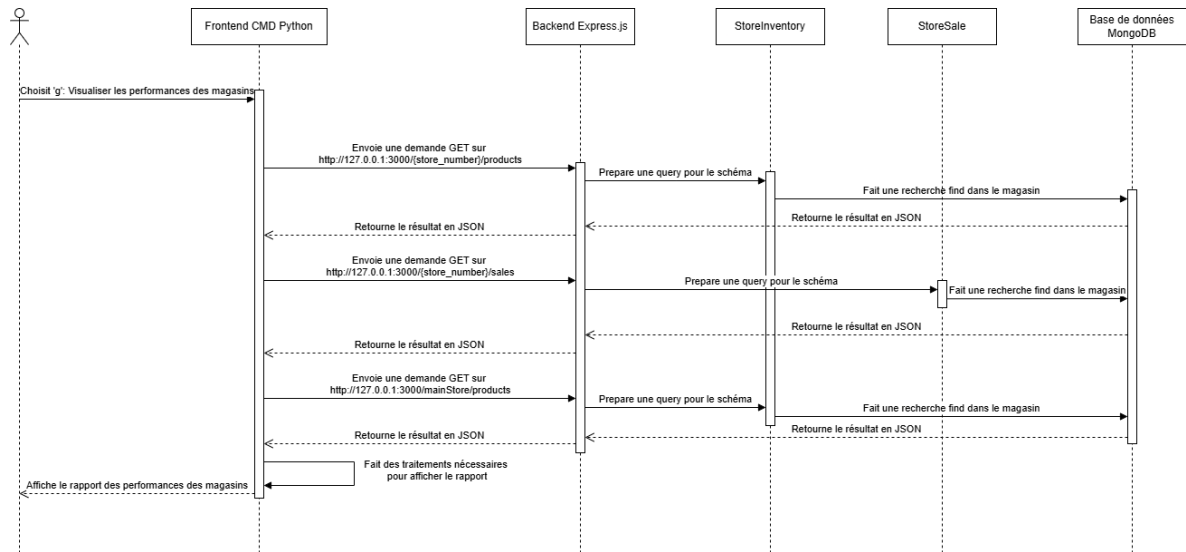


Figure #9 : Vue processus pour visualiser les performances des magasins

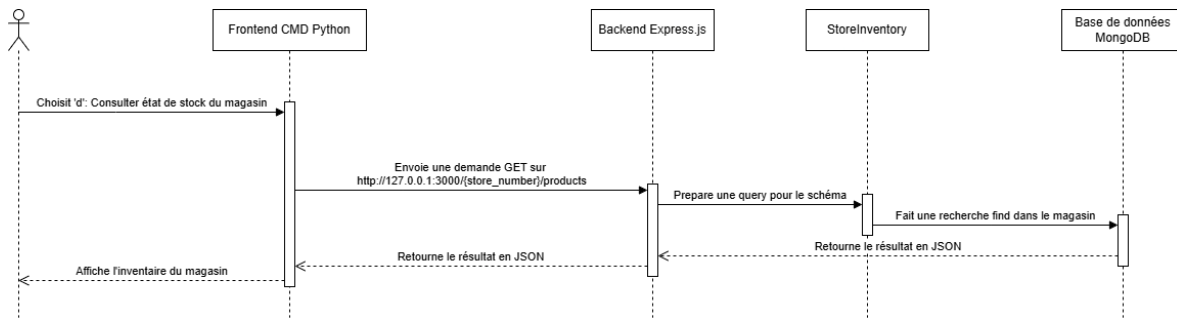


Figure #10 : Vue processus pour consulter l'inventaire d'un magasin standard

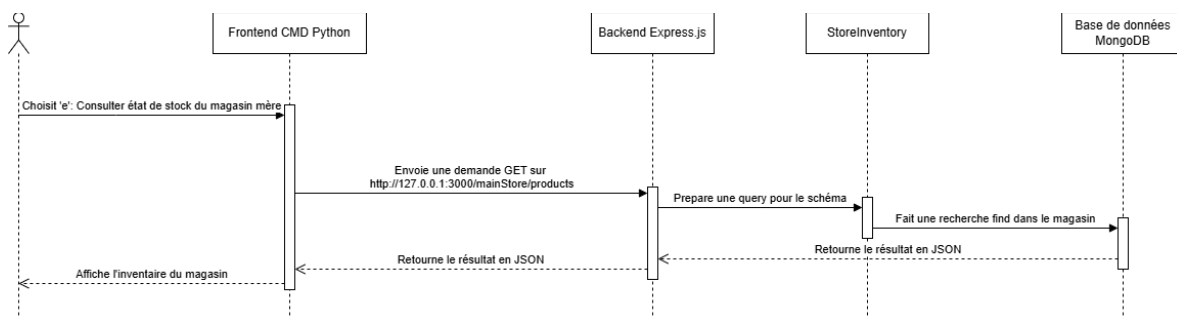


Figure #11 : Vue processus pour consulter l'inventaire du magasin mère

7. Vue de déploiement

Pour le deuxième laboratoire, le système possède une architecture à 3 couches :

