

Store Manager L09 - Documentation d'Architecture

Ce document, basé sur le modèle arc42, décrit l'API REST de gestion de magasin avec base de données distribuée Apache Cassandra pour le Labo 09, LOG430.

1. Introduction et Objectifs

Panorama des exigences

L'application « Store Manager » a évolué d'un monolithe vers une architecture microservices event-driven. Pour le Labo 09, nous franchissons une étape cruciale : la migration vers une architecture entièrement distribuée avec Apache Cassandra comme base de données distribuée. Cette évolution prépare l'application pour un déploiement cloud à grande échelle.

L'application démontre :

- L'implémentation d'une API REST avec Flask et base de données distribuée
- L'utilisation d'Apache Cassandra pour la persistance distribuée
- La réplication automatique des données à travers un cluster multi-nœuds
- La gestion de la cohérence et de la disponibilité dans un système distribué
- Les concepts de keyspace, facteur de réplication et distribution de données

Objectifs qualité

Priorité	Objectif qualité	Scénario
1	Haute disponibilité	Le système continue de fonctionner même si un ou plusieurs nœuds Cassandra tombent en panne
2	Scalabilité horizontale	Ajout de nouveaux nœuds Cassandra sans interruption de service
3	Résilience	Les données sont répliquées automatiquement selon le facteur de réplication configuré
4	Distribution native	Élimination de la synchronisation manuelle entre bases de données
5	Maintenabilité	Séparation claire des responsabilités via les patrons MVC et Repository

Parties prenantes (Stakeholders)

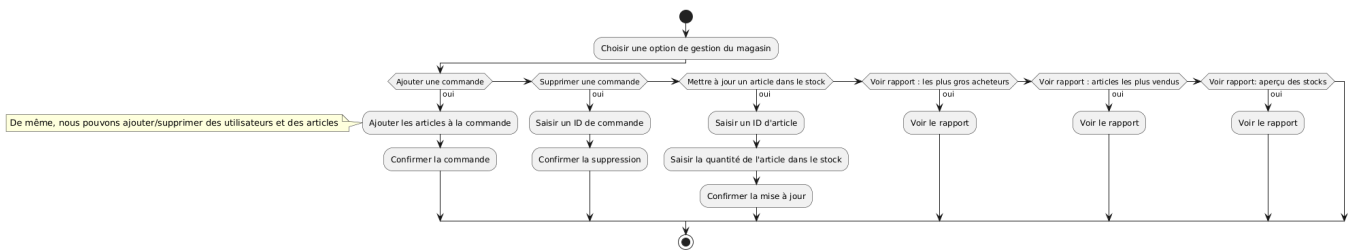
- **Développeur·euses** : Apprendre l'architecture de bases de données distribuées et les principes de Cassandra
- **Employé·es du magasin** : Utilisatrices et utilisateurs gérant les articles, commandes et stock via l'API
- **Client·es du magasin** : Utilisatrices et utilisateurs finales servis par l'application (indirectement via les interactions avec les employé·es)

2. Contraintes d'architecture

Contrainte	Description
Technologie	Utilisation de Python 3.11, Flask, Apache Cassandra 4.1 et Docker
Base de données	Apache Cassandra avec architecture sans point de défaillance unique
Déploiement	Déploiement en conteneurs Docker avec cluster Cassandra multi-nœuds
Réplication	Facteur de réplication configurable (minimum 1 pour dev, 2-3 pour production)
Éducatif	L'application doit clairement démontrer les principes des bases de données distribuées et la réplication de données
Configuration	Utilisation de variables d'environnement pour toutes les configurations sensibles

3. Portée et contexte du système

Contexte métier



Le système permet la gestion de produits dans un environnement distribué :

- Créer des produits avec persistance distribuée automatique
- Consulter tous les produits avec lecture depuis n'importe quel nœud du cluster
- Garantir la disponibilité des données même en cas de défaillance de nœuds
- Supporter une scalabilité horizontale pour augmenter la capacité

