

# Simulation d'algorithmes d'équilibrage de charge dans un environnement distribué

Kevin Barreau   Guillaume Marques   Corentin Salingue

# Explication du sujet

## Environnement distribué

- Base de données répartie sur plusieurs machines physiques
- Réplication multi-maîtres

## Algorithmes d'équilibrage de charge

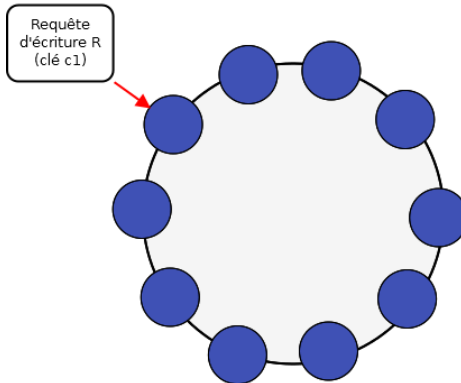
- Créés par le client
- Basés sur la réplication des données

## Simulation

- Comparaison de l'efficacité des différents algorithmes
- Objectif du projet  $\neq$  mise en production

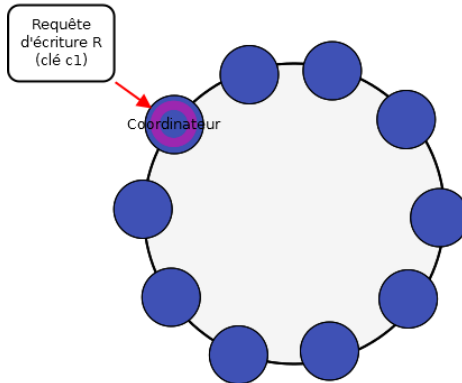
# Fonctionnement du projet

## Requête d'écriture



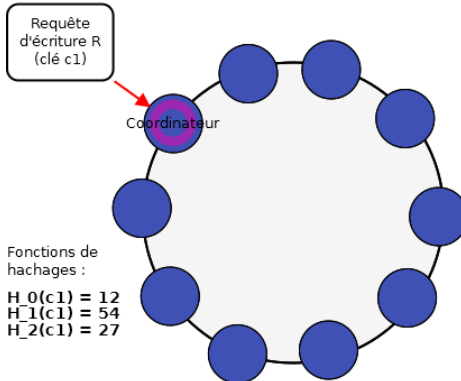
# Fonctionnement du projet

## Requête d'écriture



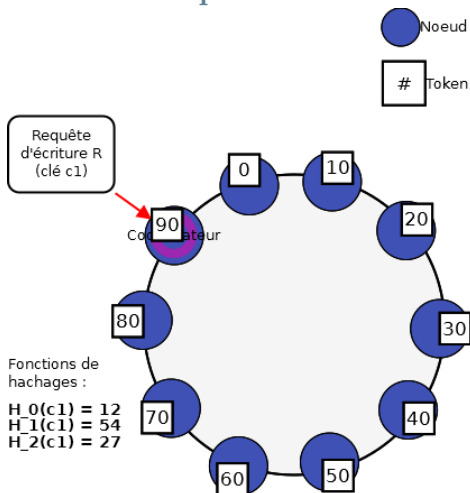