- Le frontend est une application Python console qui fait des appels API au backend via HTTP.
- Le backend est un serveur Express.js qui est conteneurisé grâce au Dockerfile, roule sur localhost:3000 et qui communique avec la base de données via la connexion TCP/IP
- La base de données est MongoDB qui elle aussi est conteneurisé, mais utilise une image officielle de Docker pour MongoDB.

De cette manière, l'utilisateur a besoin d'avoir uniquement la console Python d'installé sur sa machine pour interagir avec le système si les deux conteneurs sont lancés.

La vue de déploiement du système est représentée sur la Figure #12 ci-dessous.

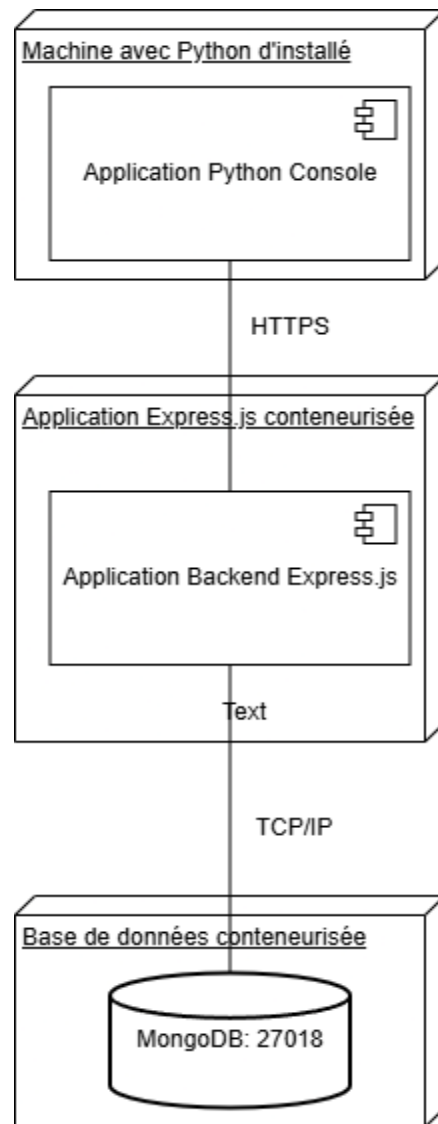


Figure #12 : Diagramme de la vue de déploiement

La vue courante de déploiement a évolué de manière significative comparée aux versions antérieures du système :

- Labo 0 – Seule l’application Python console était conteneurisée et contenait toutes les fonctionnalités du système.
- Labo 1 – Le système avait une architecture à 2 couches :
 - L’application Python console conteneurisée qui communiquait directement à la base de données.
 - La base de données est MongoDB qui elle aussi est conteneurisée, mais utilise une image officielle de Docker pour MongoDB.

8. Vue d'implémentation

Pour la version courante du laboratoire, l'organisation des fichiers ainsi que leurs associations sont représentées sur la *Figure #13* ci-dessous.

