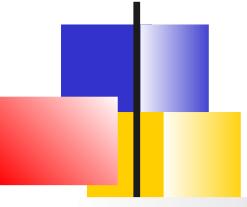


Spring / Kafka

David THIBAU - 2023

david.thibau@gmail.com



Agenda

Spring cœur et Spring Boot

- Rappels SpringCoeur et principales annotations
- L'accélérateur SpringBoot
- Principaux starters
- Développer avec SpringBoot

Interactions entre services Spring

- Modèles d'interaction entre service
- Modèle RestFul
- Modèles asynchrones, le rôle d'un message Broker
- Gérer les évolutions d'API

Introduction à Kafka

- Le projet Kafka
- Concepts cœur de Kafka, Architecture
- Les différents cas d'usage de Kafka

Cluster Kafka

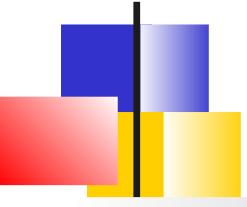
- Nœuds du cluster
- Kraft
- Distribution, installation et configuration
- Utilitaires Kafka
- Outils graphiques d'administration

Apache Kafka et ses APIs

- Les APIs Kafka
- Producer API
- Consumer API
-
- Autres APIS, KafkaAdmin et KafkaStream

Configuration Cluster et topics

- Stockage réplication des partitions
- Configuration pour les différentes garanties de livraison : At Most Once, At Least Once, Exactly Once
- Configuration pour la latence et le débit
- Configuration de la rétention
- Configuration de quotas



Agenda (2)

Spring Kafka

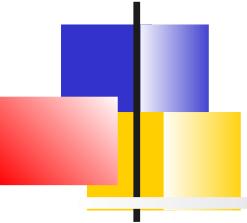
- Introduction
- Production de messages
- Consommation de messages
- Transaction et sémantique Exactly Once
- Sérialisation / Désérialisation
- Traitement des Exceptions
- Avro et des schema registry

Sécurité Kafka

- Configuration des listeners
- SSL/TLS
- Authentification via SASL, oAuth2
- ACL

Sécurité Spring

- Rappels Spring Security
- Support pour oAuth2
- Spring Kafka et Jaas



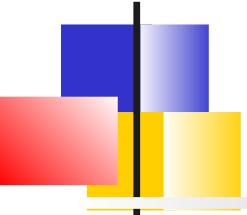
Spring cœur et Spring Boot

Rappels Spring Cœur et annotations

L'accélérateur SpringBoot

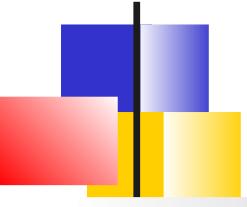
Principaux starters

Développer avec SpringBoot



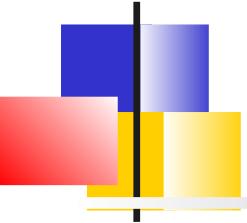
IoC et framework

- ❖ Spring s'appuie sur le pattern ***IoC (Inversion Of Control)*** :
Ce n'est plus le code du développeur qui a le contrôle de l'exécution mais Spring
- ❖ Le framework est alors responsable d'instancier les objets, d'appeler les méthodes, de libérer les objets, etc..
=> Le code du développeur est réduit au code métier. Les services techniques transverses sont pris en charge par le framework.



Injection de dépendances

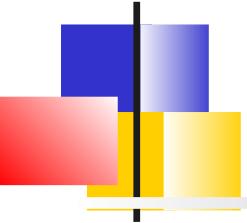
- ❖ L'**injection de dépendance** est une spécialisation du pattern *IoC*
 - Lors de la construction des objets, le framework doit initialiser leurs attributs et en particulier les objets collaborateurs, i.e les dépendances
- ❖ En définissant les dépendances comme des interfaces, on peut définir différentes configurations injectant différentes implémentations
 - Le code devient très évolutif, très testable, adaptable à un environnement particulier (Test, Dév, Prod, ...)



Illustration

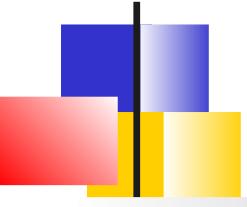
```
public interface MovieService {  
    List<Movie> findAll();  
}  
  
---  
  
@Controller  
public class MovieController {  
    private MovieService movieService ;  
    // Injection de dépendance par constructeur  
    public MovieController(MovieService movieService) {  
        this.movieService = movieService  
    }  
    public List<Movie> moviesDirectedBy(String director) {  
        List<Movie> allMovies = movieService.findAll();  
        return allMovies.stream()  
            .filter(m -> !m.getDirector().equals(director))  
            .collect(Collectors.toList()) ;  
    }  
}
```

- ❖ La classe contrôleur ne dépend que de l'interface *MovieService*.
- ❖ Une configuration particulière Spring indiquera l'implémentation à utiliser pour *MovieService*



Configuration du framework

- ❖ Différents moyens pour configurer le framework :
 - Fichiers de configuration XML
Legacy, toujours supporté peut être intéressant dans certains cas
 - Classes de configuration et annotations Java
Depuis Java5, Technique plus souple pour le développeur
 - Appliquer automatiquement des configurations par défaut
C'est le cas de SpringBoot

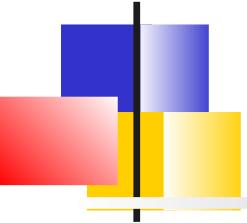


ApplicationContext

Quelque soit le moyen utiliser pour configurer Spring, à la fin de l'intialisation, Spring créé une classe ***ApplicationContext*** qui regroupe toutes les configurations des beans et qui permet de les instancier.

ApplicationContext expose des méthodes intéressantes (pour le debug généralement)

- *getBeanDefinitionNames()* : Récupérer tous les noms des bean de l'application
- *getBean(Class<T> requiredType)* : Récupérer un bean à partir d'un type
- *getBean(String name)* : Récupérer un bean à partir de son nom
- ...



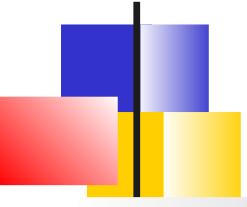
Classes de configuration

@Configuration annote les classes pouvant instancier des beans

- Les méthodes annotées par **@Bean** sont exécutées lors de l'initialisation du framework
- Technique utilisée pour les beans *techniques*

@Configuration

```
public class JdbcConfig {  
    @Bean  
    DataSource datasource() {  
        DriverManagerDataSource ds = new DriverManagerDataSource();  
        ...  
        return ds;  
    }  
}
```



Attributs de @Bean

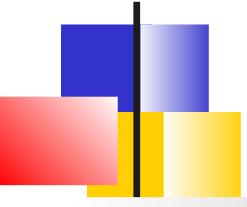
@Bean définit 3 attributs :

name : les alias du bean

init-method : Méthode appelée après l'initialisation du bean par Spring

destroy-method : Méthode appelée avant la destruction du bean par Spring

```
@Configuration
public class AppConfig {
    @Bean(name={"foo", "super-foo"}, initMethod = "init")
    public Foo foo() {
        return new Foo();
    }
    @Bean(destroyMethod = "cleanup")
    public Bar bar() {
        return new Bar();
    }
}
```

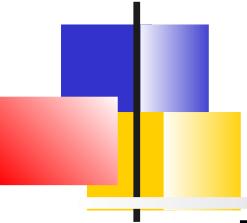


Annotations *@Enable*

Les classes *@Configuration* sont utilisées pour configurer des ressources externes au métier (une base de données, les beans techniques du framework, ...)

Pour faciliter la configuration, Spring fournit des annotations ***@Enable*** qui appliquent une configuration par défaut

- ***@EnableWebMvc*** : Configuration Spring MVC dans une application
- ***@EnableCaching*** : Permet d'utiliser les annotations *@Cachable*, ...
- ***@EnableScheduling*** : Permet d'utiliser les annotations *@Scheduled*
- ***@EnableJpaRepositories*** : Permet de scanner les classe Repository
- ...

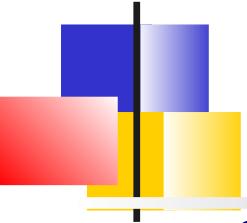


@Component et stereotypes

L'annotation ***@Component***, placée sur la classe permet de définir des beans métier.

D'autres annotations appelées stéréotypes servent à classifier les beans métier et éventuellement à leur ajouter des comportements génériques.

- ***@Repository***,
- ***@Service***
- ***@Controller*** et ***@RestController*** pour la couche web



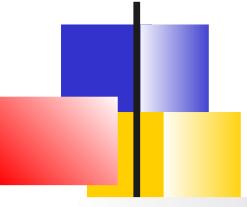
Exemple

@Controller

```
public class MovieController {  
    private MovieService movieService;  
  
    public MovieController(MovieService movieService) {  
        this.movieService = movieService;  
    }  
}
```

@Service

```
public class JpaMovieService implements MovieService {  
    ...  
}
```

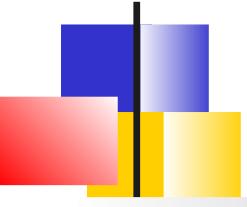


Cycles de vie

Les beans peuvent avoir 3 cycles de vie (ou scope) définis par l'annotation `@Scope`:

- **Singleton (Défaut)**: Une seule instance de l'objet (qui est donc partagé).
Idéal pour des beans « stateless ».
=> C'est l'écrasante majorité des cas.
- **Prototype** : Une nouvelle instance à chaque utilisation.
=> Quasiment Jamais
- **Custom object “scopes”** : Cycle de vie synchronisé avec d'autre objets,
comme une requête HTTP, une session http, une transaction BD
=> Certains beans fournis par Spring. Ex : *EntityManager*

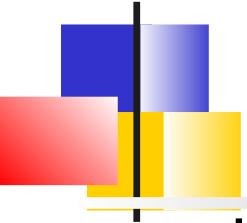
```
@Scope("prototype")
@Repository
public class MovieFinderImpl implements MovieFinder {
// ...
}
```



Méthodes de call-back

Spring supporte les annotations de call-back **@PostConstruct** et **@PreDestroy**

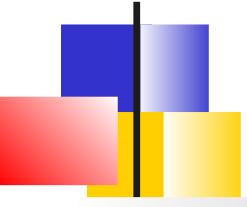
```
@Component
public class CachingMovieLister {
    @PostConstruct
    public void populateMovieCache() {
        // Initialisation après construction...
    }
    @PreDestroy
    public void clearMovieCache() {
        // Nettoyage avant destruction...
    }
}
```



@ComponentScan

La recherche des annotations est généralement déclenché via **@ComponentScan** placée sur une classe **@Configuration**

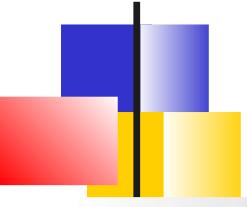
```
@Configuration  
@ComponentScan(basePackages = "org.example")  
public class AppConfig {  
    ...  
}  
...  
public static void main(String[] args) {  
    ApplicationContext ctx =  
        new AnnotationConfigApplicationContext(AppConfig.class);  
    ...  
}
```



Injection de dépendances

Pour initialiser les dépendances, Spring peut s'appuyer sur :

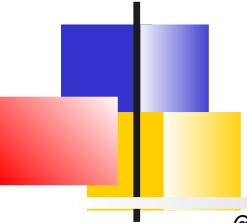
- Le **type** de l'attribut (généralement une interface)
- Le **nom** du bean.
Chaque bean instancié ayant 1 ou plusieurs noms (les alias)



@Autowired

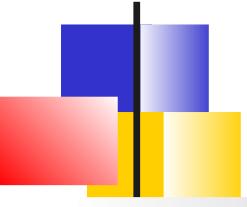
L'annotation par type peut s'effectuer via **@Autowired** qui peut se placer à de nombreux endroits :

- Déclaration d'attributs, arguments de constructeur, méthodes arbitraires...
- **@Autowired** a un attribut supplémentaire *required*, (*true* par défaut)



Exemples

```
@Controller  
public class MovieController {  
    @Autowired  
    private MovieService movieService;  
    ...  
}  
...  
public class MovieRecommender {  
    private MovieCatalog movieCatalog;  
    private CustomerPreferenceDao customerPreferenceDao;  
  
    @Autowired  
    public void prepare(MovieCatalog mCatalog, CustomerPreferenceDao cPD) {  
        this.movieCatalog = mCatalog;  
        this.customerPreferenceDao = cPD;  
    }  
    // ...  
}
```



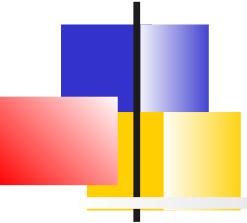
Injection implicite

Dans les dernières versions de Spring,
l'annotation `@Autowired` peut disparaître :

- Si la dépendance est présent comme argument de constructeur
- En général, l'attribut est déclaré comme ***final***

=> C'est ce qu'on appelle l'injection implicite¹, c'est une implémentation par type

1. On retrouve la même idée dans le framework Angular

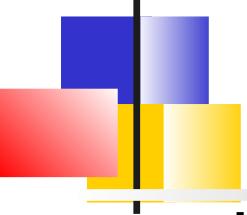


Injection implicite

```
@Controller
public class MovieController {
    private final MovieService movieService ;

    public MovieLister(MovieService movieService) {
        this.movieService = movieService ;
    }

    public List<Movie> moviesDirectedBy(String arg) {
        List<Movie> allMovies = movieService.findAll();
        List<Movie> ret = new ArrayList<Movie>() ;
        for (Movie movie : allMovies ) {
            if (!movie.getDirector().equals(arg))
                ret.add(movie);
        }
        return ret;
    }
}
```



Exceptions dues à l'injection par type

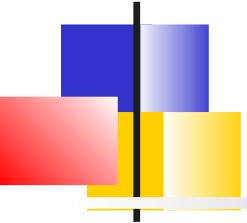
L'injection par type peut provoquer des exceptions au démarrage de Spring.