# Fonctionnement du projet

## Requête d'écriture



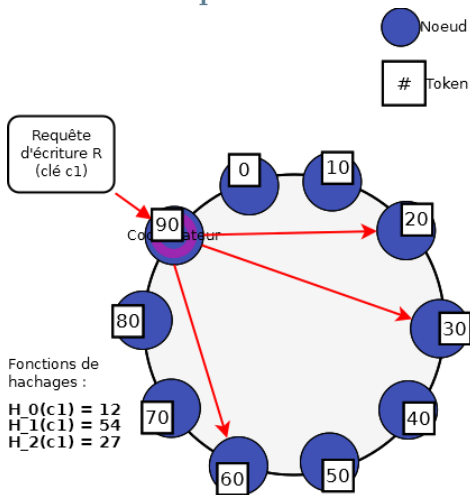
# Fonctionnement du projet

## Requête d'écriture



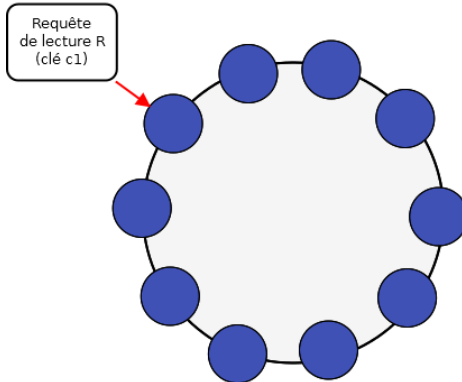
# Fonctionnement du projet

## Requête d'écriture



# Fonctionnement du projet

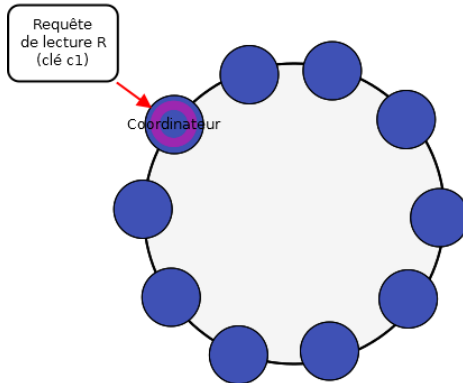
## Requête de lecture





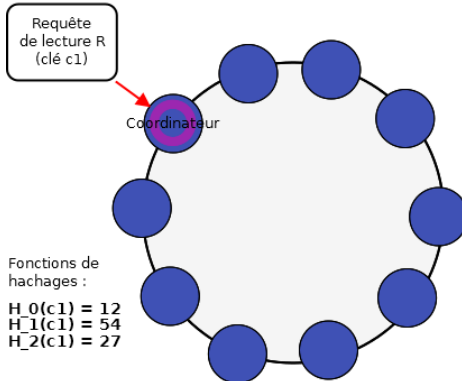
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



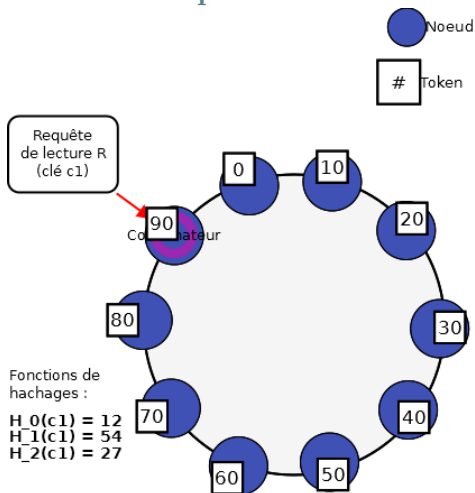
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



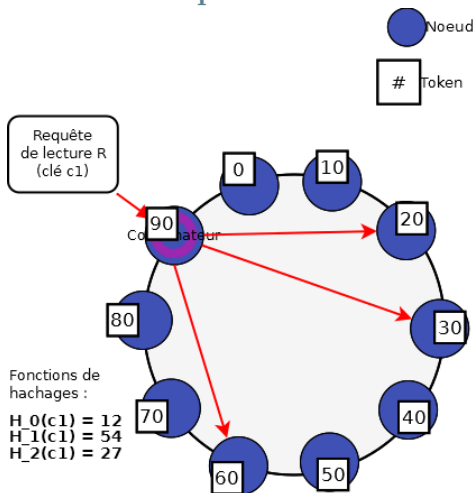
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



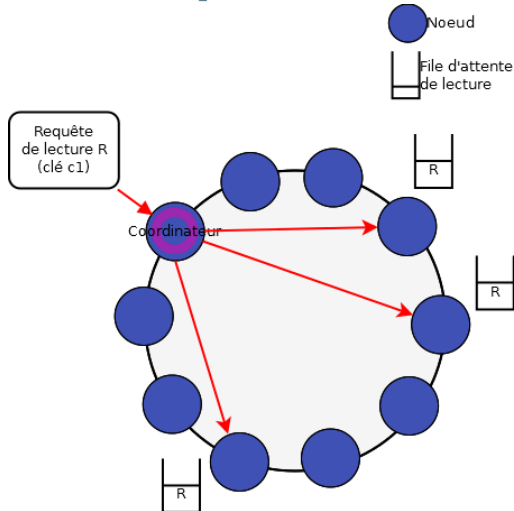
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



