



Système de Gestion de Bibliothèque Numérique



PYTHON • APACHE CASSANDRA • ARCHITECTURE DISTRIBUÉE

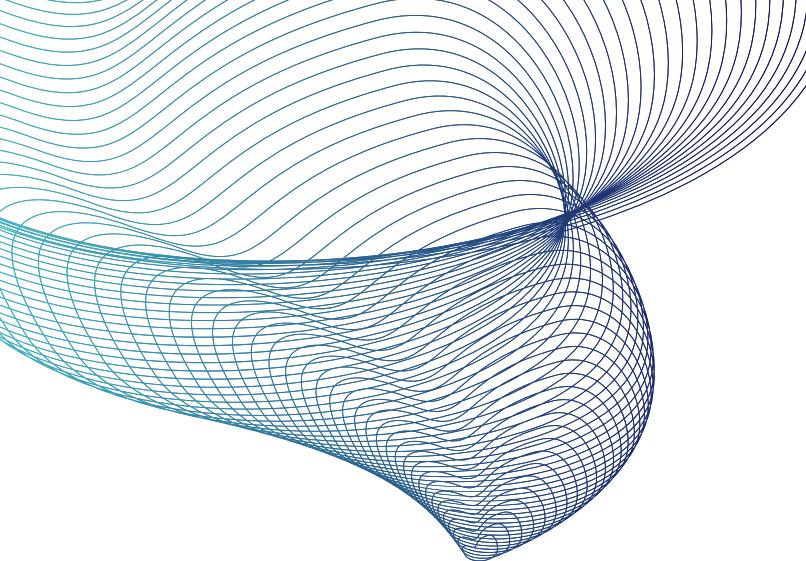
Wafae Boutahri El Moustachir
Isra'a Mesbahi

16/01/2025

Master 2 LDF 2025-2026

Sommaire

- 
- 1. Contexte et objectif de la démonstration
 - 2. Architecture générale du projet
 - 3. Cluster Cassandra et état des nœuds
 - 4. Accès à Cassandra via le CLI (CQLSH)
 - 5. Modélisation orientée requêtes
 - 6. Démonstration CRUD avec CQL
 - 7. Requêtes CQL avancées
 - 8. Lien avec l'API REST
 - 9. Conclusion



Présentation du projet

Cette démonstration a pour objectif de présenter le **fonctionnement concret** du projet Cassandra Library, un **système de gestion de bibliothèque numérique** basé sur Apache Cassandra.

Elle permet de montrer comment les données sont stockées, interrogées et exploitées à travers un **cluster** Cassandra et des requêtes orientées application.



- Projet de gestion de bibliothèque numérique (livres, utilisateurs, emprunts, réservations)
- Utilisation d'Apache Cassandra comme base de données NoSQL distribuée
- Modélisation des données basée sur les besoins applicatifs
- Démonstration centrée sur le cluster, le CLI Cassandra et les requêtes CQL