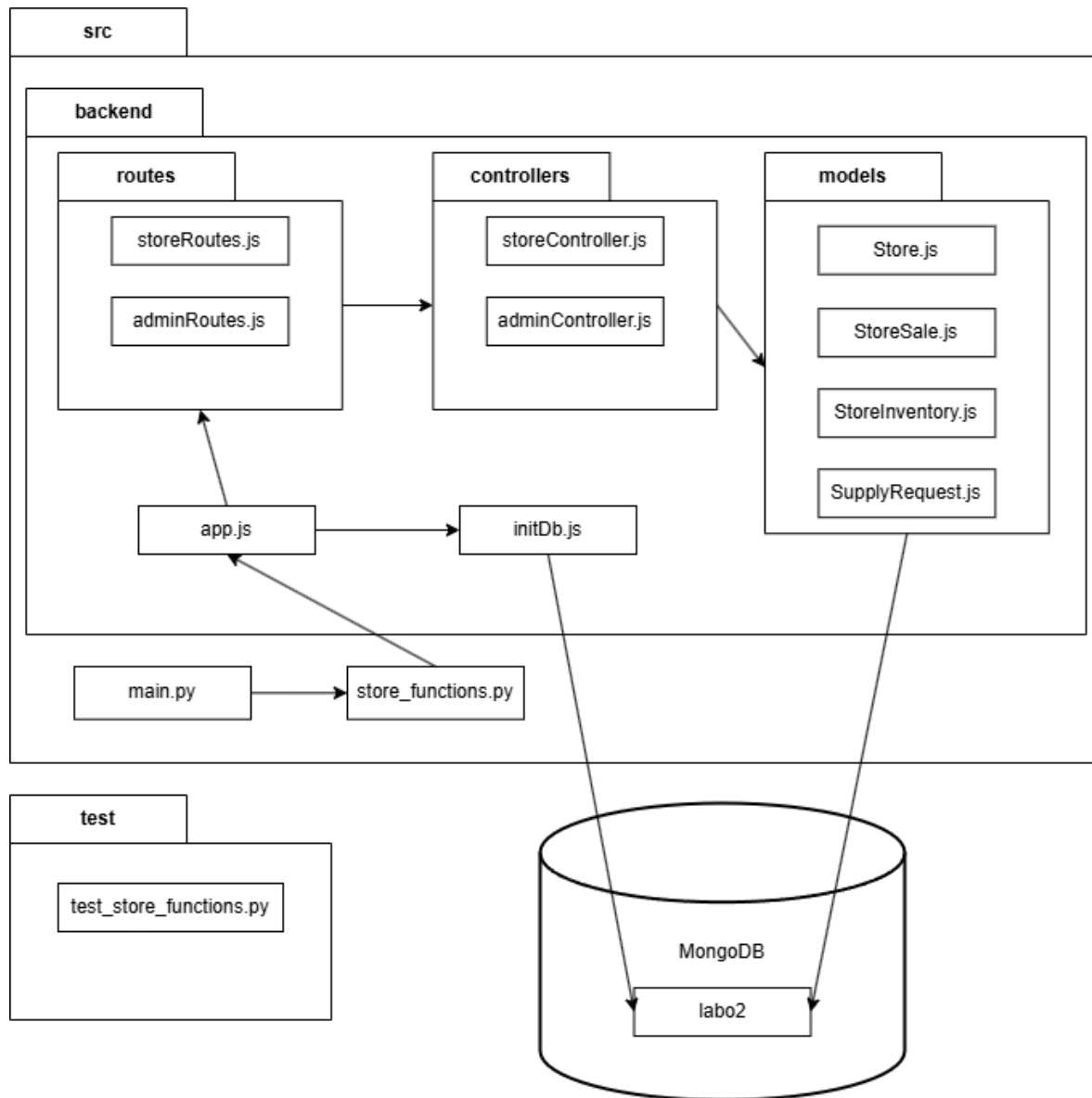


Figure #13 : Diagramme de la vue d'implémentation

Ainsi, le frontend qui est une application Python console est lancé à partir de `main.py` et utilise les fonctions importées de `store_functions.py` qui font des appels API au backend pour faire ces opérations. Le backend est un serveur Express.js lancé à partir de `app.js`. Une fois que ce dernier est démarré, celui-ci se connecte à la base

de données à l'aide du fichier `initDb.js` ou créé les collections nécessaires si la base de données est vide. Par la suite, `app.js` importe les deux routeurs (`storeRoutes.js` et `adminRoutes.js`) avec leurs propres routes API. Ces deux routeurs contiennent uniquement les routes qui sont accessibles à un certain type d'utilisateur. Ainsi, les fonctionnalités liées au magasin mère sont emmagasinées dans `adminRoutes.js` et ne seront pas accessibles aux utilisateurs de magasins standard. Les routeurs utilisent un contrôleur associé pour exécuter les opérations. Ceux-ci importent les modèles de schémas mongoose pour faire des queries dans la base de données MongoDB.

9. Décisions d'architecture (ADR)

Cette section couvre les décisions d'architecture considérés au cours des laboratoires :

- Labo 0 : Pas de ADR (ce n'était pas demandé)
- Labo 1 : ADR #1 et ADR #2
- Labo 2 : ADR #3 et ADR #4

ADR #1 : Choix de la plateforme (langage de programmation)

Titre : Langage de programmation principal - **Python**

Statut : Acceptée

Contexte

Dans le cadre d'un système de caisse d'un petit magasin, l'application développée doit être facilement maintenable, rapide à développer et évolutive. Le langage Python permet la conception d'une telle application.