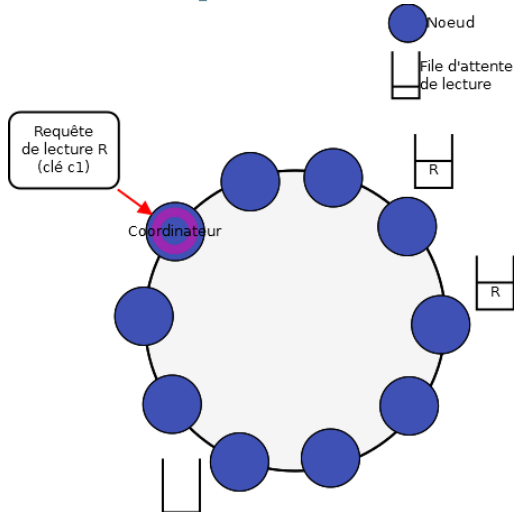
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



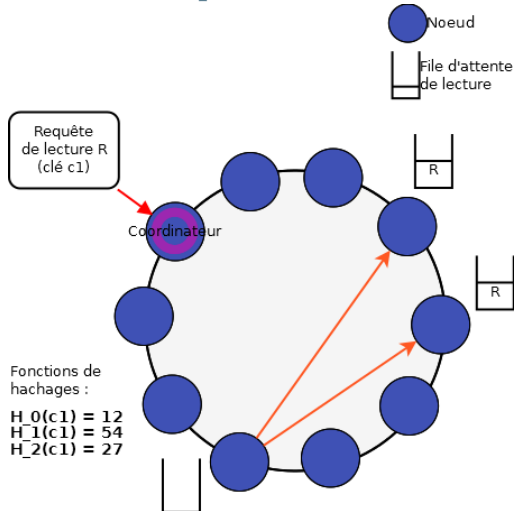
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



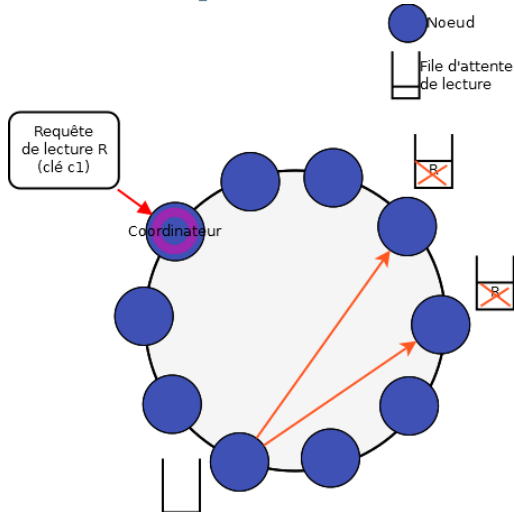
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



# Fonctionnement du projet

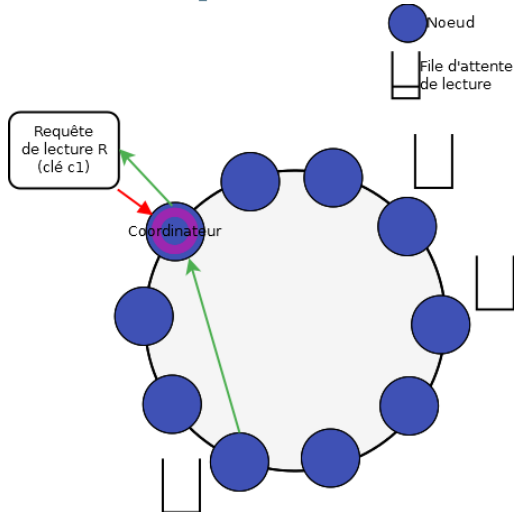
## Requête de lecture





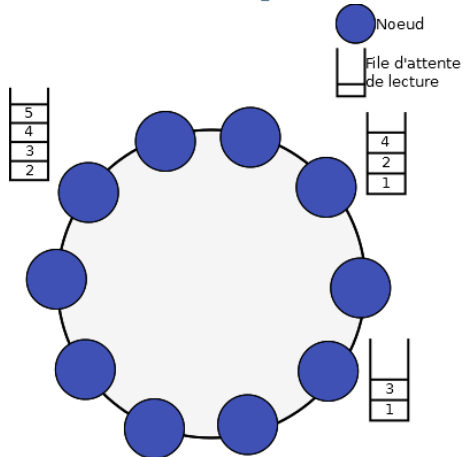
# Fonctionnement du projet

## Requête de lecture



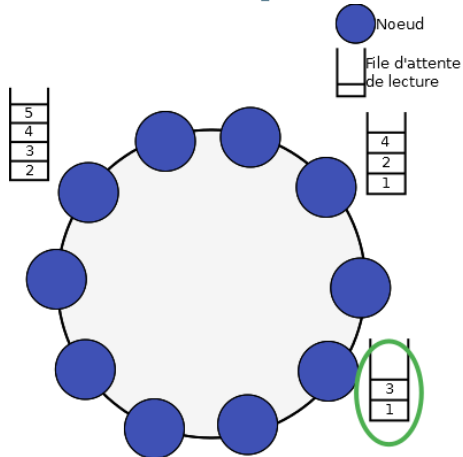
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