- Cas 1 : Spring n'arrive pas à trouver de définitions de Beans correspondant au type :

`UnsatisfiedDependencyException,
No qualifying bean of type '' available:
expected at least 1 bean which qualifies as autowire candidate.`

- Cas 2 : Spring trouve plusieurs Beans du type demandé

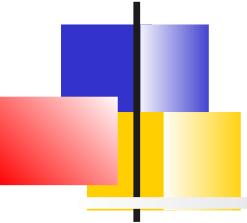
`UnsatisfiedDependencyException,
No qualifying bean of type '' available:
expected single matching bean but found 2.`



`@Resource`

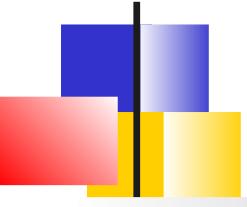
`@Resource` et **`@Qualifier`** permettent d'injecter un bean par son nom.

- L'annotation prend l'attribut **`name`** qui doit indiquer le nom du bean
- Si l'attribut `name` n'est pas précisé, le nom du bean à injecter correspond au nom de la propriété



Exemples

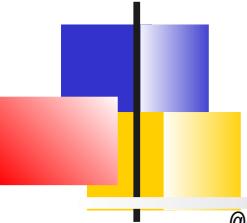
```
public class MovieRecommender {  
  
    @Resource(name="myPreferenceDao")  
    private CustomerPreferenceDao cpDao;  
  
    // Le nom du bean recherché est "context"  
    @Resource  
    private ApplicationContext context;  
  
    // Plusieurs beans implémentent Formatter  
    @Autowired  
    @Qualifier("fooFormatter")  
    private Formatter formatter;  
  
    public MovieRecommender() {  
    }  
    // ...  
}
```



Propriétés de configuration

Spring permet également d'injecter de simples valeurs (String, entiers, etc.) dans les attributs des beans via des annotations :

- **@PropertySource** permet d'indiquer un fichier *.properties* permettant de charger des valeurs de configuration (clés/valeurs)
- **@Value** permet d'initialiser les propriétés des beans avec une expression **SpEL** référençant une clé de configuration

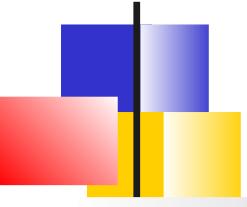


Exemple

```
@Configuration
@PropertySource("classpath:/com/myco/app.properties")
public class AppConfig {

    @Value("${my.property:0}") // Le fichier app.properties définit la valeur de la clé "my.property"
    Integer myIntProperty ;
    @Autowired
    Environment env;

    @Bean
    public static PropertySourcesPlaceholderConfigurer properties() {
        return new PropertySourcesPlaceholderConfigurer();
    }
    @Bean
    public TestBean testBean() {
        TestBean testBean = new TestBean();
        testBean.setIntProperty(myIntProperty) ;
        testBean.setName(env.getProperty("testbean.name")); // app.properties définit "testbean.name"
        return testBean;
    }
}
```

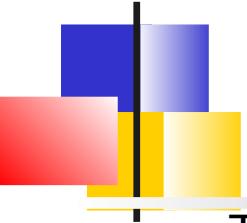


Profils

Les **profils** permettent d'appliquer des configurations différentes dans le même projet.

Ils ont une influence :

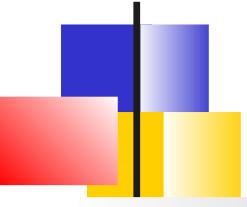
- Sur les beans instanciés.
Certains beans ne sont instanciés que si leur profil est activé
- Sur les valeurs des propriétés.
Différentes valeurs peuvent être définies en fonction des profils



Annotations utilisant les profils

Tout `@Component` ou `@Configuration` peut être marqué avec `@Profile` pour limiter son chargement

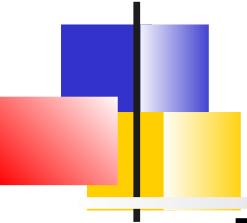
```
@Configuration  
{@Profile("production")  
@PropertySource("classpath:/com/myco/app-prod.properties")  
public class ProductionConfiguration {  
  
    // ...  
  
}  
  
@Service  
{@Profile("kafka")  
public class MyKafkaServiceImpl implements MyService {  
  
    // ...  
  
}}
```



Environment

L'interface *Environment* est une abstraction modélisant 2 aspects :

- Les **propriétés** : Ce sont des propriétés de configuration des beans.
Ils proviennent des fichier *.properties*, d'argument de commande en ligne ou autre ...
- Les **profils activés** : Groupes nommés de Beans, les beans sont enregistrés seulement si le profil est activé au démarrage



Activation d'un profil

Programmatiquement :

```
AnnotationConfigApplicationContext ctx = new AnnotationConfigApplicationContext();
ctx.getEnvironment(). setActiveProfiles("development");
ctx.register(SomeConfig.class, StandaloneDataConfig.class, JndiDataConfig.class);
ctx.refresh()
```

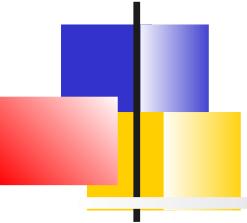
Ligne de commande :

Propriété Java

```
java -jar myJar -Dspring.profiles.active="profile1,profile2"
```

Argument SpringBoot

```
java -jar myJar --spring.profiles.active="profile1"
```



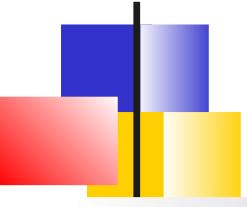
Spring cœur et Spring Boot

Rappels Spring Coeur et annotations

L'accélérateur SpringBoot

Principaux starters

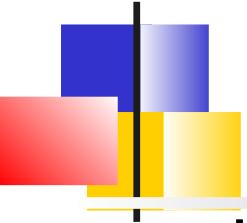
Développer avec SpringBoot



Introduction

Spring Boot a été conçu pour **simplifier le démarrage** et le développement de nouvelles applications Spring

- ne nécessite aucune configuration prélatable :
Dès la première ligne de code, on a une application fonctionnelle
- => Offrir une expérience de développement simplifiant à l'extrême l'utilisation des technologies existantes



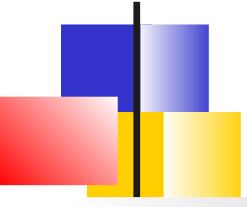
Auto-configuration

Le concept principal de *SpringBoot* est l'**auto-configuration**

SpringBoot est capable de détecter la nature de l'application et de configurer les beans Spring nécessaires

- Permet de démarrer rapidement avec une configuration par défaut puis de graduellement surcharger la configuration par défaut pour les besoins de l'application

Les mécanismes sont différents en fonction du langage : Groovy, Java ou Kotlin

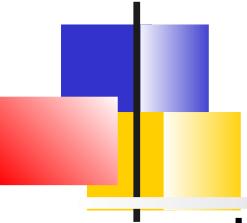


Auto-configuration (Java)

En fonction des librairies présentes au moment de l'exécution, Spring Boot crée tous les beans techniques nécessaires avec une configuration par défaut.

- Par exemple, si il s'aperçoit que des librairies Web sont présentes, il démarre un serveur Tomcat embarqué sur le port 8080 et applique la configuration par défaut de Spring MVC ou Spring Webflux
- Si il s'aperçoit que le driver H2 est dans le classpath, il crée automatiquement un pool de connexions vers la base
- Etc...

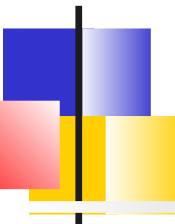
=> Le projet est donc exécutable avec le minimum de configuration préalable



Personnalisation de la configuration

La configuration par défaut peut être surchargée par différent moyens

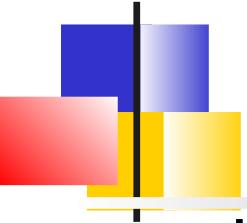
- Les propriétés de configuration qui modifient les valeurs par défaut des beans techniques via :
 - Des **variables d'environnement**
 - Des **arguments de la ligne de commande**
 - Des **fichiers de configuration externe** (*.properties* ou *.yml*). Différents fichiers peuvent être activés en fonction de profils
- Avec des classes de configuration redéfinissant les beans par défaut
- Du code en utilisant des **classes spécifiques du framework** (exemple classes **Configurer*)



Autres apports de SpringBoot

En dehors de l'auto-configuration, SpringBoot offre d'autres bénéfices pour les développeurs :

- Simplification de la gestion des dépendances vers les librairies OpenSource via les **starters**
- Assistant de création de projet avec **SpringInitializer**
- Point central de la configuration des propriétés avec ***application.properties/yml***
- Plugins pour les **IDEs** (SpringTools suite ou autre)
- Plugins pour les **outils de build** (Gradle et Maven)



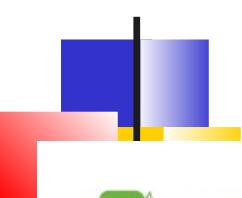
Gestion des dépendances

La gestion des dépendances est simplifiée grâce aux **starters**.

Ce sont des groupes de dépendances permettant d'intégrer une technologie ou apportant une fonctionnalité qui sont déclarés dans le fichier de build

=> Pour les développeurs, ce mécanisme simplifie à l'extrême la gestion des versions des dépendances.

Plus qu'un seul numéro de version à gérer : Celui de SpringBoot



https://start.spring.io/



Project
 Gradle - Groovy Gradle - Kotlin
 Maven

Language
 Java Kotlin Groovy

Spring Boot
 3.2.0 (SNAPSHOT) 3.2.0 (M1) 3.1.3 (SNAPSHOT) 3.1.2
 3.0.10 (SNAPSHOT) 3.0.9 2.7.15 (SNAPSHOT) 2.7.14

Project Metadata

Group	org.formation
Artifact	demo
Name	demo
Description	Demo project for Spring Boot
Package name	org.formation.demo
Packaging	<input checked="" type="radio"/> Jar <input type="radio"/> War
Java	<input type="radio"/> 20 <input checked="" type="radio"/> 17 <input type="radio"/> 11 <input type="radio"/> 8

Dependencies

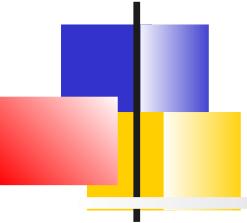
ADD DEPENDENCIES... CTRL + B

Spring Reactive Web WEB

Build reactive web applications with Spring WebFlux and Netty.

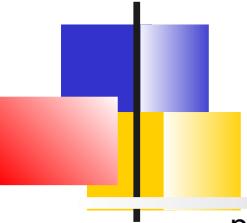
Spring for Apache Kafka MESSAGING

Publish, subscribe, store, and process streams of records.



Fichiers générés par l'assistant

- *.gitignore, Help.md*
- Scripts de build (Maven ou gradle)
- Classe de démarrage de SpringBoot (*src/main/java*)
- Classe de test de la configuration (*src/test/java*)
- Fichier de configuration des propriétés (*src/main/resources*)



Exemple Gradle

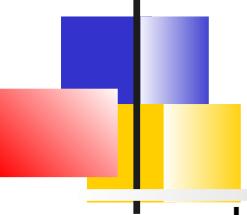
```
plugins {
    id 'java'
    id 'org.springframework.boot' version '3.1.2'
    id 'io.spring.dependency-management' version '1.1.2'
}

group = 'org.formation'
version = '0.0.1-SNAPSHOT'

java {
    sourceCompatibility = '17'
}

repositories { mavenCentral() }

dependencies {
    implementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-webflux'
    implementation 'org.springframework.kafka:spring-kafka'
    testImplementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-test'
    testImplementation 'io.projectreactor:reactor-test'
    testImplementation 'org.springframework.kafka:spring-kafka-test'
}
tasks.named('test') { useJUnitPlatform()
```



Plug-in Maven/Gradle de SpringBoot

L'initializer crée des scripts (***mvnw*** ou ***gradlew***) pour les environnements Linux et Windows.

- Ce sont des wrappers de l'outil de build garantissant que tous les développeurs utilisent la même version de l'outil de build.

La commande la + importante dans un contexte Maven :

./mvnw clean package

=> Génère un *fat-jar*

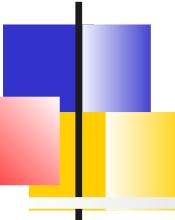
L'application peut alors être démarrée en ligne de commande par :

java -jar target/myAppli.jar

Avec gradle :

`gradle build`

`java -jar build/libs/mymodule-0.0.1-SNAPSHOT.jar`



Autres tâches de build

Packager une image OCI :

spring-boot:build-image

Exécuter l'application

spring-boot:run

Exécuter avec le classpath de tes

spring-boot:test-run

Construire une image native

package -Pnative

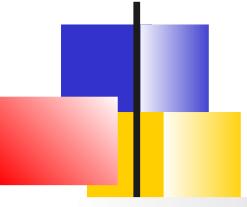
Exécuter des tests d'intégration

spring-boot:start

spring-boot:stop

Renseigner le endpoint `/actuator/info` avec les informations de build

spring-boot:build-info



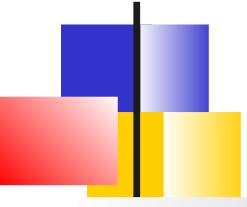
Classe de démarrage

La classe de démarrage est annotée via **@SpringBootApplication**, annotation qui englobe :

- **@Configuration**
- **@ComponentScan** : Scan des annotations dans les sous-packages
- **@EnableAutoConfiguration** : Activation du mécanisme d'auto-configuration de SpringBoot

```
@SpringBootApplication
public class DemoApplication {

    public static void main(String[] args) {
        // Création du contexte Spring
        SpringApplication.run(DemoApplication.class, args);
    }
}
```



Classe de test

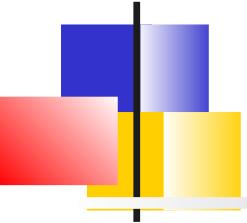
La classe de test est annotée via

@SpringBootTest :

- Permet de créer le contexte Spring avant le test
junit5

```
@SpringBootTest
class DemoApplicationTests {

    @Test
    void contextLoads() {
        // Si le test passe, la configuration SpringBoot est OK
    }
}
```

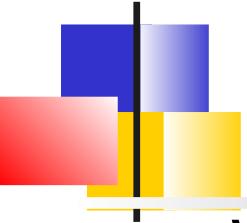


Spring cœur et Spring Boot

Rappels Spring Coeur et annotations
L'accélérateur SpringBoot

Principaux starters

Développer avec SpringBoot



Starters les + importants

Web

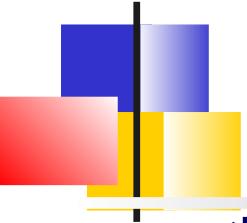
***-web** : Application web ou API REST

***-reactive-web** : Application web ou API REST en mode réactif

Cœurs :