Contexte technique

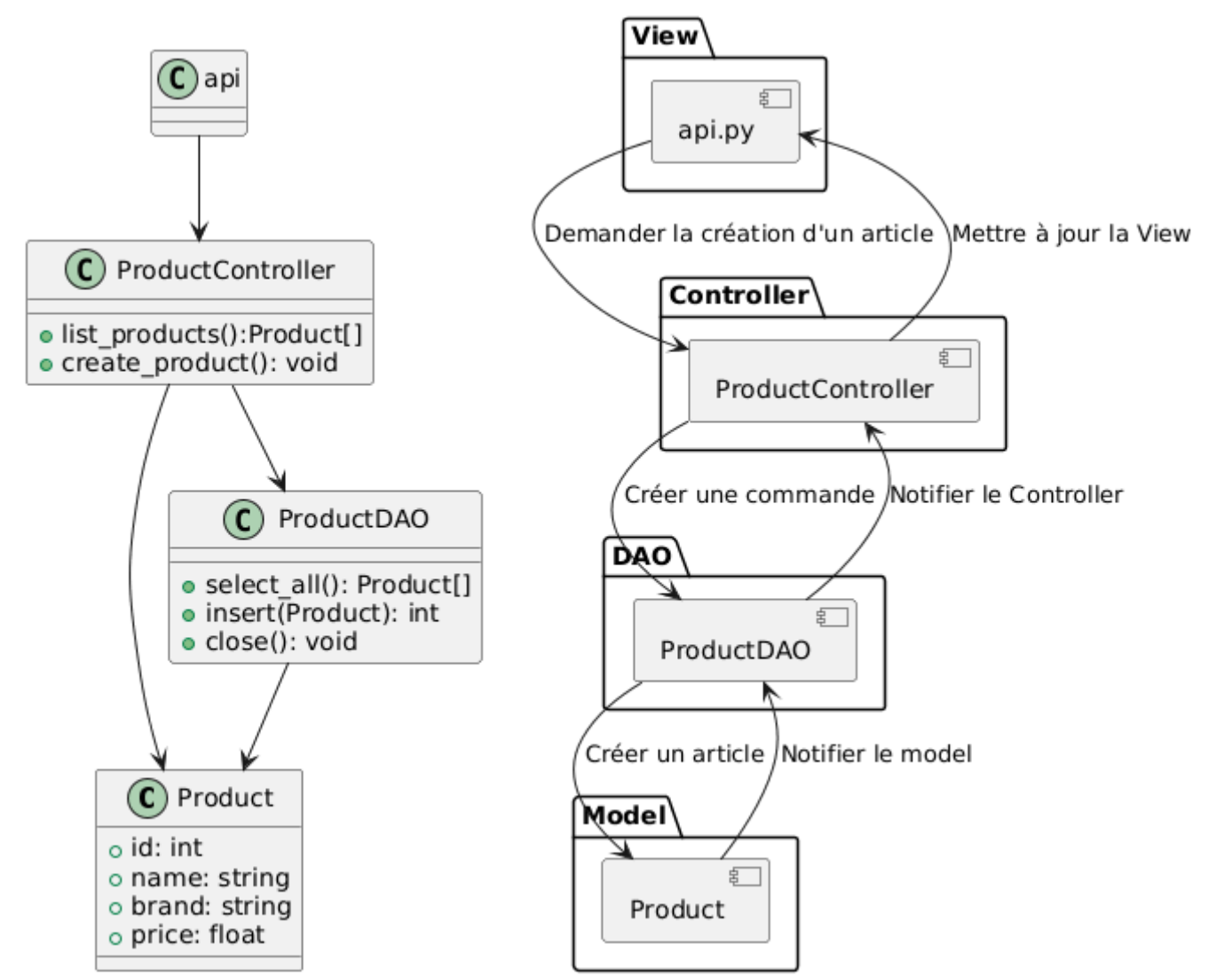
- **Applications clientes** : Postman, applications web/mobiles, services externes
- **Couche API** : API REST Flask avec endpoints CRUD
- **Couche base de données** : Cluster Apache Cassandra (1 à 3 nœuds)
- **Communication** : Requêtes HTTP/HTTPS entre clients et API, CQL (Cassandra Query Language) entre API et Cassandra

4. Stratégie de solution

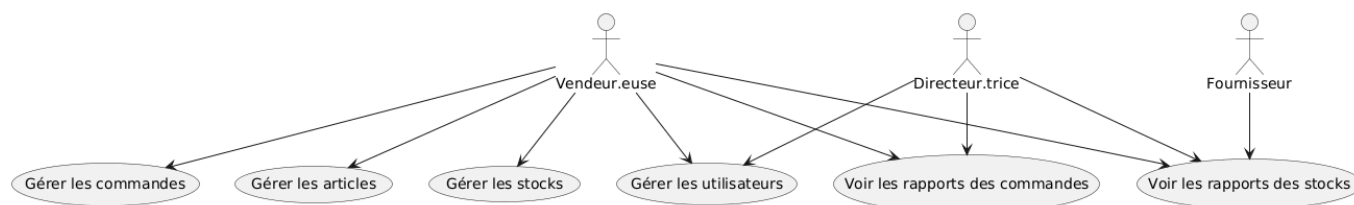
Problème	Approche de solution
Distribution des données	Cassandra distribue automatiquement les données à travers le cluster selon une stratégie de partitionnement par hachage