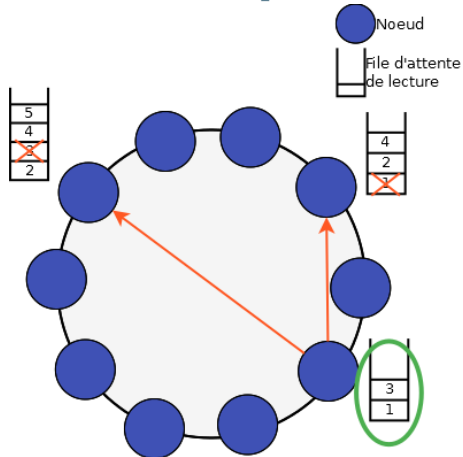
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



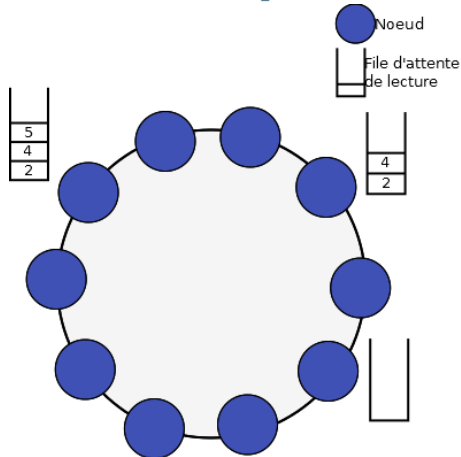
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



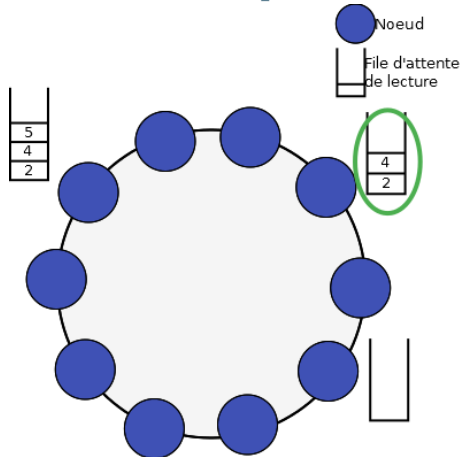
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



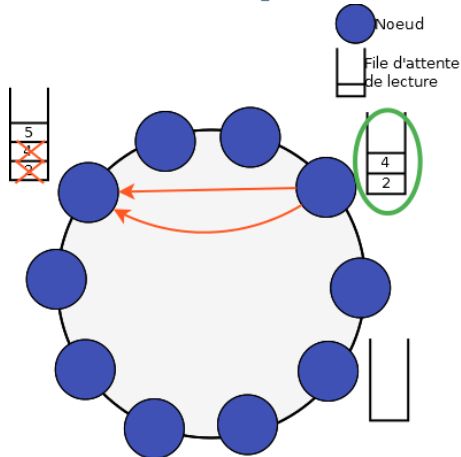
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



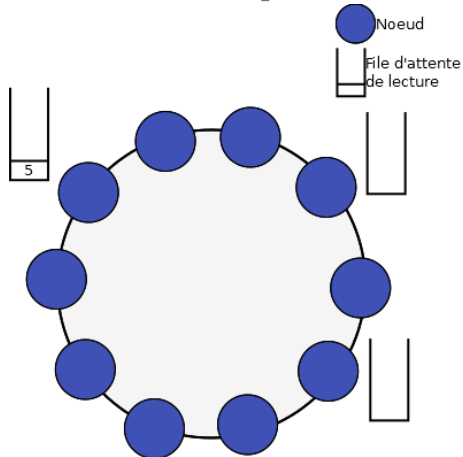
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