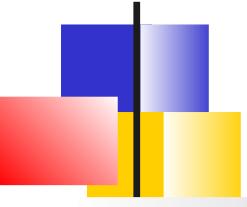
***-logging** : Utilisation de logback (Tjs présent)

***-test** : Test avec Junit, Hamcrest et Mockito (Tjs présent)



Starters développement

- *-devtools** : Fonctionnalités pour le développement
- *-lombok** : Simplification du code Java
- *-configuration-processor** : Complétion des propriétés de configuration applicatives disponibles dans l'IDE
- *-docker-compose** : Support pour démarrer les services de support via docker-compose (BD, Kafka, etc..)
- *-graalvm-native** : Support pour construire des images natives
- *-modulith** : Support pour construire des applications monolithes modulaires



Sécurité

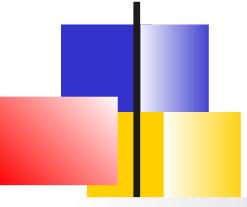
***-security** : Spring Security, sécurisation des URLs et des services métier

***-oauth2-client** : Pour obtenir un jeton oAuth d'un serveur d'autorisation

***-oauth2-resource-server** : Sécurisation des URLs via oAuth

***-ldap** : Intégration LDAP

***-okta** : Intégration avec le serveur d'autorisation Okta



Starters SQL

jdbc : JDBC avec pool de connexions Tomcat

Spring Data Jpa : Spring Data avec Hibernate et JPA

Spring Data JDBC : Spring Data avec jdbc

Spring Data R2DBC : Spring Data avec jdbc reactif

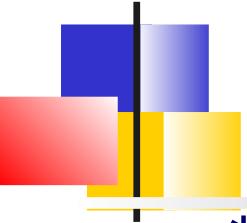
MyBatis : Framework MyBatis

LiquiBase Migration : Migration de schéma avec Liquibase

Flyway Migration : Migration de schéma avec Flyway

JOOQ Access Layer : API fluent pour construire des requêtes SQL

*-<**drivers**> : Accès aux driver JDBC (MySQL, Postgres, H2, HyperSonic, DB2)



Starters NOSQL

***-data-cassandra, *-data-reactive-cassandra:** Base distribuée Cassandra

***-data-neo4j :** Base de données orienté graphe de Neo4j

***-data-couchbase *-data-reactive-couchbase :** Base NoSQL CouchBase

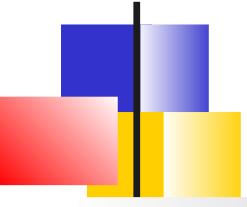
***-data-redis *-data-reactive-redis :** Base NoSQL Redis

***-data-geode :** Stockage de données via Geode

***-data-elasticsearch :** Base documentaire indexée ElasticSearch

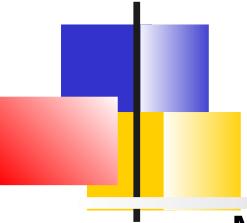
***-data-solr:** Base indexée SolR

***-data-mongodb *-data-reactive-mongodb :** Base NoSQL MongoDB



Messaging

- *-integration:** Spring Integration (Abstraction de + haut niveau pour implémenter des patterns d'intégration de façon déclaratif)
- *-kafka:** Intégration avec Apache Kafka
- *-kafka-stream:** Intégration avec l'API KafkaStream
- *-rabbitmq:** Intégration avec Rabbit MQ
- *-activemq5:** ActiveMQ avec JMS
- *-artemis:** ApacheMQ avec Artemis
- *-pulsar, *-reactive-pulsar:** Messagerie PULSAR
- *-websocket:** Servlet avec STOMP et SockJS
- *-rsocket:** SpringMessaging et Netty
- *-camel:** Intégration avec Apache Camel
- *-solacePubSub:** Intégration avec Solace



Autres Starters Web

Moteur de templates HTML

***-thymeleaf** : Spring MVC avec des vues ThymeLeaf

***-mustache** : Spring MVC avec Mustache

***-groovy-templates** : Spring MVC avec gabarits Groovy

***-freemarker**: Spring MVC avec freemarker

Autres

***-graphql** : Spring Mobile

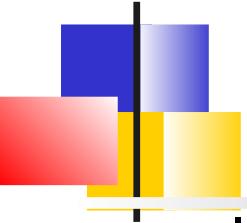
***-rest-repository, restrepository-explorer, *-hateoas** :

Génération API Rest à partir des repositories de Spring Data

***-jersey** : API Restful avec JAX-RS et Jersey

***-webservices**: Services SOAP

***-vaadin, *-hila** : Framework pour applis web



Autres Starters

I/O

***-batch** : Gestion de batchs

***-mail** : Envois de mails

***-cache**: Support pour un cache

***-quartz** : Intégration avec Scheduler

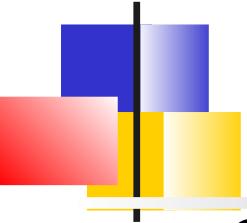
***-shell** : Support pour commandes en ligne

Ops

***-actuator** : Points de surveillance REST ou JMX

***-spring-boot-admin (*client et serveur*)** : UI au dessus d'actuator

***-sentry** : Intégration sentry (monitoring performance)



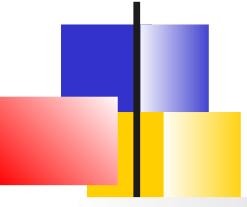
Spring Cloud

Services cloud

*Amazon, Google Cloud, Azure, Cloud Foundry,
Alibaba*

Micro-services, SpringCloud (Ex : Netflix)

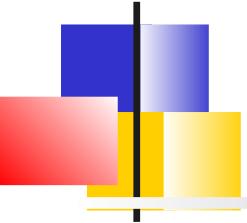
Services de discovery, de configuration externalisée, de répartition de charge, de gateway, de monitoring, de tracing, de messagerie distribuée, de circuit breaker, etc ...



Observabilité

Depuis la version 3.x, SpringBoot s'appuie fortement sur **Micrometer**.

- Des starters permettent de publier les métriques *micrometer* vers des système de visualisation :
DataDog, Dynatrace, Influx, Graphite, New Relic, Prometheus, Wavefront
- D'autres starters permettent la tracabilité des requêtes dans les architecture micro-services :
Brave et Zipkin



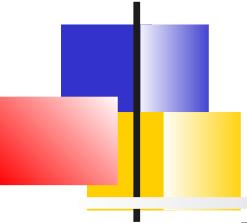
Spring cœur et Spring Boot

Rappels Spring Coeur et annotations

L'accélérateur SpringBoot

Principaux starters

Développer avec SpringBoot

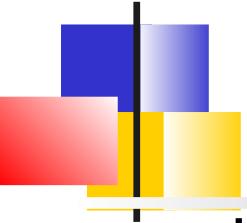


IDEs

Pivotal propose ***SpringToolsSuite*** disponible pour

- VSCode
- Eclipse
- Theia

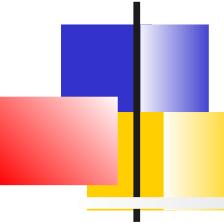
Pour les autres IDEs, des tierces partie proposent des plugins qui offrent un support équivalent



Apport de SpringTools Suite

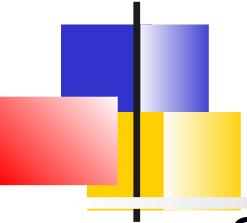
Les principaux apports sont :

- Assistant de création de projet qui se connecte sur *Spring Initializr*
- Édition du *pom.xml* pour l'ajout de starter
- Assistant d'upgrade de version ou de refactoring
- *Boot Dashboard* : Petite fenêtre permettant de facilement démarrer les applications
- Éditeur de fichier de propriété (.properties ou yaml) avec auto-complétion
- Éditeur des configuration de démarrage permettant d'activer un profil, le debug ou positionner des propriétés de configuration



Structure typique projet

```
com
  +- example
    +- myproject
      +- Application.java
      +- OneConfig.java
      |
      +- domain
        |   +- Customer.java
        |   +- CustomerRepository.java
        |
      +- service
        |   +- CustomerService.java
        |
      +- web
        +- CustomerController.java
```



Propriétés de configuration

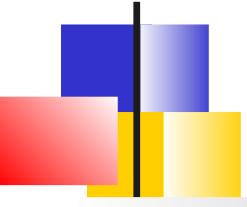
Spring Boot permet d'externaliser la configuration des beans :

- Ex : Externaliser l'adresse de la BD, la configuration d'un client, ...

On peut utiliser des fichiers ***properties*** ou ***YAML***, des variables d'environnement ou des arguments de commande en ligne.

Les valeurs des propriétés sont ensuite injectées dans les beans :

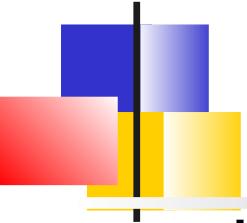
- Directement via l'annotation ***@Value***
- Ou associer à un objet structuré via l'annotation ***@ConfigurationProperties***



Priorités

De nombreux niveaux de propriétés différents mais en résumé l'ordre des propriétés est :

1. *spring-boot-devtools.properties* si *devtools* est activé (SpringBoot)
2. Les propriétés de test
- 3. La ligne de commande. Ex : `--server.port=9000`**
4. Environnement REST, Servlet, JNDI, JVM
- 5. Variables d'environnement de l'OS**
6. Propriétés avec des valeurs aléatoires
- 7. Propriétés spécifiques à un profil**
- 8. *application.properties , yml***
9. Annotation `@PropertySource` dans la configuration
10. Les propriétés par défaut spécifié par
SpringApplication.setDefaultProperties

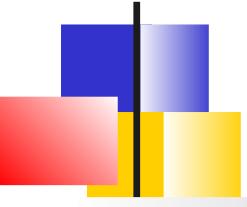


application.properties (.yml)

Les fichiers de propriétés (***application.properties/.yml***) sont généralement placés dans les emplacements suivants :

- Un sous-répertoire *config*
- Le répertoire courant
- Un package *config* dans le classpath
- A la racine du classpath

En respectant ces emplacements standards, SpringBoot les trouve tout seul



Valeur filtrée

Le fichiers supportent les valeurs filtrées.

```
app.name=MyApp
```

```
app.description=${app.name} is a Boot app.
```

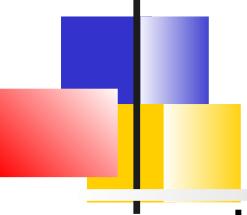
Les valeurs aléatoires :

```
my.secret=${random.value}
```

```
my.number=${random.int}
```

```
my.bignumber=${random.long}
```

```
my.uuid=${random.uuid}
```



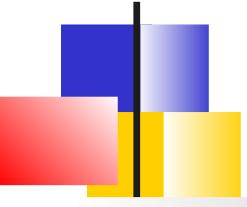
Injection de propriété : **@Value**

La première façon de lire une valeur configurée est d'utiliser l'annotation **@Value**.

```
@Value("${my.property}")  
private String myProperty ;
```

```
@Value("${my.property.defaultValue}")  
private String myProperty ;
```

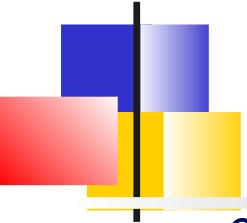
Dans ce cas, aucune validation n'est effectuée sur la valeur de la propriété



Validation des propriétés

Il est possible de forcer la validation des propriétés de configuration à l'initialisation du conteneur.

- Utiliser une classe annotée par ***@ConfigurationProperties*** et ***@Validated***
- Positionner des contraintes de *javax.validation* sur les attributs de la classes



Exemple

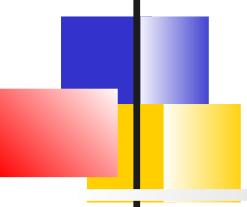
```
@Component
@ConfigurationProperties("app")
@Validated
public class MyAppProperties {

    @Pattern(regexp = "\\\d{3}-\\\\d{3}-\\\\d{4}")
    private String adminContactNumber;

    @Min(1)
    private int refreshRate;
    .....
}
```

Fichier de properties correct :

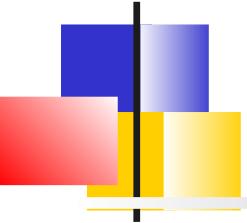
```
app.admin-contact-number : 666-777-8888
app.refresh-rate : 5
```



Propriétés spécifiques à un profil

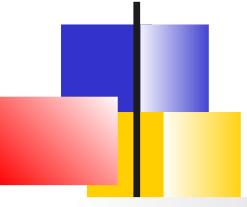
Les propriétés spécifiques à un profil (ex : intégration, production) sont spécifiées différemment en fonction du format du format properties ou .yml.

- Si l'on utilise le format *.properties*, on peut fournir des fichiers complémentaires :
application-{profile}.properties
- Si l'on utilise le format *.yml* tout peut se faire dans le même fichier



Exemple fichier .yml

```
server:  
    address: 192.168.1.100  
---  
spring:  
    config:  
        activate:  
            on-profile:  
                -prod  
server:  
    address: 192.168.1.120
```

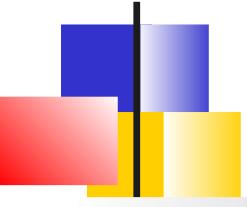


Activation des profils

Les profils sont activés généralement par la propriété ***spring.profiles.active*** qui peut être positionnée :

- Dans un fichier de configuration
- En commande en ligne via :
--spring.profiles.active=dev,hsqldb
- Programmatiquement, via :
SpringApplication.setAdditionalProfiles(...)

Plusieurs profils peuvent être activés simultanément

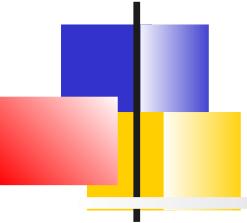


DevTools

Le module ***spring-boot-devtools*** est recommandée dans un environnement de développement

Cela apporte notamment :

- Ajout automatique de propriétés de configuration propre au développement. Ex : *spring.thymeleaf.cache=false*
- Rechargement du contexte automatique lors d'une modification des fichiers sources.
- ...