Problème	Approche de solution
Haute disponibilité	Architecture masterless avec réplication configurable (replication_factor)
Cohérence des données	Synchronisation automatique entre nœuds gérée par Cassandra
Scalabilité	Ajout de nœuds sans interruption de service grâce à l'architecture peer-to-peer
Résilience	Données répliquées sur plusieurs nœuds permettant la continuité même en cas de panne
Configuration	Variables d'environnement (.env) pour toutes les informations de connexion

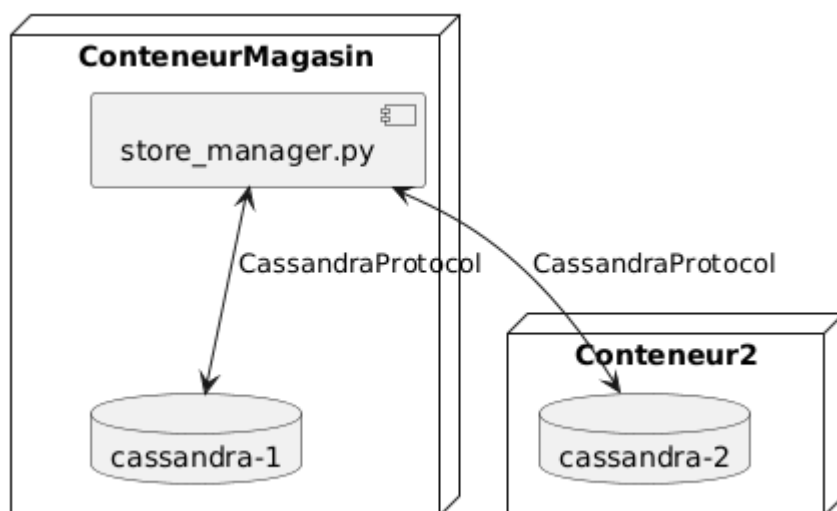
5. Vue des blocs de construction



6. Vue d'exécution



7. Vue de déploiement



8. Concepts transversaux

Principes de base de données distribuées

- **Partitionnement** : Distribution automatique des données par hachage de la clé primaire
- **Réplication** : Copie des données sur plusieurs nœuds selon le facteur de réplication
- **Cohérence éventuelle** : Les données convergent vers un état cohérent à travers le cluster
- **Architecture masterless** : Tous les nœuds sont égaux, pas de point de défaillance unique

9. Décisions d'architecture

Veuillez consulter le fichier </docs/adr/adr001.md> pour la décision d'utiliser Apache Cassandra.

10. Exigences qualité

Haute disponibilité

- Architecture masterless : aucun point de défaillance unique
- Réplication configurable (RF=1 à 3)
- Lectures/écritures possibles même avec nœuds défaillants

Scalabilité horizontale

- Ajout de nœuds sans interruption de service
- Distribution automatique des données sur nouveaux nœuds
- Performance linéaire avec l'ajout de nœuds

Résilience

- Données répliquées selon le facteur de réplication
- Auto-réparation du cluster en cas de panne temporaire
- Hinted handoff pour les nœuds temporairement indisponibles

Maintenabilité

- Séparation claire : Controller → Model → DAO
- Configuration externalisée dans .env
- Logs structurés pour le debugging
- Tests unitaires avec mocks pour isolation

Performance

- Prepared statements pour optimisation des requêtes
- Distribution de charge de lecture à travers les nœuds
- Écriture parallèle sur plusieurs répliques

11. Risques et dettes techniques

Risque	Impact	Mitigation
Split-brain dans le cluster	Incohérence des données si le cluster se divise	Utiliser un nombre impair de nœuds et configurer des quorums appropriés
Cohérence éventuelle	Les lectures peuvent retourner des données légèrement obsolètes	Documenter le comportement et ajuster les niveaux de cohérence si nécessaire
SimpleStrategy en production	Non adapté pour multi-datacenter	Migrer vers NetworkTopologyStrategy pour production

12. Glossaire

Terme	Définition
API	Application Programming Interface
CQL	Cassandra Query Language, langage de requête similaire à SQL
DAO	Data Access Object, patron de conception pour abstraire l'accès aux données