# Fonctionnement du projet

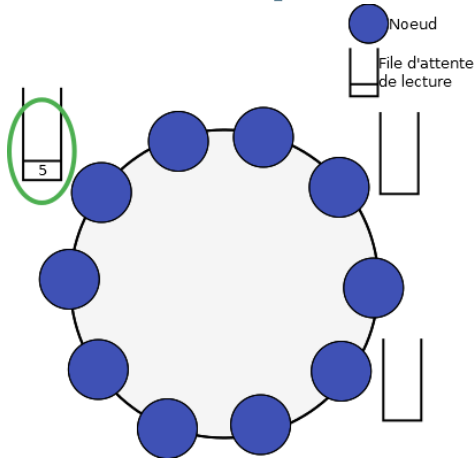
## Réaffectation des requêtes de lecture





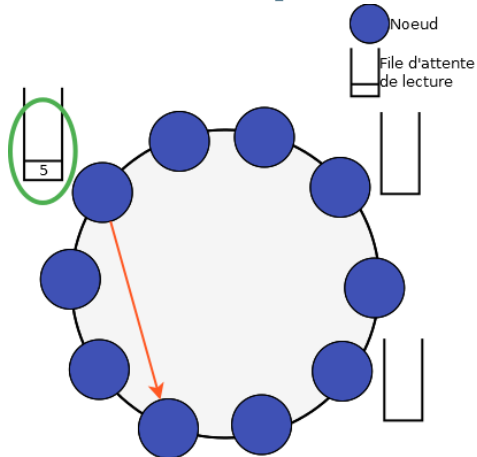
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



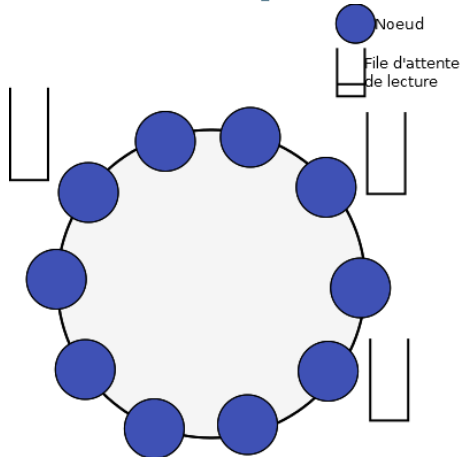
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



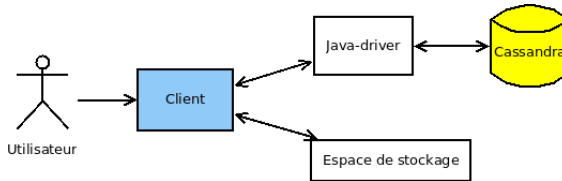
# Fonctionnement du projet

## Réaffectation des requêtes de lecture



# Fonctionnement du projet

## Application cliente



- Communication avec Cassandra
- Evaluation des performances des algorithmes d'équilibrage de charge

# Fonctionnement du projet

## Application cliente

### Initialisation

- Connexion à la base de données
- Choix du keyspace

### Console

L'utilisateur saisie la commande qu'il souhaite exécuter, notamment :

- Changement de keyspace
- Création de jeu de données
- Exécution d'un générateur de requêtes

# Axes de développement

- Base de données (*Cassandra*)
  - Gestion des requêtes
  - Gestion de la réplication
- Application cliente (*Driver Java Cassandra*)
- Visualisation (*Graphite*)

# Base de données Cassandra



Originellement créée et développée par **Facebook** en 2008 (maintenant un projet de la **Fondation Apache**), elle possède comme caractéristique d'être :

- NoSQL, orientée colonnes
- Open-source (licence Apache 2)
- Écrite en Java
- Décentralisée

# Le choix de Cassandra



- Open-source
- Développement actif
- Proche du projet à réaliser
- Connaissances dans l'équipe

**Solutions alternatives** : HBase, CouchBase, CouchDB, from scratch...



# Fonctionnement de Cassandra

## Gestion des requêtes : affectation

### De base

- Envoi des requêtes de lecture pour certains noeuds
- Renvoi donnée complète pour une requête, *digest* pour les autres
- Suppression de requête de lecture **impossible**

### Modifié

- ✓ Envoi des requêtes de lecture pour **tous** les noeuds
- ✓ Renvoi donnée complète pour **toutes** les requêtes
- ✓ Suppression de requête de lecture **possible**