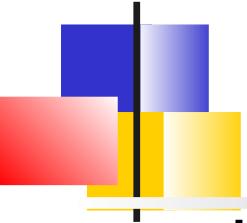


Gestion des traces

Spring utilise *Common Logging* en interne mais permet de choisir son implémentation

Des configurations sont fournies pour :

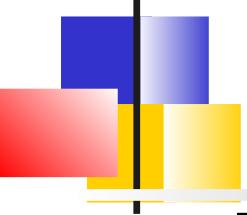
- Java Util Logging
- Log4j2
- Logback (défaut)



Format des traces

Une ligne contient les informations suivantes :

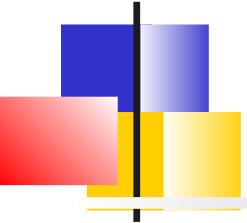
- Timestamp à la ms
- Niveau de trace : ERROR, WARN, INFO, DEBUG or TRACE.
- Process ID
- Un séparateur --- .
- Nom de la thread entouré de [].
- Le nom du Logger <=> Nom de la classe .
- Un message
- Une note entouré par des []



Configurer les traces via Spring

Par défaut, Spring affiche les messages de niveau ERROR, WARN et INFO sur la console

- `java -jar myapp.jar -debug` : Active les messages de debug
- Changer les niveaux de logs au niveau des logger via *application.properties/yml*
`logging.level.root=WARN`
`logging.level.org.springframework.web=DEBUG`
`logging.level.org.hibernate=ERROR`
- Propriétés ***logging.file*** et ***logging.path*** pour générer un fichier de log

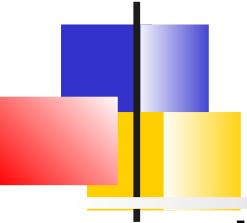


Extensions Logback

Spring propose des extensions à Logback permettant des configurations avancées.

Il faut dans ce cas utiliser le fichier
logback-spring.xml

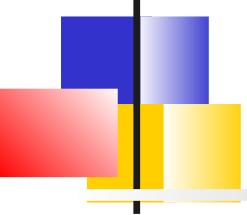
- Multi-configuration en fonction de profil
- Utilisation de propriétés dans la configuration



Rapport d'auto-configuration

Lors de l'activation du mode DEBUG,
SpringBoot affiche sur la console un rapport
d'auto-configuration découpé en 2 parties

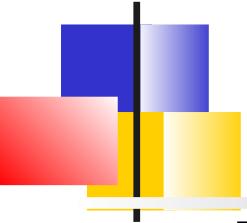
- **Positive Matches** : Liste les configurations par défaut qui ont été appliquées et pourquoi elles ont été appliquées
- **Negative Matches** : Liste les configurations par défaut qui n'ont pas été appliquées et pourquoi elles n'ont pas été appliquées



Interactions entre services Spring

Styles d'interaction et APIs

RestFul avec Spring
Messaging avec Spring



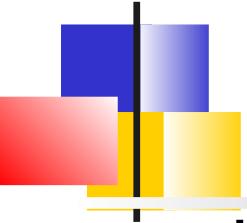
Introduction

Différentes technologies pour la communication entre services :

- Modèles requête/réponse *RESTFul*, *gRPC*, *GraphQL* : Synchrones ou Réactifs
- Communications via message : Point2Point ou PubSub

Différents formats :

- Texte : JSON, XML
- Binaires : Avro, Protocol Buffer

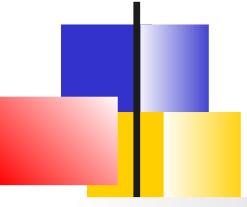


Rôles de l'API

Les APIs/interfaces sont au cœur du développement logiciel.

- Une interface/API bien conçue expose des fonctionnalités utiles tout en masquant la mise en œuvre.
- L'interface/API est un contrat entre le service et ses clients

Avec un langage typé, si l'interface change, le projet ne compile plus et l'on règle le problème.
=> Il faut avoir le même mécanisme dans le cadre des micro-services

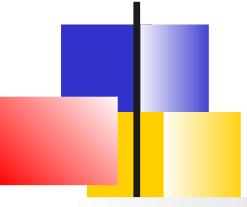


Design By Contract

Il est important de définir précisément l'API d'un service en utilisant une sorte de langage de définition d'interface (IDL).

La définition de l'API dépend du style d'interaction :

- *OpenAPI* pour Rest et ProtoBuf, Schéma *GraphQL*
- Nom des canaux de messages, format et type du message mais pas de standard disponible

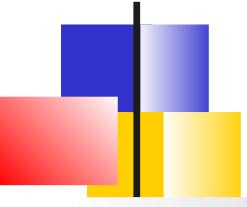


Offre Spring

Spring Cloud Contract est un projet qui permet d'adopter une approche *Consumer Driven Contract*. Il supporte les différents modes d'interaction qui sont décrit en YAML, Groovy ou Java.

A partir d'une spécification d'interaction entre 2 services, cela permet

- De générer des tests d'acceptation côté producteur ou serveur
- De créer des mocks serveur pour les tests côté consommateur ou client

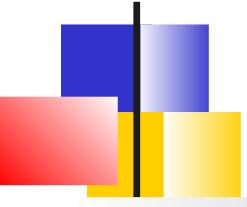


Evolution de l'API

Avec les micro-services, changer l'API d'un service est beaucoup plus difficile.

Les clients étant développés par d'autres équipes.

- => Il est impossible de forcer tous les clients à se mettre à niveau en même temps.
- => Les anciennes et les nouvelles versions d'un service devront s'exécuter simultanément.



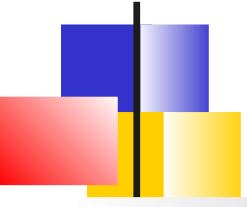
Compatibilité d'API

Différents types de compatibilité d'API existent :

- **Descendante/backward/rétrocompatible** : interaction possible avec un système plus vieux
- **Ascendante** : interaction possible avec des systèmes plus récents

Des outils comme *Schema Registry* dans l'écosystème Kafka permettent de déterminer les compatibilités d'API lors d'évolution¹

1. <https://docs.confluent.io/platform/current/schema-registry/fundamentals/schema-evolution.html>



Versionning

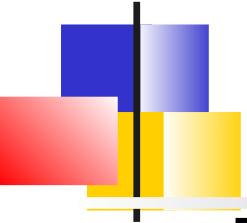
Semvers¹ définit le numéro de version composé de trois parties : **MAJOR.MINOR.PATCH** :

- **MAJEUR** : Une modification incompatible à l'API
- **MINEUR** : Améliorations rétrocompatibles à l'API
- **PATCH** : Correction de bogue rétrocompatible

Les changements de version doivent être contrôlés.

=> Le n° de version est alors présent dans l'interaction (URL, Nom du canal, Entête de la requête ou du message)

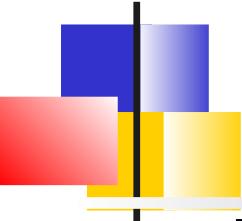
1. <https://semver.org/lang/fr/>



Gestion des versions majeures

Bonnes pratiques pour la gestion des versions majeures des API :

- Seules 2 versions majeures d'une API peuvent être simultanément en production (versions X = nominale et X-1 = dépréciée)
 - Les évolutions sont réalisées sur la version X
 - Les correctifs peuvent être réalisés sur la version X-1 (et reportés sur la version X)
- La montée de version majeure d'une API ne se justifie que dans le cas d'évolutions non rétrocompatibles
- La publication d'une version X entraîne la dépréciation de la version X-1 si elle existe et le dé-commissionnement de la version X-2 si elle existe



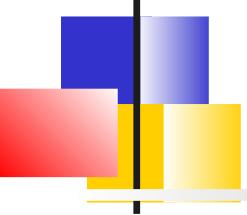
Gestion des versions mineures et correctifs

Dans l'environnement de production :

- Une version majeure X est dans une seule version mineure X.Y
- Une version mineure X.(Y+1) entraîne la suppression de l'ancienne version mineure

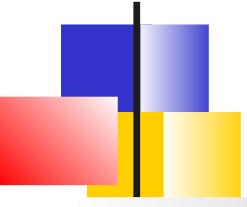
Dans l'environnement de qualification :

- Une version majeure X peut être dans 2 versions mineures
- Une version X.Y identique à la version de Production
- Une version X.(Y+1) en cours de développement ou de qualification



Interactions entre services Spring

Styles d'interaction et APIs
RestFul avec Spring
Messaging avec Spring



Introduction

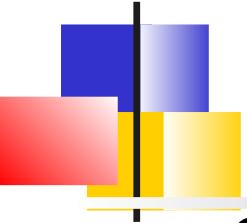
Lors de l'utilisation d'un mécanisme RPC (Remote Procedure Call),

- un client envoie une demande à un service,
- le service traite la demande et renvoie une réponse.

L'interaction peut être :

- bloquante : le client attend la réponse
- Réactive ou non bloquante : le client continue son exécution et est prévenu lorsque la réponse arrive

Mais contrairement à l'utilisation d'une messagerie, le client suppose que la réponse arrivera en un temps court.



Avantages de REST

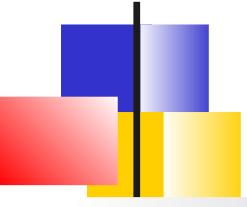
C'est simple et familier.

Un format de description standard existe : OpenAPI

Facile à tester, navigateur avec Postman, curl, Swagger

HTTP est compatible avec les pare-feu.

Ne nécessite pas de broker intermédiaire, ce qui simplifie l'architecture.



Inconvénients

Un seul type de communication

Il ne prend en charge que le style demande/réponse.

Les clients doivent connaître les emplacements (URL) des serveurs Service de discovery nécessaire.

Disponibilité réduite.

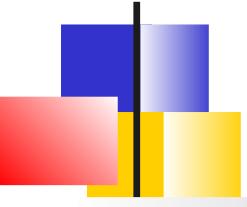
Le client et le service doivent tous les deux fonctionner pendant toute la durée de l'échange.

Granularité fine

La récupération de plusieurs ressources en une seule requête est un défi.

Peu de verbes HTTP

Il est parfois difficile de mapper plusieurs opérations de mise à jour sur des verbes HTTP.



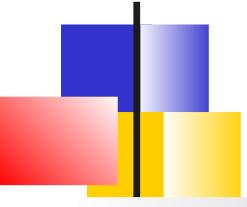
Starters Spring

2 starters sont possibles pour implémenter une API REST :

- **Spring MVC** : `spring-boot-starter-web`
- **Spring WebFlux** : `spring-boot-starter-webflux`

Ils permettent de déclarer des beans de type

- **@RestController**
- Dont les méthodes peuvent être associées à des requêtes HTTP via **@RequestMapping**

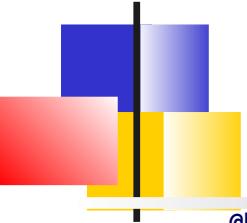


Spring WebFlux et Reactor

Spring Webflux et tous les projets réactifs de Spring s'appuient sur une implémentation de *ReactiveStream* : **Reactor**

Reactor apporte principalement :

- Les types **Mono** et **Flux** représentant des flux de 1 ou un nombre infini d'événement
- Un ensemble **d'opérateurs** réactifs permettant la manipulation des flux (transformation, filtrage, agrégation, jointure, etc..)



Exemple SpringMVC

```
@RestController
@RequestMapping(value="/users")
public class UsersController {

    @GetMapping(value="/{id}")
    public User getUser(@PathVariable Long id) {
        // ...
    }

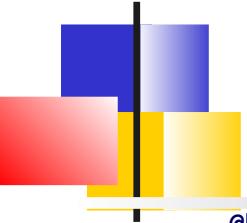
    @GetMapping(value="/{user}/customers")
    List<Customer> getUserCustomers(@PathVariable Long user) {
        // ...
    }

    @DeleteMapping(value="/{user}")
    public ResponseEntity<Void> deleteUser(@PathVariable Long user) {
        // ...
        return new ResponseEntity<>(HttpStatus.NO_CONTENT);
    }

    @PostMapping
    public ResponseEntity<User> register(@Valid @RequestBody User user) {

        user = userRepository.save(user);

        return new ResponseEntity<>(user,HttpStatus.CREATED);
    }
}
```



Exemple SpringWebFlux

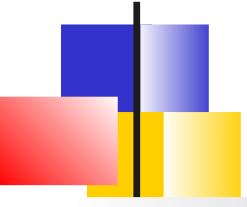
```
@RestController
@RequestMapping(value="/users")
public class UsersController {

    @GetMapping(value="/{id}")
    public Mono<User> getUser(@PathVariable Long id) {
        // ...
    }

    @GetMapping(value="/{user}/customers")
    Flux<Customer> getUserCustomers(@PathVariable Long user) {
        // ...
    }

    @DeleteMapping(value="/{user}")
    public ResponseEntity<Mono<Void>> deleteUser(@PathVariable Long user) {
        // ...
        return new ResponseEntity<Mono<Void>>(HttpStatus.NO_CONTENT);
    }

    @PostMapping
    public ResponseEntity<Mono<User>> register(@Valid @RequestBody User user) {
        return new ResponseEntity<Mono<User>>(userRepository.save(user), HttpStatus.CREATED);
    }
}
```



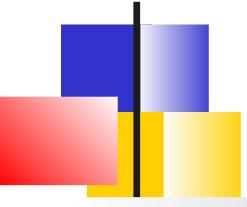
Sérialisation JSON

Par défaut, les entrées/sorties des *RestController* utilisent le format JSON.