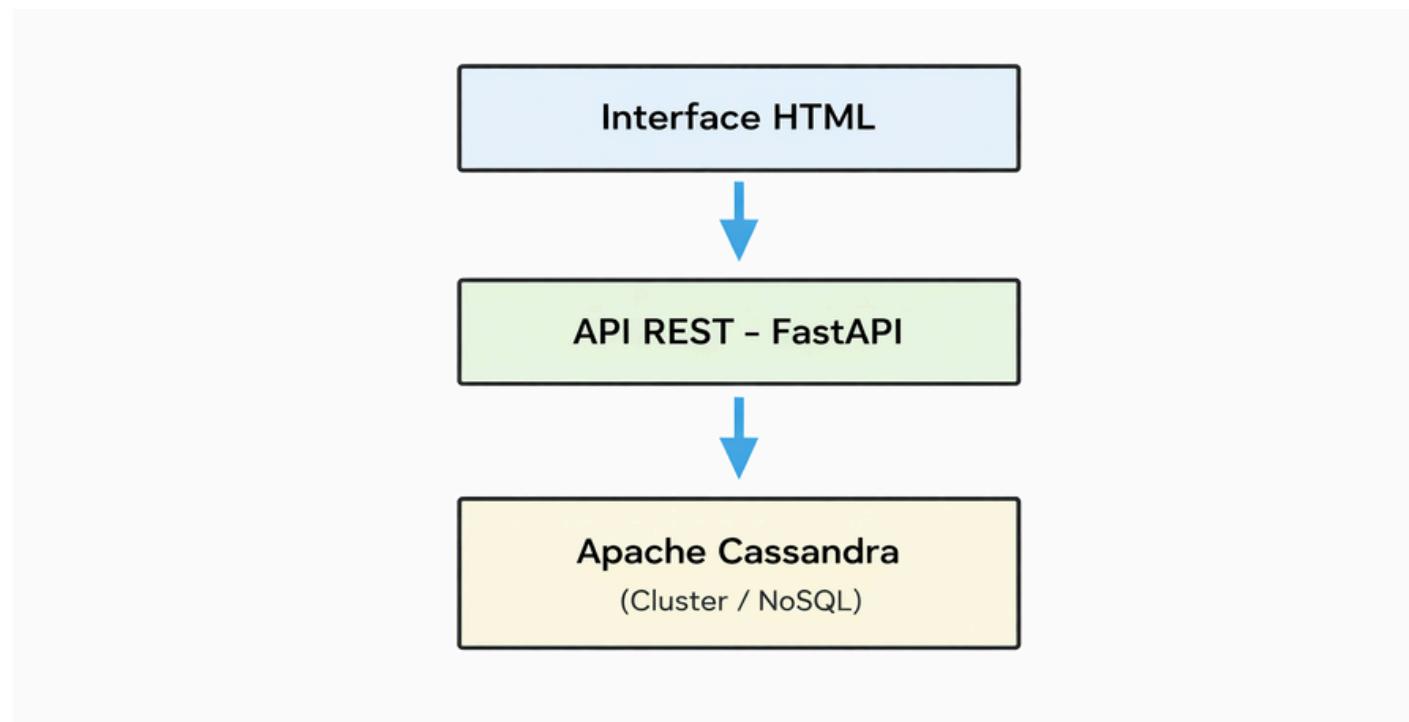
Architecture générale du projet



Le projet repose sur une architecture simple et distribuée, dans laquelle **Apache Cassandra** est utilisé comme système de stockage principal pour gérer les données de la bibliothèque



Les données sont organisées selon une approche orientée **requêtes** afin de garantir de bonnes performances et une forte disponibilité.



- Base de données NoSQL distribuée : Apache Cassandra
- Données réparties sur plusieurs nœuds (cluster)
- Modélisation orientée besoins applicatifs
- Accès aux données via CQL et via une API REST

Cluster Cassandra et état des noeuds

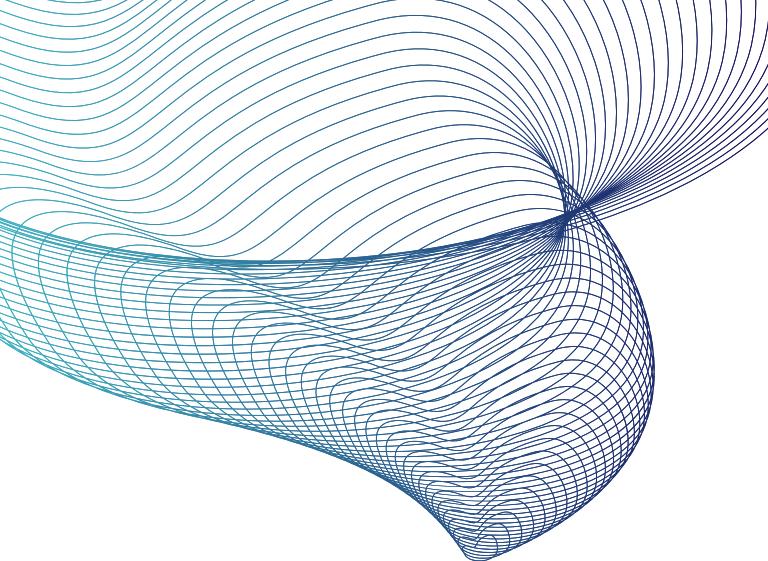
Cassandra fonctionne sous forme de cluster, composé de **plusieurs nœuds** qui participent ensemble au stockage et au traitement des données.

Avant toute manipulation, il est important de vérifier que le cluster est **opérationnel** et que tous les nœuds sont **actifs**.