# Fonctionnement de Cassandra

## Gestion des requêtes : réaffectation

### De base

- Système **inexistant**

### Modifié

- ✓ Compteur de requêtes assignées
- ✗ Algorithmes d'assignation
- ✗ Assignation

# Fonctionnement de Cassandra

## Gestion de la réplication

### De base

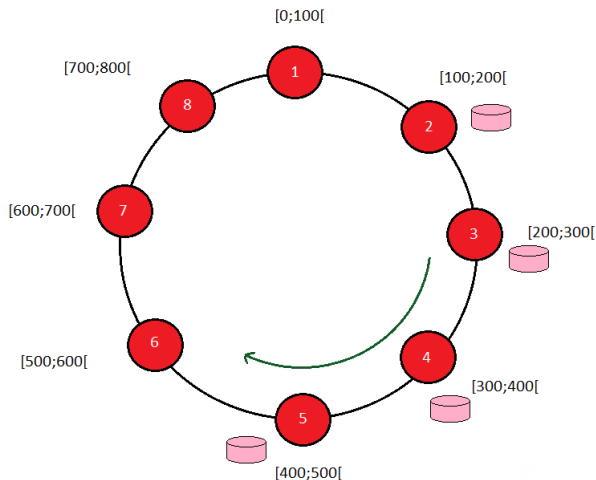
- Placement des copies d'un objet sur les noeuds suivant dans l'ordre du cercle

### Modifié

- ✓ Placement des copies suivant différentes fonctions de hachages

# Fonctionnement de Cassandra

## Stratégie de réplication de base



# Fonctionnement de Cassandra

## Gestion de la popularité ✖

### Paramètres

$r$  = Nombre de requêtes total effectuées durant l'intervalle de temps  $T$  ;

$n$  = Nombre de noeuds dans le réseau ;

$p$  = Popularité d'un objet ;

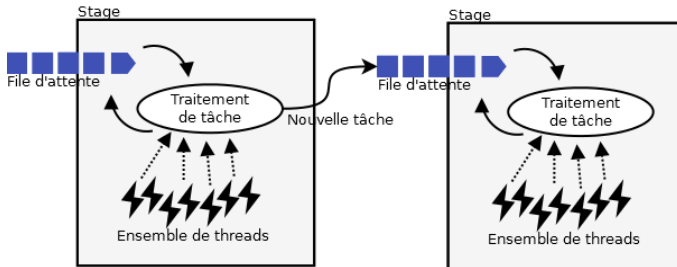
$k$  = Nombre de copies de l'objet.

- Augmenter le nombre de copies si  $2 \times \frac{r}{n} \geq \frac{p}{k}$  vraie.
- Diminuer le nombre de copies si  $\frac{r}{2n} \leq \frac{p}{k}$  vraie.

# Architecture de Cassandra

## Staged event-driven architecture (SEDA)

- **Stage** → emplacement pour réaliser des tâches
  - **File d'attente** → messages de tâches à traiter
  - **Threads** → exécuteurs de tâches



# Architecture de Cassandra

## Staged event-driven architecture (SEDA)

- **Stage** → emplacement pour réaliser des tâches
  - **File d'attente** → messages de tâches à traiter
  - **Threads** → exécuteurs de tâches

Stages présents dans Cassandra :

- READ
- **READ\_REMOVE**
- MUTATION
- GOSSIP
- ...

# Point technique : Réplication

| Solution initiale |             | Solution implémentée |                |
|-------------------|-------------|----------------------|----------------|
| Donnée n° 1       | Donnée n° 2 | Donnée n° 1          | Donnée n° 2    |
| $H_0(c1)$         | $H_0(c2)$   | $H_0(c1)$            | $H_0(c2)$      |
| 1er réplica       |             |                      |                |
| $H_1(c1)$         | $H_1(c2)$   | $H_1(H_0(c1))$       | $H_1(H_0(c2))$ |
| 2nd réplica       |             |                      |                |
| $H_2(c1)$         | $H_2(c2)$   | $H_2(H_0(c1))$       | $H_2(H_0(c2))$ |