Décision

Le langage de programmation principal retenu pour l'application est **Python**. Ce choix repose sur les raisons suivantes :

- Approfondir les connaissances en Python.
- Les bibliothèques disponibles pour Python permettent aussi d'avoir des fonctionnalités sans avoir le besoin de les coder.
- La simplicité et la lisibilité du langage facilitant la maintenance.

Conséquences - Avantages:

- **Maintenabilité** : Améliorée grâce à un code plus lisible et au support de tests avec Pytest.
- **Scalabilité** : Dans ce laboratoire, l'application risque d'avoir une architecture évolutive et les librairies de Python permettront d'avoir les outils pour s'adapter.
- **Rapidité de développement** : Élevée, car la syntaxe de Python est simple à comprendre et offre déjà des fonctions "built-in" pour éviter de les coder à partir de zéro.

Conséquences - Inconvénients:

- **Performance** : Python est généralement plus lent que les autres langages (ex: langages compilés comme C++, Java), mais c'est acceptable pour le cadre de cours LOG430.

ADR #2 : Choix de la base de données

Titre : Base de données choisie - **MongoDB**

Statut : Acceptée

Contexte

Dans le cadre d'un système de caisse d'un petit magasin, l'application développée doit être facilement maintenable et rapide à développer. Puisque MongoDB est une base de données NoSQL, celle-ci peut être facilement modifiée et adaptée, et de l'évolution potentielle du magasin (dépendamment du laboratoire).

Décision

La base de données principale choisie pour l'application est **MongoDB**. Ce choix repose sur les raisons suivantes :

- Approfondir mes connaissances avec MongoDB.
- MongoDB est flexible et sans schéma strict ce qui convient bien aux données évolutives qui risquent de changer au cours des laboratoires.

- Une bonne intégration avec Python via Mongoengine et Mongoose pour Express.js, qui fournit une approche orientée objet et offrant une couche de persistance avec ODM.

- MongoDB peut être visionné et manipulé à l'aide du shell officiel (mongosh)

Conséquences - Avantages:

- Flexibilité du schéma : Permet d'ajouter ou de modifier les structures de données avoir le besoin de modifier les collections puisque MongoDB est une base de données NoSQL.

- Rapidité de développement : Moins de contraintes sur les schémas initiaux puisque MongoDB est une base de données NoSQL. Cela permet d'avancer plus rapidement l'écriture de code.

- Intégration avec Python et Express.js : Grâce à Mongoengine et Mongoose, l'interaction avec la base de données reste simple et suit l'écriture des classes en Python et Express.js.

Conséquences - Inconvénients:

- Moins de contrôle sur la structure des données : L'absence de schéma rigide n'impose pas de règles de structure et peut avoir des incohérences si la structure n'est pas respectée.

ADR #3 : Choix de framework backend pour la communication entre frontend et la base de données

Titre : Framework backend - **Express.js**

Statut : Acceptée

Contexte

L'application est un système de gestion d'inventaire pour un réseau de magasins. Elle comporte une interface utilisateur en ligne de commande (CLI) développée en Python qui agit comme frontend ainsi qu'une base de données MongoDB pour stocker les données relatives aux produits et ventes.

Ceci était l'architecture du dernier laboratoire.

Il faut évoluer cette architecture pour supporter une architecture 3-tier avec un framework backend qui agit comme intermédiaire entre le frontend et la base de données qui gère les communications via un API.

Ce serveur doit exposer une API simple, efficace, et facilement maintenable pour recevoir les requêtes du frontend et interagir avec la base de données.

Décision

Le framework backend pour la communication entre frontend et la base de données retenu est **Express.js**. Ce choix repose sur les raisons suivantes :

- Express.js est un framework léger et minimaliste pour Node.js, permettant de créer rapidement des APIs REST.
- Large communauté et nombreux modules complémentaires disponibles grâce à npm.
- Facilité d'intégration avec MongoDB via des bibliothèques comme Mongoose.
- Bonne performance et scalabilité pour gérer les requêtes entre le frontend et la base de données.