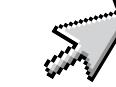
```
PS C:\Users\El Moustachir\Documents\library-cassandra> docker exec -it cassandra1 nodetool status
>>
Datacenter: datacenter1
=====
Status=Up/Down
| / State=Normal/Leaving/Joining/Moving
--  Address      Load      Tokens  Owns (effective)  Host ID                               Rack
UN  172.19.0.2   229.6 KiB    16      100.0%          40131d5a-3133-4427-87ff-d62df7a82caa  rack1
UN  172.19.0.4   244.44 KiB   16      100.0%          8cbd0ca3-dfc5-4a75-b1ea-d53ee81fa56d  rack1
UN  172.19.0.3   298.65 KiB   16      100.0%          8bfbc1d-890e-4d36-acc2-edbeaa0bc0d9   rack1
```



- Cassandra fonctionne en cluster distribué
- Les données sont réparties sur plusieurs nœuds
- Chaque nœud participe aux lectures et écritures
- Vérification de l'état du cluster avant les requêtes



Accès à Cassandra via le CLI (CQLSH)



Les opérations sur Cassandra sont réalisées via le CLI **cqlsh**, qui permet d'interagir directement avec la base de données à l'aide du **langage CQL**.

Cet outil est utilisé pour **créer les tables, insérer des données et exécuter les requêtes**.



- Utilisation du CLI cqlsh
- Langage CQL (Cassandra Query Language)
- Interface proche du SQL mais adaptée à Cassandra
- Accès direct aux keyspaces et aux tables

```
PS C:\Users\EI Moustachir\Documents\library-cassandra> docker exec -it cassandra1 cqlsh
>>
Connected to LibraryCluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.1.0 | Cassandra 4.1.10 | CQL spec 3.4.6 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> █
```

Modélisation orientée requêtes



Avec Cassandra, la conception des tables commence par l'analyse des besoins applicatifs et des requêtes à supporter, et non par les relations entre les entités.

Cette approche permet d'obtenir des temps de réponse rapides et prévisibles, même avec de grands volumes de données.

Elle implique cependant une duplication volontaire des données et une réflexion approfondie sur les clés de partition et de clustering.

```
cqlsh> DESC KEYSPACES;  
  
library_system  system_auth      system_schema  system_views  
system        system_distributed system_traces  system_virtual_schema
```

```
cqlsh> USE library_system;  
cqlsh:library_system> DESC TABLES;  
  
active_borrow_by_user_book  books_by_category  borrows_by_user      users_by_id  
book_popularity            books_by_isbn       global_stats  
books_by_author             borrows_by_book    reservations_by_book
```



- Modélisation basée sur les query patterns
- Tables conçues pour des requêtes précises
- Clés de partition au centre de la performance
- Duplication des données assumée
- Pas de jointures entre tables

Requêtes CQL avancées

Les tables Cassandra ont été conçues pour répondre efficacement aux principaux **besoins fonctionnels** de l'application, sans recourir à des jointures ou à des requêtes globales.

Chaque requête s'appuie sur une **clé de partition** adaptée afin de garantir de bonnes performances.

Ces requêtes correspondent exactement aux besoins de l'application, comme consulter l'historique d'un utilisateur ou lister des livres par catégorie.

Elles sont efficaces car Cassandra accède directement à la partition concernée.

books_by_category						
category	title	isbn	author	available_copies	publication_year	publisher
author	total_copies					
Science Fiction ammarion 2	Affaire cela petit songer retomber	978-1-366650-33-1	Gabrielle François-Bonneau	0	2021	F1
Science Fiction ammarion 5	Arriver existence livre bon	978-3-749826-35-9	Élise Traore	0	1996	F1
Science Fiction allimard 6	Arrière résister découvrir compte	978-6-593231-93-4	Tristan Mahe-Delannoy	3	1980	G
Science Fiction n Michel 4	Attirer position afin de	978-9-254040-45-7	Nicolas Philippe	0	1985	Albi
Science Fiction Seuil 3	Aussitôt phrase	978-6-488265-97-0	Raymond Vasseur	0	1996	
Science Fiction Seuil 4	Colon étaler baisser à	978-4-953608-43-8	Christiane Le Blot	1	2005	
Science Fiction allimard 7	Combien docteur	978-0-936619-88-2	Frédérique Le Dupuis	5	2022	G
Science Fiction n Michel 3	Condition trente chaise table	978-9-536305-58-6	Emmanuelle Peltier	0	2005	Albi
Science Fiction ammarion 6	Construire mettre cépendant interrompre	978-9-527779-80-0	Emmanuelle Vincent	3	2021	F1