# Application cliente

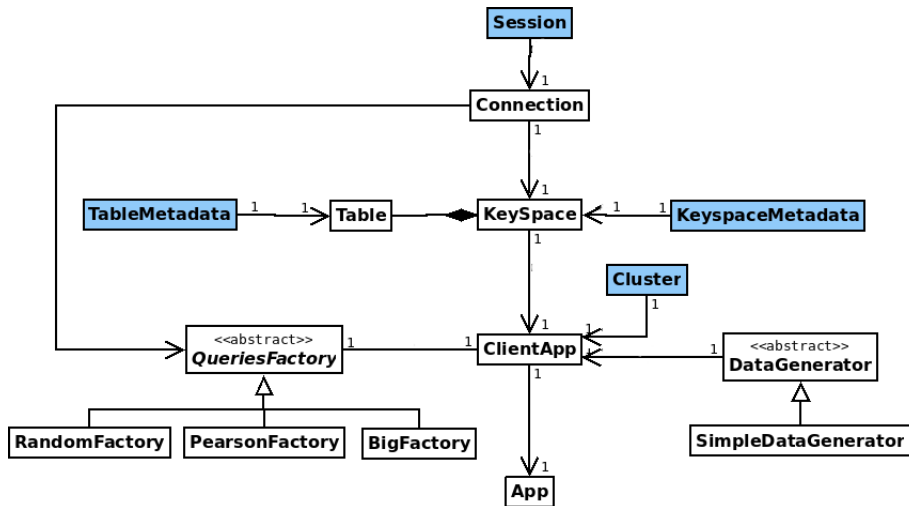
## Technologies employées

- Développé en Java
- Utilisation d'un pilote informatique

## Pilote utilisé

- DataStax Java Driver 2.0
- Développé par l'entreprise DataStax
- Communication avec la base de données Cassandra

# Architecture du client



# Fonctionnement du client

```
[guillaume@t client]$ java -jar target/client-0.9.jar
Simulassandra Client
Please, enter the host address :127.0.0.1
Checking if 127.0.0.1 host is reachable.
Connected to clustersimul
Datacenter: datacenter1; Host: /127.0.0.1; Rack: rack1
Datacenter: datacenter1; Host: /127.0.0.3; Rack: rack1
Datacenter: datacenter1; Host: /127.0.0.2; Rack: rack1
Datacenter: datacenter1; Host: /127.0.0.5; Rack: rack1
Datacenter: datacenter1; Host: /127.0.0.4; Rack: rack1
Please, enter the keyspace name :test
You are now using keyspace test
```

```
> help
```

```
Lists of commands available :
```

```
- help : show this list
- import <file> : execute cql queries written in the file
- switchks <ks> : switch to keyspace ks
- queries <qf> <s> <ns> <nq> : execute queries generated by the seed s on the current keyspace
with the queries factory <qf>. <ns> is the number of simulation, <nq> the number of queries in each simulation.
- showksdata : show current keyspace metadata
- lstable : list tables available in the current keyspace
- showtabledata <t> : show table t metadata
- createdatafile <file> <nb_tables> <nb_rows> <data_length>
Create or write in file <file> CQL queries to create <nb_tables> with <nb_rows>.
- quit : quitter le programme
```

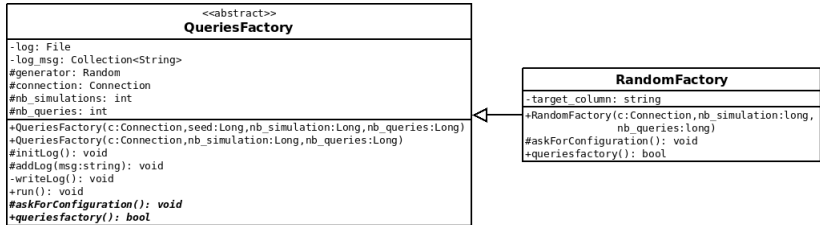
```
> queries RandomFactory 333 5 10
```

```
Target column : key
```

```
Starting quering.
```

```
End (166ms).
```

# Générateur de requêtes



## Personnalisable

- Possibilité d'ajouter des générateurs de requêtes
- Choix du générateur

queries NomGenerateur <seed> <nb\_simulations>  
<nb\_requetes>

# Tests

## Sur l'application cliente

### Tests

- Tests unitaires
- Tests fonctionnels réalisés à la main

### Améliorations souhaitées

- Tests fonctionnels automatisés avec Cassandra
- Tests unitaires

# Tests

## Sur Cassandra

### Environnement

- Les tests de mesures de performances se déroulent dans un réseau d'Amazon EC2 de 10 noeuds (machines dans le cloud) louées par le client.
- La base de données est composée de 10 000 objets de taille unique.