Conséquences - Avantages:

- Développement rapide grâce à la simplicité d'Express.js.
- Flexibilité dans la définition des routes et gestion des requêtes HTTP.
- Large écosystème et support communautaire grâce à npm.
- Facilité de déploiement et d'intégration avec d'autres services.
- Bonne gestion des middlewares pour la sécurité, le logging et la validation des données.

Conséquences - Inconvénients:

- Dans la dernière version de cette application, le "backend" qui était dans la CMD était en Python, il faudra migrer ce code en JavaScript.
- Il faut remplacer Mongoengine en Python par un autre ORM comme Mongoose.
- Nécessite une connaissance de JavaScript/Node.js en plus de Python pour la CLI.
- Gestion manuelle de certains aspects comme les erreurs et la structure du projet.

ADR #4 : Choix de l'ORM pour supporter MongoDB avec Express.js

Titre : ORM choisi - **Mongoose**

Statut : Acceptée

Contexte

L'application est un système de gestion d'inventaire pour un réseau de magasins. Elle comporte une interface utilisateur en ligne de commande (CLI) développée en Python qui agit comme frontend ainsi qu'une base de données MongoDB pour stocker les données relatives aux produits et ventes. Mongoengine était utilisé comme ORM entre Python et MongoDB

Ceci était l'architecture du dernier laboratoire.

Avec l'implémentation de Express.js, Mongoengine ne peut plus être utilisé, car le CMD de Python ne communique plus avec la base de données de manière directe. Il faut donc un ORM pour MongoDB entre Express.js et la base de données.

Décision

Le choix de l'ORM (équivalent d'un ODM pour les bases SQL relationnelles) s'est porté sur Mongoose. Ce module pour Node.js permet de définir des schémas de données, de valider les données en entrée et d'interagir avec MongoDB de manière structurée. Ainsi, Mongoose gère les mêmes responsabilités que Mongoengine.

Conséquences - Avantages:

- Intègre une validation des données avant l'insertion dans la base de données.
- Facilite les opérations CRUD grâce à des méthodes de haut niveau.
- Possède une large communauté et une bonne documentation.

Conséquences - Inconvénients:

- Courbe d'apprentissage initiale pour bien comprendre les fonctionnalités de Mongoose après avoir utilisé Mongoengine.

10. Demandes de qualité

Scalabilité horizontale :

Description : Le système doit pouvoir gérer un nombre croissant de magasins et, donc, d'utilisateurs sans dégrader sa performance.

Solutions mis en place :

- Requêtes HTTP vers un backend (Express.js) pour appeler l'API

Cohérence des données :

Description : Plusieurs utilisateurs peuvent enregistrer des ventes simultanément, sans corrompre les stocks ni les ventes.

Solutions mis en place :

- Implémentation d'un ODM (mongoengine et ensuite mongoose) pour assurer la cohérence des données

Évolutivité vers une interface web/mobile

Description : L'architecture doit permettre l'ajout futur d'une interface web ou mobile, sans réécriture majeure (pour éviter des migrations de code comme pour Express.js).

Solutions mis en place :

- API REST exposée via Express.js
- Architecture par couches (frontend – backend – base de données)

Maintenabilité et clarté du code

Description : Le code doit être facile à lire, à tester et à modifier.

Solutions mis en place :

- Organisation par modules (MVC = routes, contrôleurs, modèles)
- Séparation des couches (frontend - backend)
- Pylint pour la clarté et cohérence des fichiers
- Tests unitaires avec Pytest
- Pipeline CI/CD mis en place après chaque push sur la branche principale

Portabilité et déploiement

Description : Le système doit pouvoir être déployé facilement sur d'autres machines via des conteneurs Docker.

Solutions mis en place :

- Dockerfile (pour Docker) et Docker Compose pour la facilité de gestion des conteneurs
- Documentation d'exécution dans README.md

11. Risques & dette technique

Voici une liste des risques et des dettes techniques présents dans la version courante du système :

- Besoin de faire une documentation des routes API (avec Swagger)
- Besoin de faire des tests unitaires pour la couche backend (Express.js)
- Besoin d'ajouter un framework frontend comme Django
- Besoin d'ajouter un service d'authentification
- Besoin d'ajouter une validation d'accès pour les routes API

12. Glossaire

- « Magasin mère » : réfère à la maison mère qui elle-même est un magasin aussi.
- « Magasin standard » : réfère à un magasin qui n'est pas un magasin mère.
- « ORM » : réfère à Object-Relationnal Mapping utilisé pour les bases de données relationnelles.
- « ODM » : réfère à Object-Document Mapping utilisée pour les bases de données NoSQL.