- Requêtes directement liées aux usages métier
- Données regroupées par clé de partition
- Résultats triés via les clés de clustering
- Requêtes bornées et performantes

Lien entre Cassandra et l'API REST

Les **requêtes CQL** présentées précédemment sont utilisées par une API REST afin de permettre à une application cliente d'accéder aux données Cassandra.

L'API permet d'accéder aux données Cassandra **sans interagir directement** avec la base.

L'application ne communique jamais directement avec Cassandra.

Elle passe par une API REST qui appelle exactement les requêtes CQL que l'on vient de voir, ce qui garantit de bonnes performances et une architecture propre.

- API REST développée avec FastAPI
- Chaque endpoint correspond à un besoin fonctionnel
- Les endpoints reposent sur des tables Cassandra optimisées
- L'API masque la complexité de Cassandra



Library API 0.1.0 OAS 3.1
[/openapi.json](#)

default

Method	Endpoint	Description
GET	/health	Health
POST	/users	Register User
GET	/books/{isbn}	Get Book
GET	/books	List By Category
GET	/authors/{author}/books	List By Author
POST	/borrows	Borrow Book
GET	/users/{user_id}/borrows	User Borrows
GET	/books/{isbn}/borrows	Borrows By Book
POST	/borrows/return	Return Book
POST	/reservations	Reserve Book
GET	/reservations/{isbn}	List Reservations

Lien entre Cassandra et l'API REST



Cet écran montre l'enregistrement d'un **nouvel utilisateur** via l'API, avec l'envoi des informations principales et la génération automatique d'un identifiant unique côté serveur.