La librairie responsable des conversion JSON ↔ Objet Java est **Jackson**

Plusieurs alternatives existent pour adapter la sérialisation par défaut de Jackson à ses besoins :

- Créer des classes DTO spécifiques.
- Utiliser les annotations de Jackson sur les classes du domaine
- Permettent différentes sérialisation du même objet avec l'annotation `@JsonView`
- Implémenter ses propres Sérialiseur/Désérialiseur.
Spring propose l'annotation `@JsonComponent`



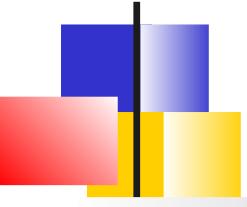
Gestion des erreurs

Lorsqu'une exception est levée durant le traitement de la requête, il faut générer une réponse REST adéquate (Code réponse 400, 404, ou autre)

Par défaut, Spring MVC/Webflux gère les erreurs de validation d'entrée en renvoyant un code 400, il renvoie un code 500 au format HTML pour les autres exceptions

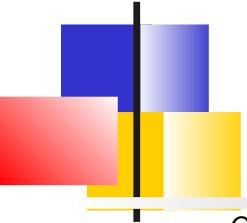
Pour remplacer le comportement par défaut Spring offre plusieurs alternatives :

- **@ResponseStatus** sur l'exception métier permet d'associer un code d'erreur HTTP à l'exception
- Catcher l'exception et relancer une **ResponseStatusException**
- Les classes `@RestController` et `@RestControllerAdvice` peuvent avoir des méthodes annotées par **@ExceptionHandler**
Ces méthodes sont responsables de générer la réponse en cas de déclenchement de l'exception.



Exemple

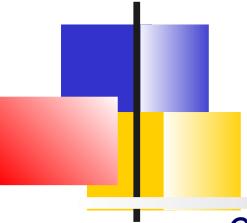
```
@ResponseStatus(value = HttpStatus.NOT_FOUND)
public class MyResourceNotFoundException extends RuntimeException {
    public MyResourceNotFoundException() {
        super();
    }
    public MyResourceNotFoundException(String message, Throwable cause) {
        super(message, cause);
    }
    public MyResourceNotFoundException(String message) {
        super(message);
    }
    public MyResourceNotFoundException(Throwable cause) {
        super(cause);
    }
}
```



ResponseStatusException

```
@GetMapping(value = "/{id}")
public Foo findById(@PathVariable("id") Long id, HttpServletResponse response)
{
    try {
        Foo resourceById = RestPreconditions.checkNotNull(service.findOne(id));

        eventPublisher.publishEvent(new SingleResourceRetrievedEvent(this,
response));
        return resourceById;
    }
    catch (MyResourceNotFoundException exc) {
        throw new ResponseStatusException(
            HttpStatus.NOT_FOUND, "Foo Not Found", exc);
    }
}
```

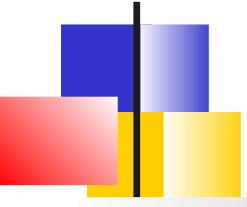


Exemple `@ControllerAdvice`

```
@RestControllerAdvice
public class NotFoundAdvice extends ResponseEntityExceptionHandler {

    @ExceptionHandler(value = {MemberNotFound.class, DocumentNotFoundException.class})
    ResponseEntity<Object> handleNotFoundException(HttpServletRequest request,
        Throwable ex) {
        return new ResponseEntity<Object>(
            "Entity was not found", new HttpHeaders(), HttpStatus.NOT_FOUND);
    }

    @Override
    protected ResponseEntity<Object>
    handleMethodArgumentNotValid(MethodArgumentNotValidException ex,
        HttpHeaders headers, HttpStatus status, WebRequest request) {
        return new ResponseEntity<Object>(
            ex.getMessage(), new HttpHeaders(), HttpStatus.BAD_REQUEST);
    }
}
```



OpenAPI

SpringDoc permet de générer la documentation d'une API REST au format OpenAPI et s'intègre avec Swagger-UI

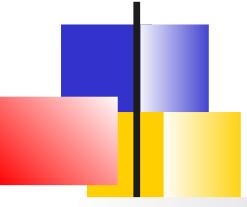
Il suffit de placer la bonne dépendance dans le fichier de build

Par exemple, pour SpringBoot 3.x et Spring MVC

```
org.springdoc : springdoc-openapi-starter-webmvc-ui :2.1.0
```

Par défaut,

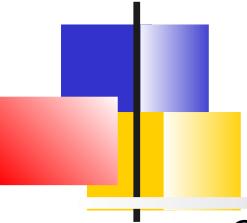
- La description OpenAPI est disponible à :
<http://localhost:8080/v3/api-docs/>
- L'interface Swagger à :
<http://localhost:8080/swagger-ui.html>



Clients REST

Le support pour les clients REST est différent en fonction de Spring MVC ou Webflux

- Spring MVC : ***RestTemplate***
- Spring WebFlux : ***WebClient*** qui supporte les interactions bloquantes et non bloquantes

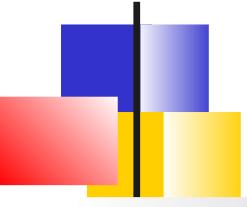


Exemple RestTemplate

```
@Service
public class MyBean {
    private final RestTemplate restTemplate;

    public MyBean(RestTemplateBuilder restTemplateBuilder) {
        this.restTemplate = restTemplateBuilder.rootUri("http://localhost:8080/api")
            .basicAuthentication("user", "password")
            .build();
    }

    public Details someRestCall(String name) {
        return this.restTemplate.getForObject("/{name}/details",
            Details.class,
            name);
    }
}
```

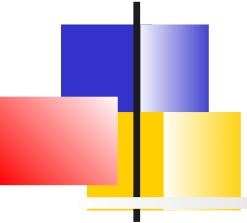


Exemple WebClient

```
// Spécification de la rootUri, des entêtes, etc.

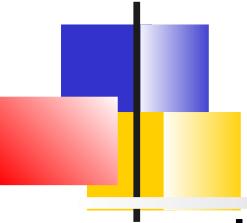
WebClient client = WebClient.builder()
    .baseUrl("http://localhost:8080")
    .defaultHeader(HttpHeaders.CONTENT_TYPE,
        MediaType.APPLICATION_JSON_VALUE)
    .build();

// Echange avec le back-end
Mono<MyDto> myDto = client.post()
    .uri("/resource")
    .bodyValue(jsonData)
    .retrieve()
    .bodyToMono(DTO.class);
```



Interactions entre services Spring

Styles d'interaction et APIs
RestFul avec Spring
Messaging avec Spring



Introduction

Les communications asynchrones entre services apportent plusieurs avantages :

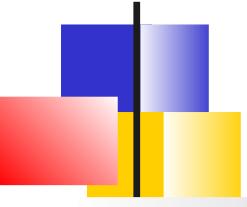
- Découplage du producteur et consommateur de message
- Scaling et montée en charge en scalant les consommateurs
- Implémentation de patterns micro-services comme Saga¹, ou Event-sourcing Pattern²

Des difficultés :

- Gestion de l'asynchronisme
- Mise en place et exploitation d'un message broker

1. <https://microservices.io/patterns/data/saga.html>

2. <http://microservices.io/patterns/data/event-sourcing.html>



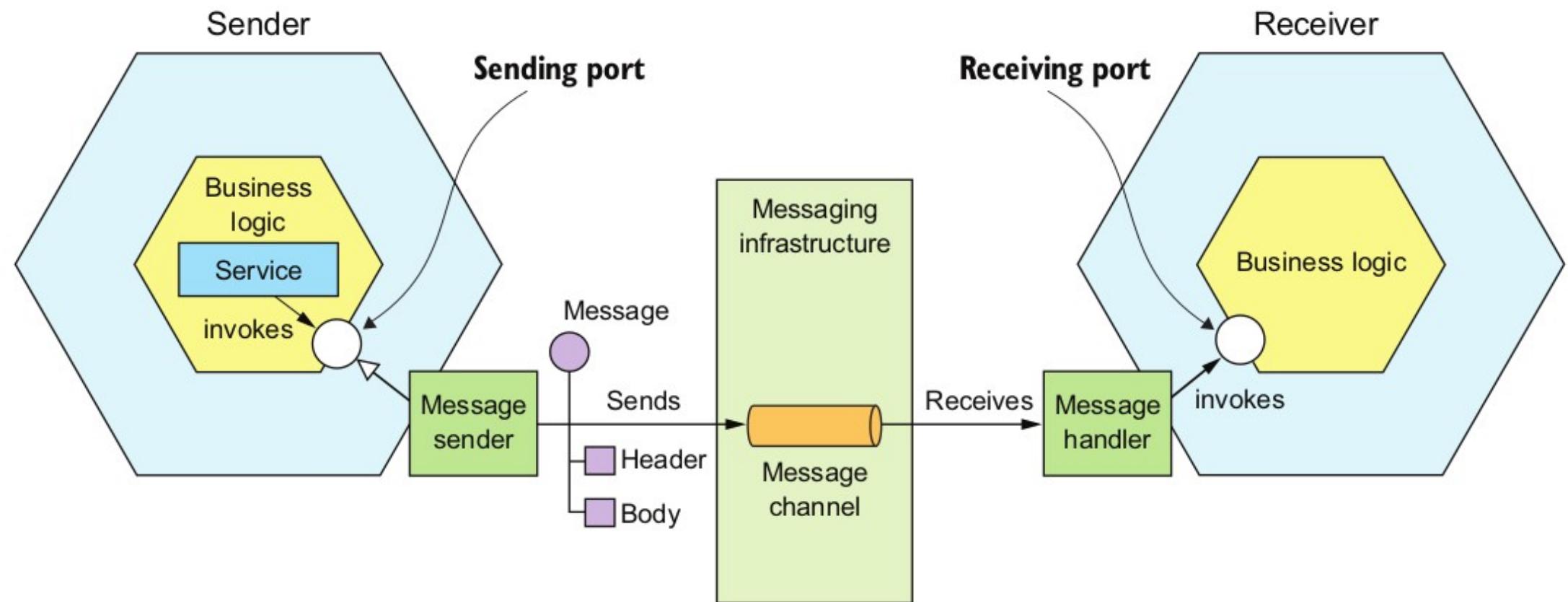
Messaging Pattern

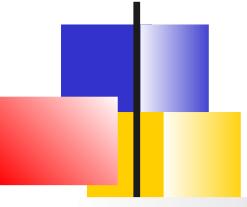
Messaging Pattern¹ : Un client invoque un service en utilisant une messagerie asynchrone

- Le pattern fait intervenir un message broker
- Un client effectue une requête en postant un message asynchrone
- Optionnellement, il s'attend à recevoir une réponse

1. <http://microservices.io/patterns/communication-style/messaging.html>

Architecture

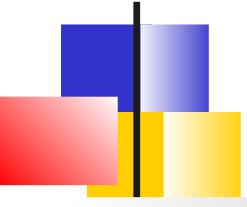




Services d'un broker

Le fait de disposer d'un broker permet en général de nombreux autres patterns distribués car un broker permet un large éventail d'interactions :

- Sémantique du message : Document, Requête ou événement
- Canaux : Point 2 point ou PubSub
- Styles d'interactions : Requête réponse synchrone/asynchrone, *Fire and Forget*, Publication vers abonnés avec ou sans acquittement
- Services : Bufferisation, Durabilité, Garantie de livraison et ordre des messages, Scalabilité, Tolérance aux fautes etc.



Architecture event-driven

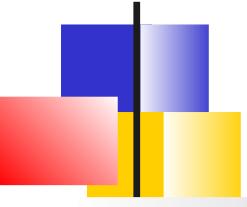
L'utilisation de message broker influe sur les architectures.

Dans les architecture **event-driven**, très évolutive et très scalable, le message broker a eu importance primordial.

- Les services publient systématiquement leurs changement d'état vers les topics d'un broker.
- Ils s'abonnent également aux topics qui les intéressent afin de réagir ou traiter l'événement.

Les séquences d'événements peuvent être vus comme des flux sur lesquels des pipelines de transformation doivent être appliquées.

- Les librairies réactives sont adaptées à cette problématique.
- Les contraintes BigData, temps-réel nécessitent des architecture en cluster pour les brokers



Messaging transactionnel

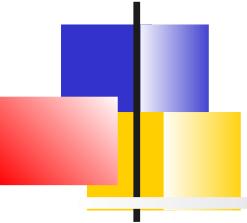
L'envoi d'un message requête fait souvent partie d'une transaction mettant à jour une base locale.

L'envoi du message doit faire partie de la transaction

- La solution legacy des transactions distribuées¹ ne sont pas adaptées dans ce cas
- Une solution est d'appliquer le *Transactional Outbox Pattern*².

1. Exemple de JTA par exemple

2. <https://microservices.io/patterns/data/transactional-outbox.html>



Offre Spring

Starter messaging pur :

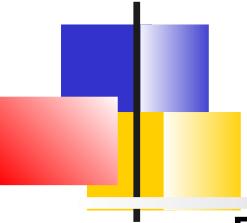
- RabbitMQ, ActiveMQ, Kafka, ActiveMQ Artemis, Solace PubSub

Pipeline de traitement d'évènements :

- Kafka Stream

Architecture micro-services *event-driven*

- Spring Cloud Stream
- Spring Data Flow



Exemple *spring-kafka*

Envoi de message

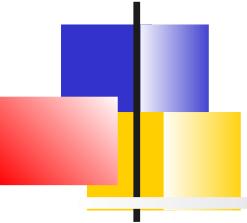
```
@Value("${app.my-channel}")
String PAYMENT_REQUEST_CHANNEL;

@Autowired
KafkaTemplate<Long, DomainEvent> kafkaOrderTemplate;

public Order doService(Domain model) {
    ...
    DomainEvent event = new DomainEvent(model);
    kafkaOrderTemplate.send(ORDER_STATUS_CHANNEL, event);
    ...
}
```

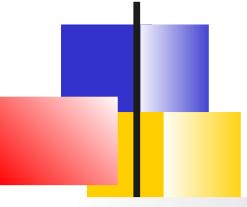
Réception de message :

```
@KafkaListener(topics = "#{'${app.my-channel}'}", id = "oneHandler")
public void handleEvent(DomainEvent domainEvent) {
    ...
}
```



Introduction Kafka

Le projet Kafka
Cas d'usage
Concepts cœur de Kafka



Origine

Initié par *LinkedIn*, mis en OpenSource en 2011

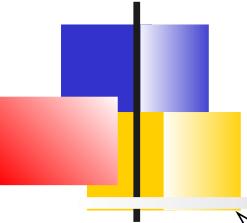
Écrit en *Scala* et *Java*

Au départ, un message broker gérant une file de messages

A évolué pour devenir une plate-forme de streaming d'événements temps-réel

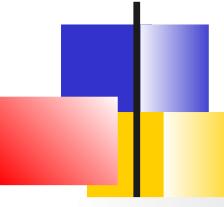
Organisé en cluster, taillé pour le BigData, il est basé sur l'abstraction « d'un journal de commit distribué »

Maintenu par *Confluent* depuis 2014



Objectifs

- Découpler producteurs et consommateurs de messages
- Persister les messages afin qu'ils puissent être consommés par de nombreux consommateurs, (éventuellement à posteriori)
- Atteindre de très haut débit et une latence faible
- Scaling horizontal flexible
- Offrir des garanties de fiabilité de la livraison de messages, malgré des défaillances !