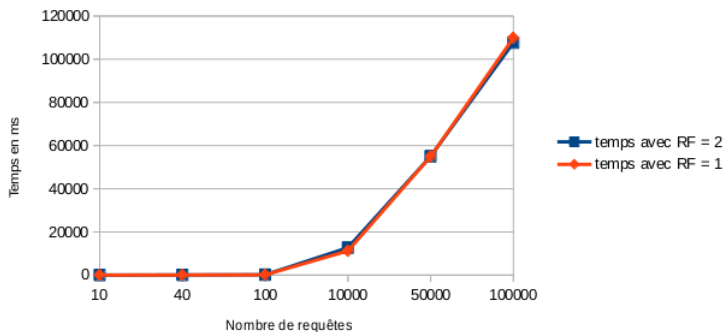
### Dénomination

- RF = nombre de copies + donnée originale
- petits objets = un texte généré aléatoirement de 10 Ko
- gros objets = un texte généré aléatoirement de 1 Mo

# Tests

## Sur Cassandra modifiée

Temps d'exécution sur 10 000 objets de taille 10 Ko en fonction du nombre de requêtes

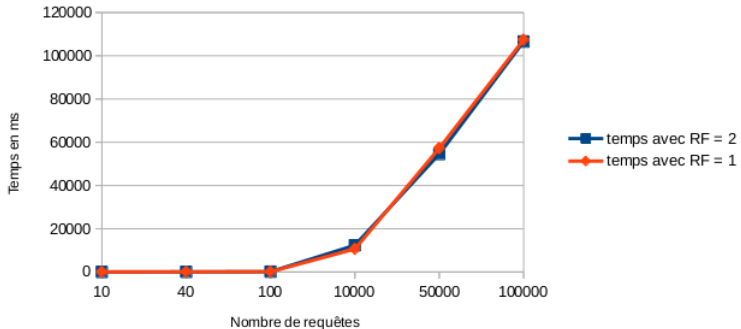


**Gain : 2.4% avec 100 000 requêtes = pas exhaustif**

# Tests

## Sur Cassandra non modifiée

Temps d'exécution sur 10 000 objets de 10 Ko en fonction du nombre de requêtes



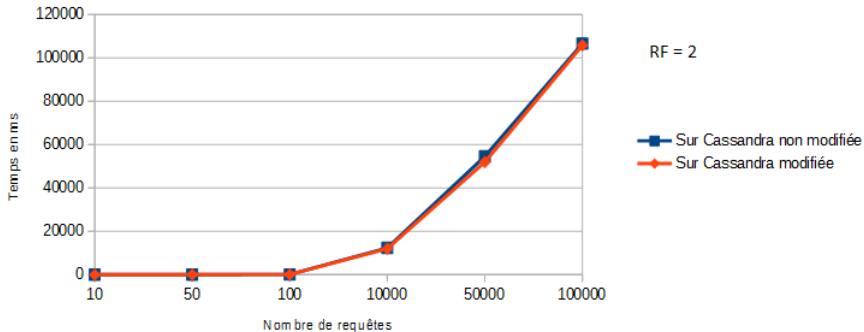
**Gain : 0.77% avec 100 000 requêtes = pas exhaustif**



# Tests

## Cassandra modifiée vs Cassandra non modifiée

Temps d'exécution sur 10 000 objets de 10 Ko en fonction du nombre de requêtes

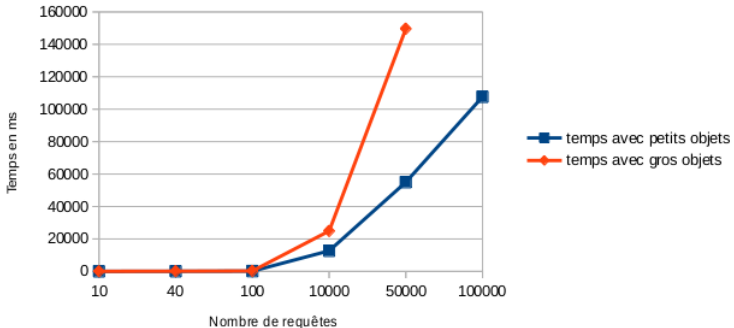


**Gain : 0.73% avec 100 000 requêtes = Trop petits objets ?**

# Tests

## Sur Cassandra modifiée

Temps d'exécution sur 10 000 objets avec RF = 2 en fonction du nombre de requêtes



**Écart : 187% avec 50 000 requêtes = Refaire les tests sur de gros objets**

# Perspectives

## Cassandra

- Gestion des requêtes
  - Algorithmes de réaffectation SVLO et AverageDegree
- Gestion de la popularité
- Tests unitaires poussés

## Application client

- Meilleure ergonomie
- Amélioration des tests

## Visualisation

- Véritable logiciel de vue de performance
- Performance du réseau

*Questions ?*