POST /users Register User

Parameters

No parameters

Request body required

application/x-www-form-urlencoded

email * required string test@gmail.com

first_name * required string Alice

last_name * required string Martin

phone string phone Send empty value

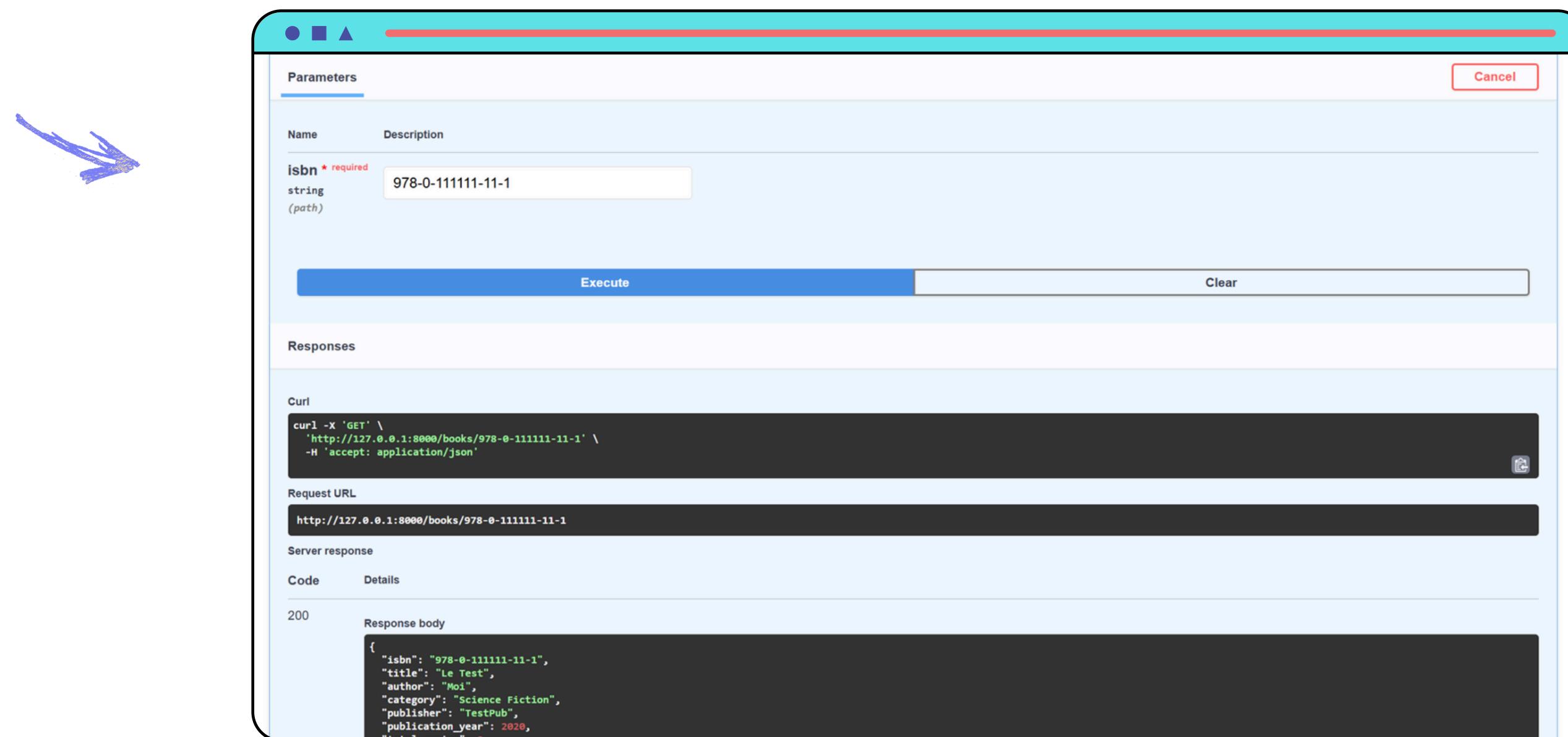
address string address Send empty value

Execute Clear

Responses

Lien entre Cassandra et l'API REST

Cet exemple illustre **l'appel à l'API** pour récupérer les informations d'un livre à partir de son **ISBN**, en s'appuyant directement sur la table Cassandra dédiée à ce type de requête.



Interface HTML & Interaction avec l'API



The screenshot displays a dark-themed web application interface with three main sections:

- Health**: Shows a status message "OK" and a JSON response {"status": "ok"}.
- Livres par catégorie**: Lists books filtered by category. A "Science Fiction" category is selected. The results are:

```
OK
[
  {
    "isbn": "978-1-366650-33-1",
    "title": "Affaire cela petit songer retomber",
    "author": "Gabrielle Fran\u00e7ois-Bonneau",
    "available_copies": 0,
    "total_copies": 2
  },
  {
    "isbn": "978-3-749826-35-9",
    "title": "Arriver existence livre bon",
    "author": "\u00c9lise Traore",
    "available_copies": 0,
    "total_copies": 5
  },
  {
    "isbn": "978-6-593231-93-4",
    "title": "Arri\u00e8re r\u00e9sister d\u00e9couvrir compte",
    "author": "Tristan Mahe-Delannoy",
    "available_copies": 3,
    "total_copies": 6
  }
]
```
- Livre par ISBN**: Retrieves a book by its ISBN. An ISBN "978-0-111111-11-1" is entered. The result is:

```
OK
{
  "isbn": "978-0-111111-11-1",
  "title": "Le Test",
  "author": "Moi",
  "category": "Science Fiction",
  "publisher": "TestPub",
  "publication_year": 2020,
  "total_copies": 2,
  "available_copies": 1,
  "description": "Livre pour test emprunt."
}
```

Each section includes "Copier résultat" (Copy result) buttons.

Interface HTML & Interaction avec l'API



The image shows three smartphones side-by-side, each displaying a different screen of a mobile application interface.

Smartphone 1: Livres par catégorie

Shows a list of books filtered by category "Histoire". Below the list is a JSON response:

```
OK
[
  {
    "isbn": "978-9-815465-51-9",
    "title": "Assister or importance",
    "author": "Véronique Goncalves-Chauvin",
    "available_copies": 3,
    "total_copies": 3
  },
  {
    "isbn": "978-4-540919-19-5",
    "title": "Autrefois avis",
    "author": "Thibaut Couturier",
    "available_copies": 3,
    "total_copies": 6
  },
  {
    "isbn": "978-8-565803-18-7",
    "title": "Avis trente auteur",
    "author": "Adrien Prévost",
    "available_copies": 3,
    "total_copies": 5
  },
  {
    "isbn": "978-4-382957-35-7",
    "title": "Chat protéger chemise",
    "author": "Margaud Boulay-Mathieu",
    "available_copies": 0,
    "total_copies": 7
  },
  {
    "isbn": "978-2-188144-17-2",
    "title": "Chaud taille inspirer",
    "author": "Thierry Benoit",
    "available_copies": 0
  }
]
```