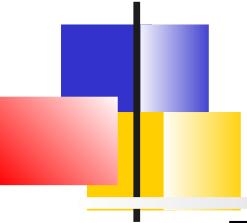


Fonctionnalités

Kafka a trois capacités clés:

- Publier et s'abonner à des flux de messages¹ avec certaines garanties de fiabilité.
- Stocker les flux de messages de manière durable et tolérante aux pannes.
- Traiter, transformer les flux de messages au fur et à mesure qu'ils se produisent.

1. Dans la suite des slides on utilise de façon non-différenciés les termes *message, événement, enregistrement*



Points forts

Très bonne scalabilité et flexibilité

- Gestion des abonnements multiples
- Facilité d'extension du cluster

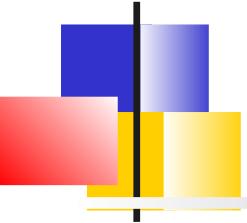
Très bonne performance

Disponibilité et tolérance aux fautes

Rétention sur disque

Traitements distribués d'événements

Intégration avec les autres systèmes



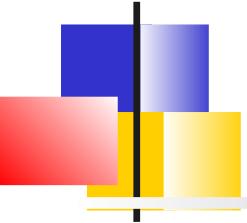
Confluent

Créé en 2014 par *Jay Kreps, Neha Narkhede, et Jun Rao*

Mainteneur principal d'Apache Kafka

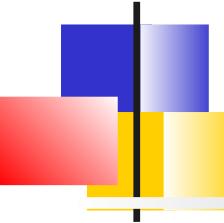
Plate-forme *Confluent* :

- Une distribution de Kafka
- Fonctionnalités commerciales additionnelles



Introduction Kafka

Le projet Kafka
Cas d'usage
Concepts cœur de Kafka



Kafka vs Message broker traditionnel

Kafka peut être utilisé comme **message broker** permettant de découpler un service producteur de services consommateurs

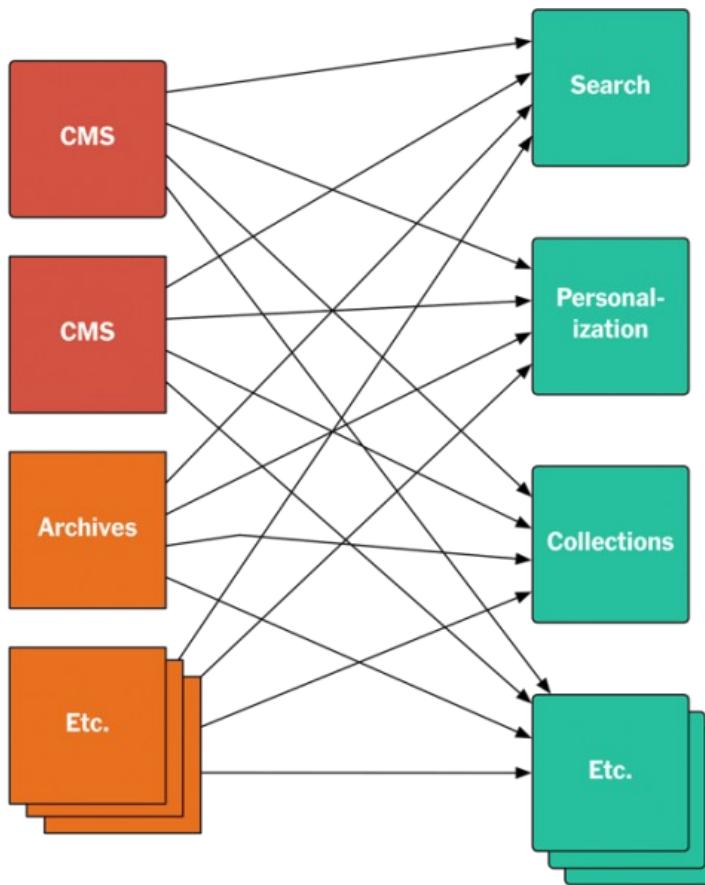
- Kafka n'offre que le modèle **PubSub**.
- Grâce au concept de **groupe de consommateur**, ce modèle est scalable
- Kafka offre une **garantie plus forte** sur la livraison des messages malgré les défaillances
- Kafka ne supprime pas les messages après consommation.
Ils peuvent être **consommés à posteriori**

=> Idéal comme plate-forme d'intégration entre services : Architecture micro-services, ESB, EAI

Exemple ESB (New York Times)

Avant

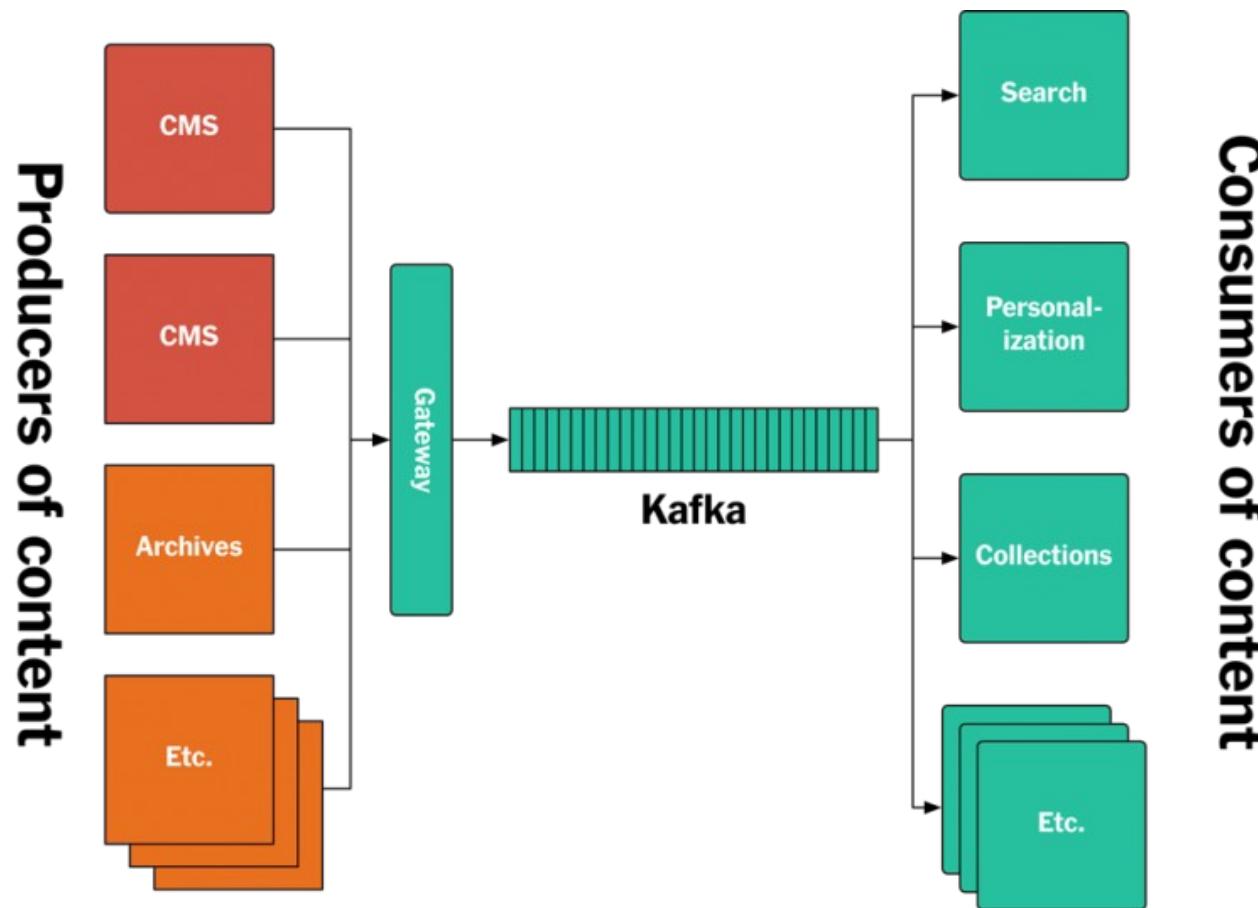
Producers of content



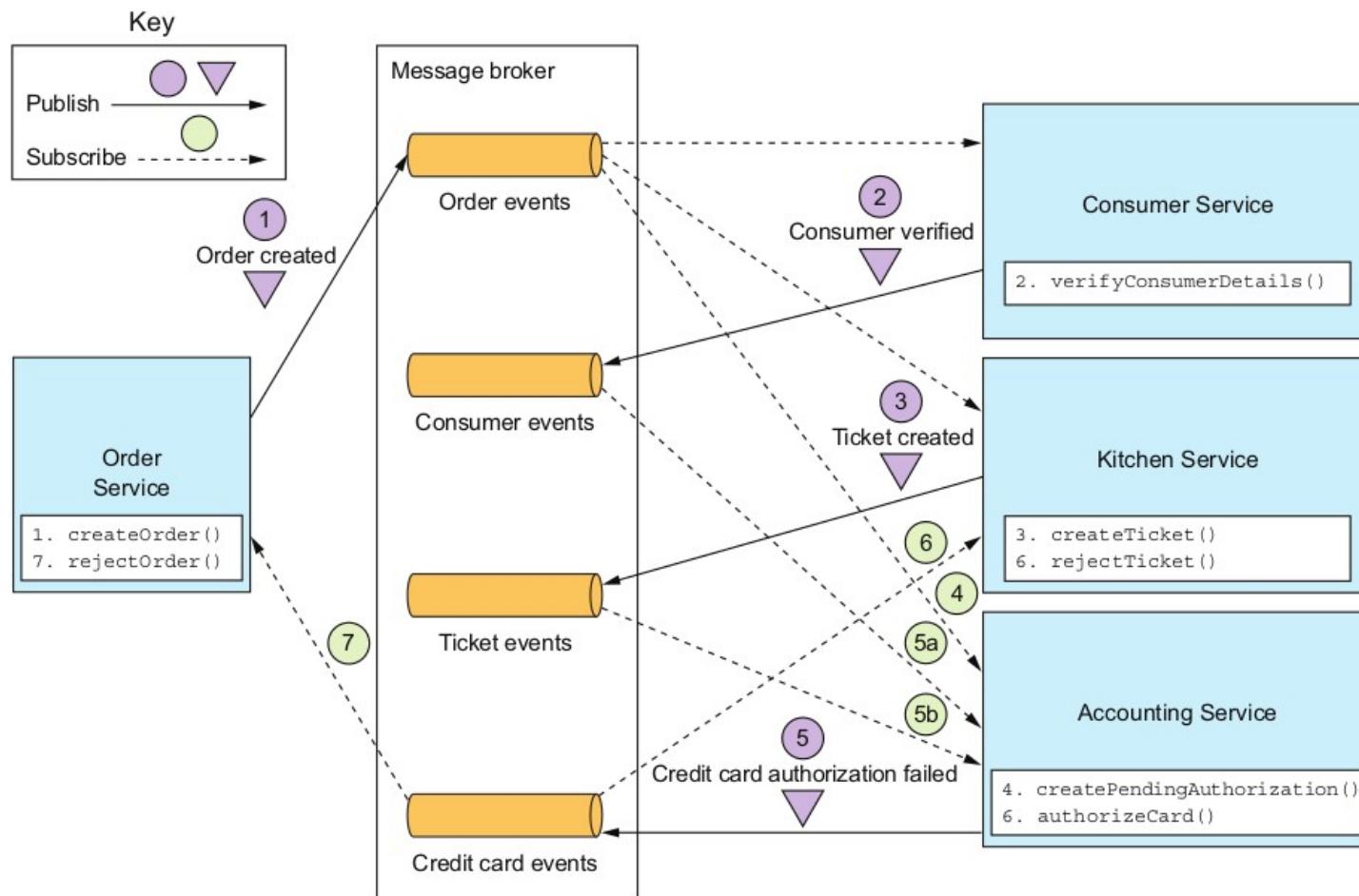
Consumers of content

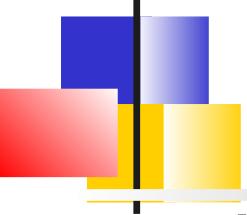
Exemple ESB (New York Times)