Smartphone 2: Livres par catégorie

Shows a list of books filtered by category "Science Fiction". Below the list is a JSON response:

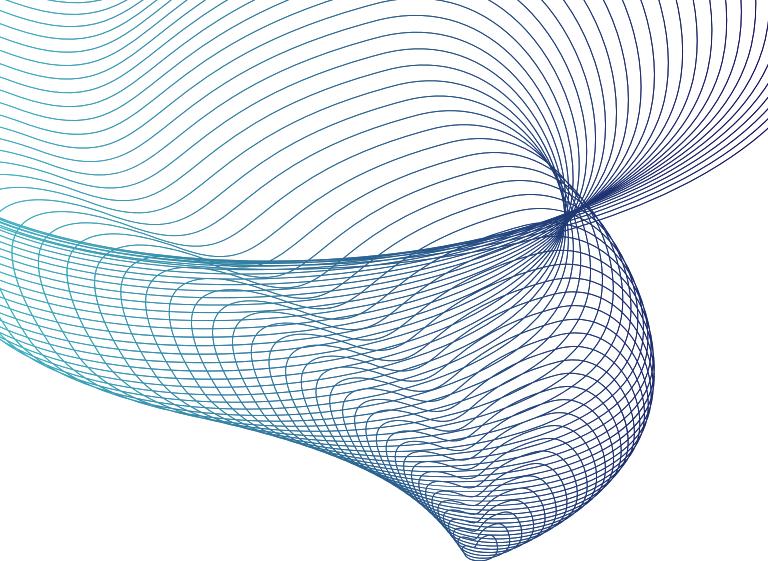
```
OK
[
  {
    "isbn": "978-1-366650-33-1",
    "title": "Affaire cela petit songer retomber",
    "author": "Gabrielle François-Bonneau",
    "available_copies": 0,
    "total_copies": 2
  },
  {
    "isbn": "978-3-749826-35-9",
    "title": "Arriver existence livre bon",
    "author": "Élise Traore",
    "available_copies": 0,
    "total_copies": 5
  },
  {
    "isbn": "978-6-593231-93-4",
    "title": "Arrière résister découvrir compte",
    "author": "Tristan Mahe-Delannoy",
    "available_copies": 3,
    "total_copies": 6
  },
  {
    "isbn": "978-9-254040-45-7",
    "title": "Attirer position afin de",
    "author": "Nicolas Philippe",
    "available_copies": 0,
    "total_copies": 4
  },
  {
    "isbn": "978-6-488265-97-0",
    "title": "Aussitôt phrase",
    "author": "Raymond Vasseur",
    "available_copies": 0,
    "total_copies": 3
  }
]
```

Smartphone 3: Livre par ISBN

Shows a search interface for a book by ISBN "978-0-111111-11-1". Below the search bar is a JSON response:

```
OK
{
  "isbn": "978-0-111111-11-1",
  "title": "Le Test",
  "author": "Moi",
  "category": "Science Fiction",
  "publisher": "TestPub",
  "publication_year": 2020,
  "total_copies": 2,
  "available_copies": 1,
  "description": "Livre pour test emprunt."
}
```

Bottom Right: Copier résultat



Conclusion de la démonstration



Cette démonstration a permis de montrer le fonctionnement réel du projet **Cassandra Library**, depuis le **cluster** jusqu'aux **requêtes** utilisées par l'application.

Elle illustre l'intérêt de Cassandra pour les systèmes distribués nécessitant performance, disponibilité et montée en charge.



Ce projet montre que Cassandra est particulièrement adapté à des applications distribuées, à condition de bien penser la modélisation en amont.

L'approche orientée requêtes permet d'obtenir de bonnes performances tout en restant scalable.



SYSTÈME DE GESTION DE BIBLIOTHÈQUE NUMÉRIQUE

Merci !

Wafae Boutahri El Moustachir
Isra'a Mesbahi

16/01/2025

Master 2 LDF 2025-2026