Après



Exemple Micro-services SAGA pattern





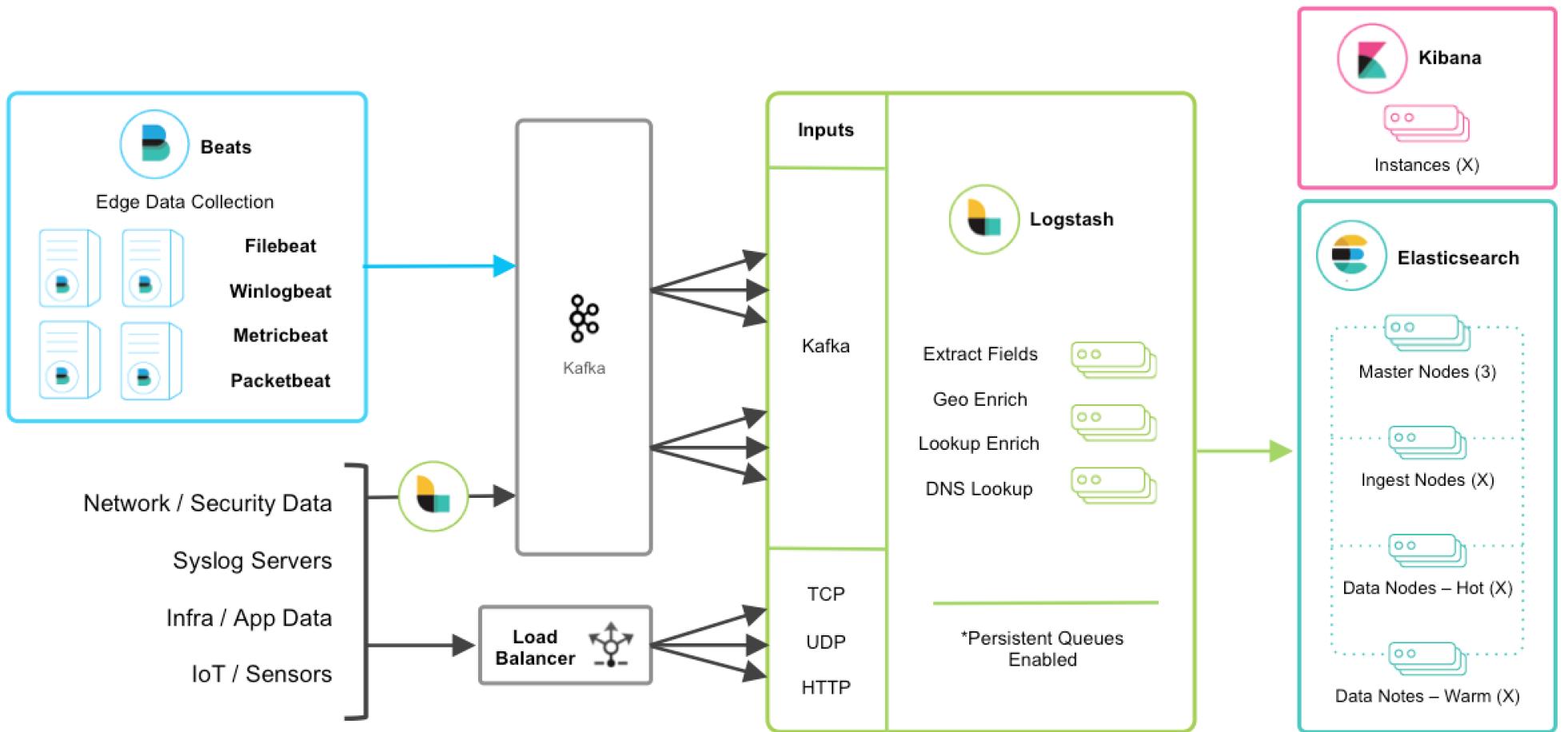
Kafka pour l'ingestion massive de données

Les *topics* Kafka peuvent être utilisés pour bufferiser les événements provenant des producteurs afin que les consommateurs puissent supporter les débits de production élevé

Typique des architectures BigData, d'analyse ou du monitoring temps réel.

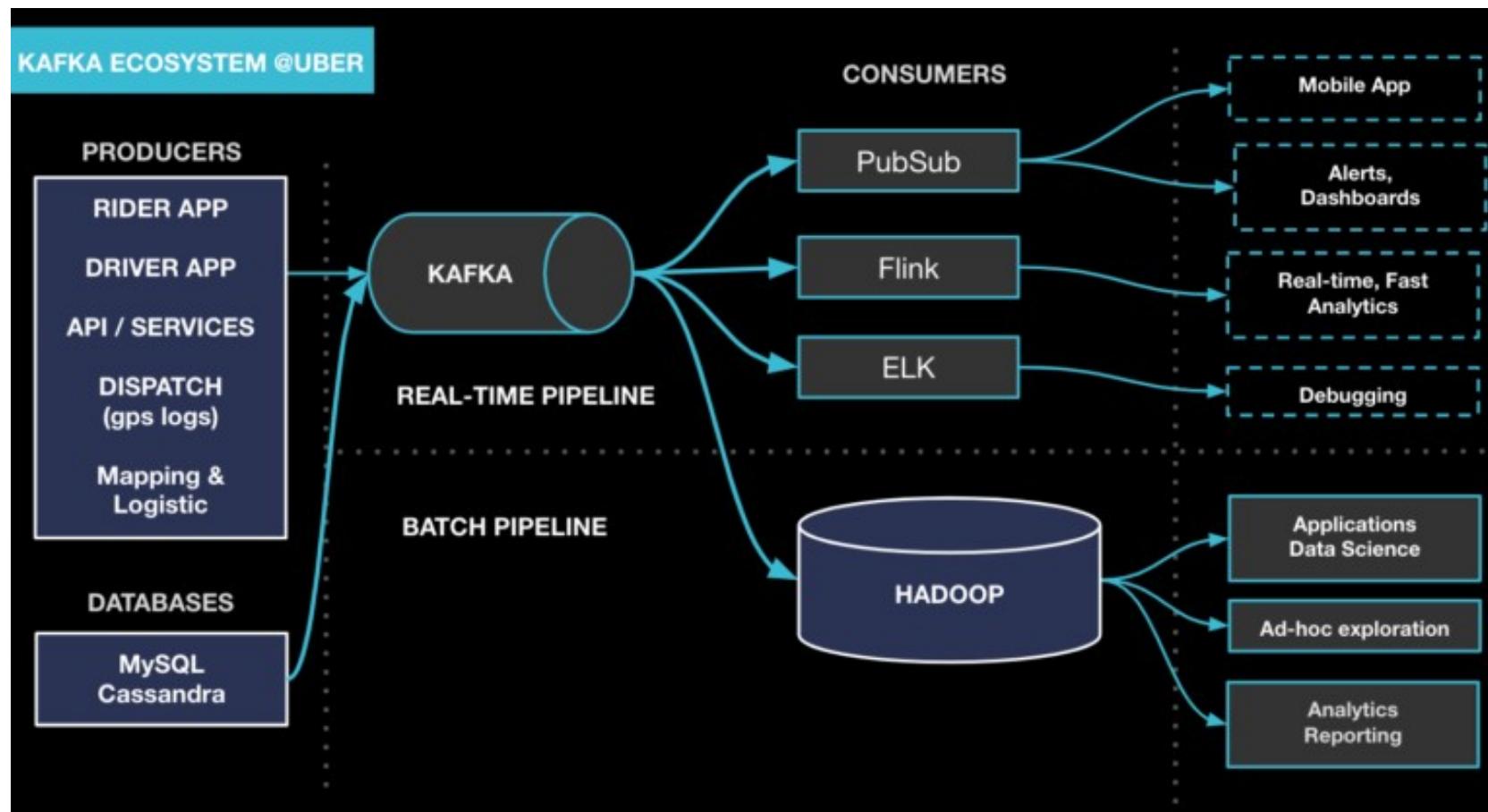
Exemple Architecture ELK

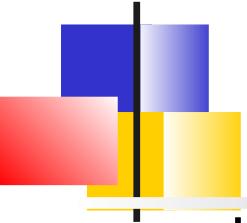
Bufferisation des événements



Ingestion massive de données

Exemple Uber





Architecture Event-driven

Les architectures *event-driven* sont une alternative intéressante dans un contexte micro-services.

- Cela produit généralement des architectures plus souples et plus réactives.

Chaque micro-service consomme en continu des événements :

- Lit un ou plusieurs topics Kafka en entrée
- Effectue un traitement
- Écrit vers un ou plusieurs topics de sortie

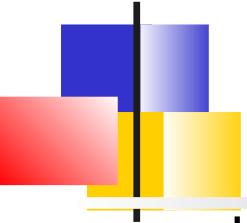
Kafka Stream, Spring Cloud Stream ou Spring Cloud Data Flow facilitent ce type d'architecture

Data Stream Exemple Spring Cloud Data Flow

Streams

Create a stream using text based input or the visual editor.





Kafka comme système de stockage

Les enregistrements sont écrits et répliqués sur le disque.

La structure de stockage est très scalable.

Kafka fonctionne de la même manière avec 50 Ko ou 50 To de données.

=> Kafka peut être considéré comme un système de stockage.

A la différence d'une BD, il stocke l'intégralité de l'historique des données plutôt qu'un simple instantané

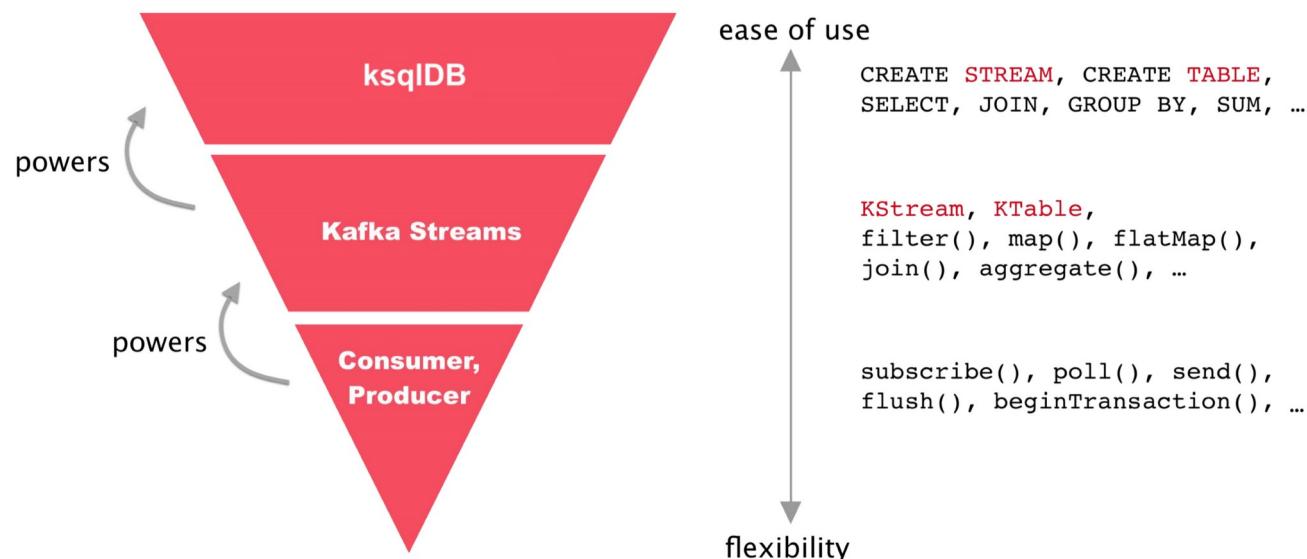
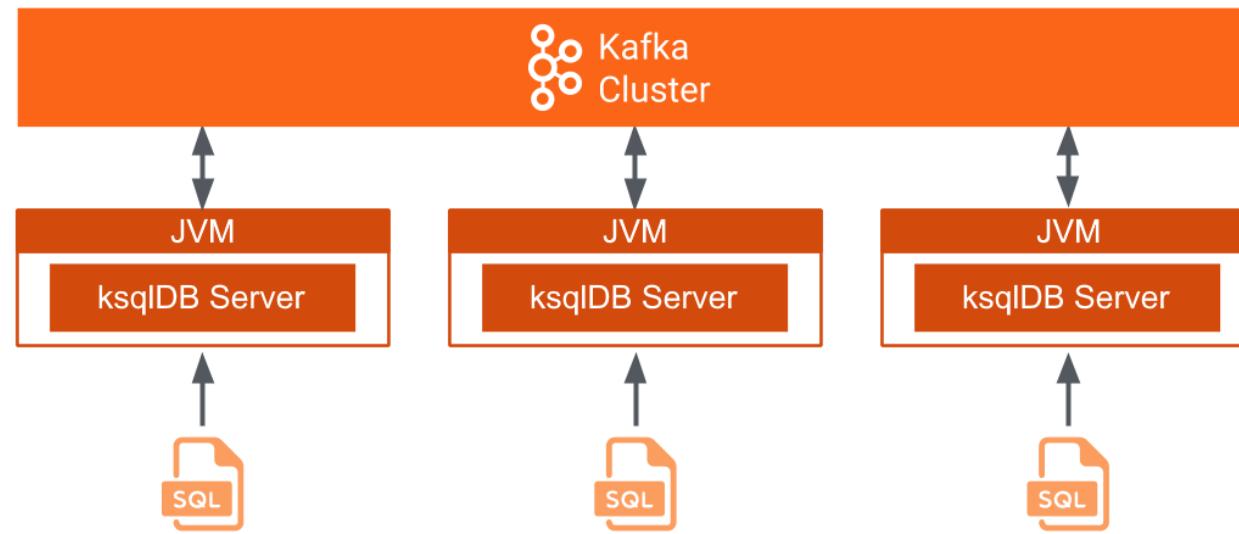
Kafka peut alors être utilisé comme *EventStore* et permet la mise en place du pattern *Event Sourcing*¹ utilisé dans les micro-services

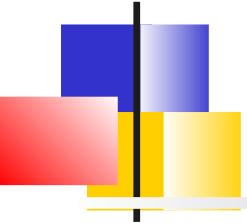
Des abstractions sont proposées pour faciliter la manipulation de l'*EventStore* : Projet **ksqldb**²

1. <https://microservices.io/patterns/data/event-sourcing.html>

2. <https://ksqldb.io/overview.html>

ksqldb Standalone Application (Headless Mode)

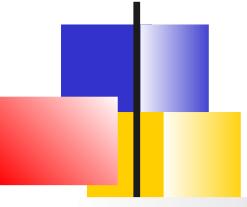




Introduction Kafka

Le projet Kafka
Cas d'usage

Concepts cœur de Kafka

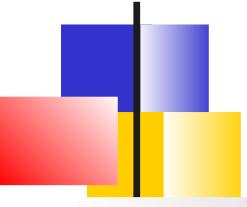


Concepts de base

Kafka s'exécute en **cluster** sur un ou plusieurs serveurs (**brokers**) pouvant être déployés dans différents data-center.

Le cluster Kafka stocke des flux d'enregistrements : les **records** dans des rubriques : les **topics** .

Chaque enregistrement se compose d'une clé éventuelle, d'une valeur et d'un horodatage.

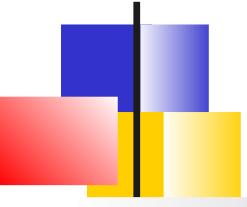


Protocole Client/Serveur

Dans Kafka, la communication entre les clients et les serveurs s'effectue via un protocole TCP simple, performant et indépendant du langage.

- Ce protocole est versionné et maintient une compatibilité ascendante avec les versions plus anciennes.

Apache fournit un client Java, mais les clients sont disponibles dans de nombreuses langages.¹



Topic

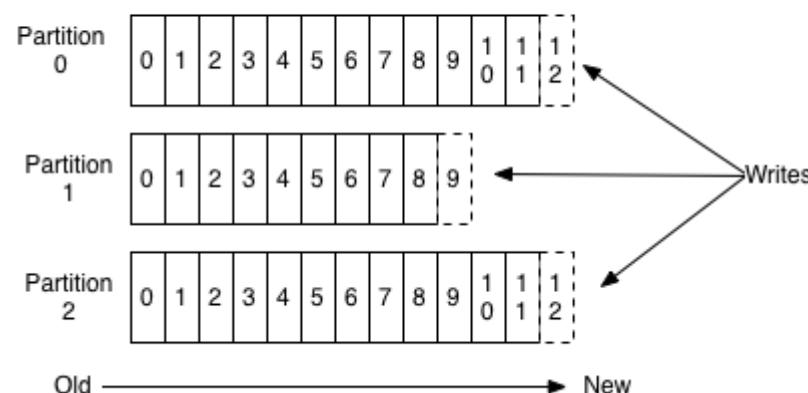
Les *records* sont publiés vers des **topics**.

Les *topics* de Kafka peuvent avoir Zéro, Un ou de multiples abonnés

Les topics peuvent être **partitionnés**.

Le cluster Kafka conserve donc un journal partitionné

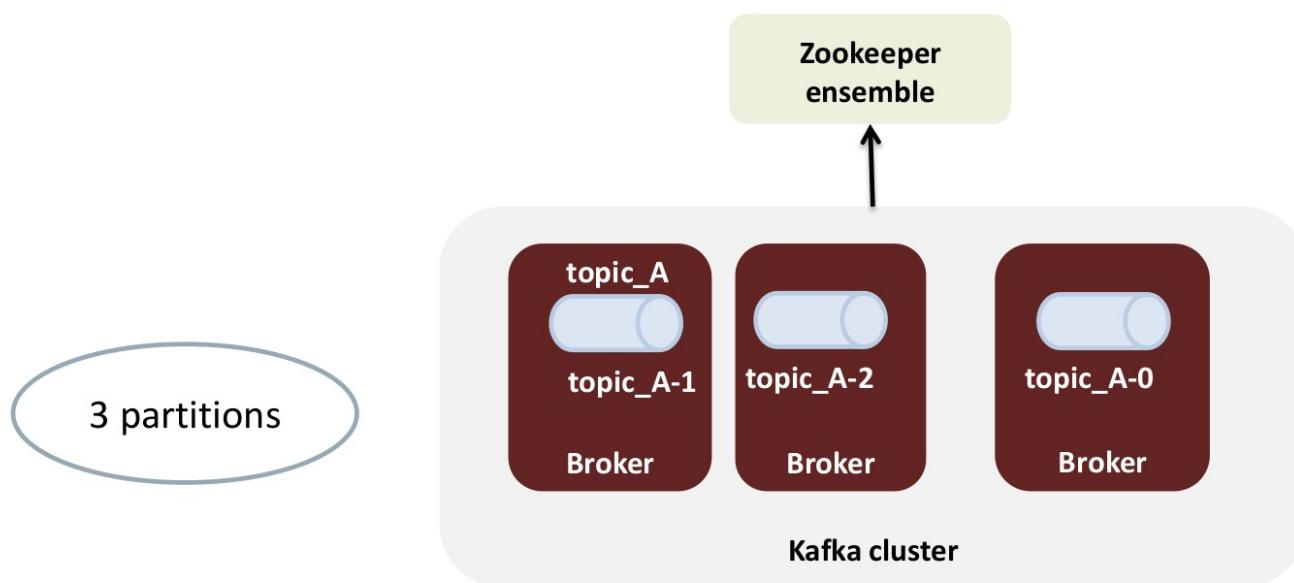
Anatomy of a Topic



Apport des partitions

Les partitions autorisent le **parallélisme** et augmentent la **capacité de stockage** en utilisant les capacités disque de chaque nœud.

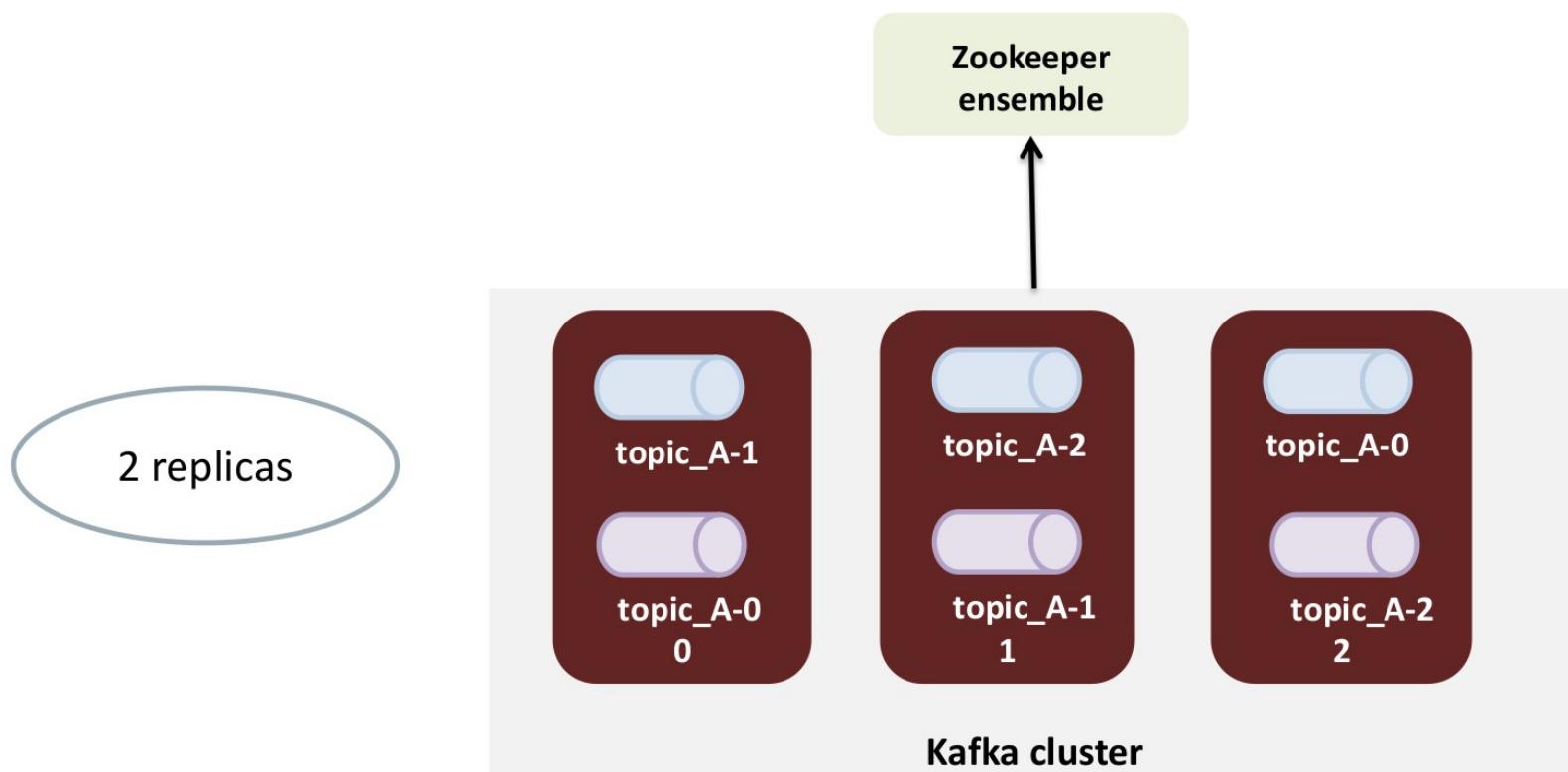
L'ordre des messages n'est garanti qu'à l'intérieur d'une partition
Le nombre de partition est fixé à la création du *topic*

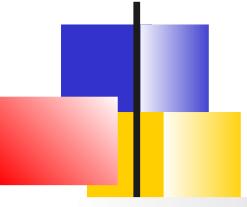


RéPLICATION

Les partitions peuvent être **répliquées**

- La réPLICATION permet la tolérance aux pannes et la durabilité des données





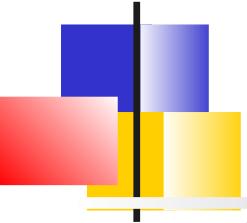
Distribution des partitions

Les partitions sont réparties sur les instances du cluster.

Les répliques sont distribuées sur des instances différentes

Pour chaque partition répliquée, une des instances agit comme **maître (leader)**. Les autres comme **suiveurs (follower)**

- Le maître coordonne les lectures et les écritures sur la partition
- Les suiveurs répliquent passivement le maître
- Si le maître défaillit, un processus d'élection choisit un autre maître parmi les répliques



Partition et offset

Chaque partition est une séquence **ordonnée et immuable** d'enregistrements.

Un numéro d'identification séquentiel nommé **offset** est attribué à chaque enregistrement.

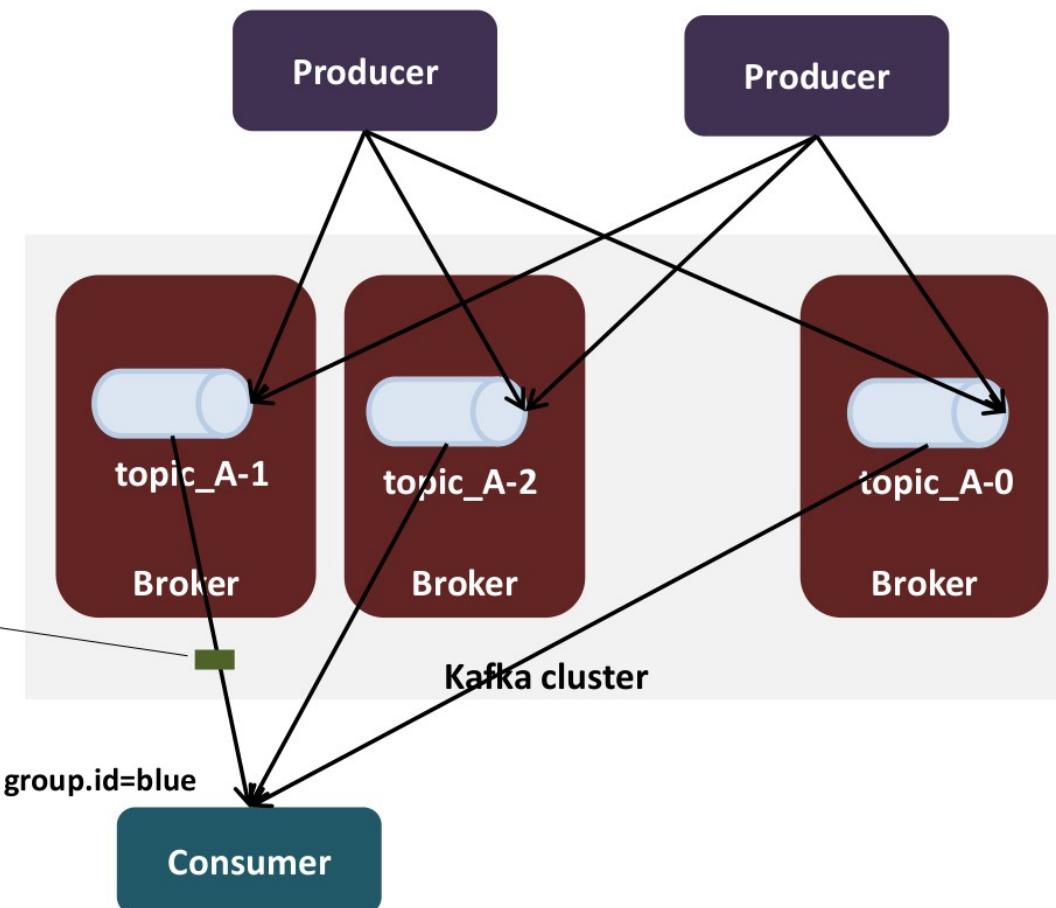
Le cluster Kafka conserve durablement tous les enregistrements publiés, qu'ils aient ou non été consommés, en utilisant une **période de rétention** configurable.

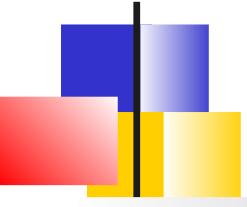
Clients du cluster

Les producteurs et consommateurs sont connectés à tous les brokers détenant le *topic*

Ils découvrent les nœuds grâce à des adresses de bootstrap

- message (record, event)
- key-value pair
- string, binary, json, avro
- serialized by the producer
- stored in broker as byte arrays
- deserialized by the consumer





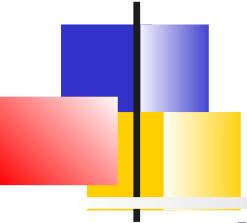
Routing des messages

Les producteurs sont responsables du choix de la partition en fonction de l'enregistrement

Cela peut être fait

- via une stratégie Round-Robin assurant un équilibrage de charge
- En fonction des données de l'enregistrement.
Typiquement, la clé

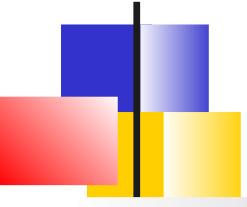
Ce routage est en général délégué au client Kafka mais peut également être pris en charge par l'application.



Groupe de consommateurs

Les consommateurs sont taggés avec un nom de **groupe**

- Plusieurs instances de processus ou plusieurs threads peuvent avoir le même nom de groupe
=> scalabilité de la consommation
- Chaque enregistrement d'un topic est remis à une instance au sein de chaque groupe de consommateurs.

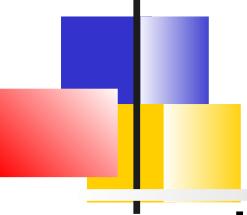


Offset consommateur

Kafka conserve pour un groupe de consommateurs son **offset** de lecture.

Kafka met à jour l'offset lorsqu'il reçoit des ordres de **commit** de la part du consommateur:

- normalement, le consommateur avance son offset au fur et à mesure de sa lecture des enregistrements,
- mais, il peut consommer dans l'ordre qu'il souhaite. Par exemple, retraitier les données les plus anciennes ou repartir d'un offset particulier.



Consommateur vs Partition

Rééquilibrage dynamique

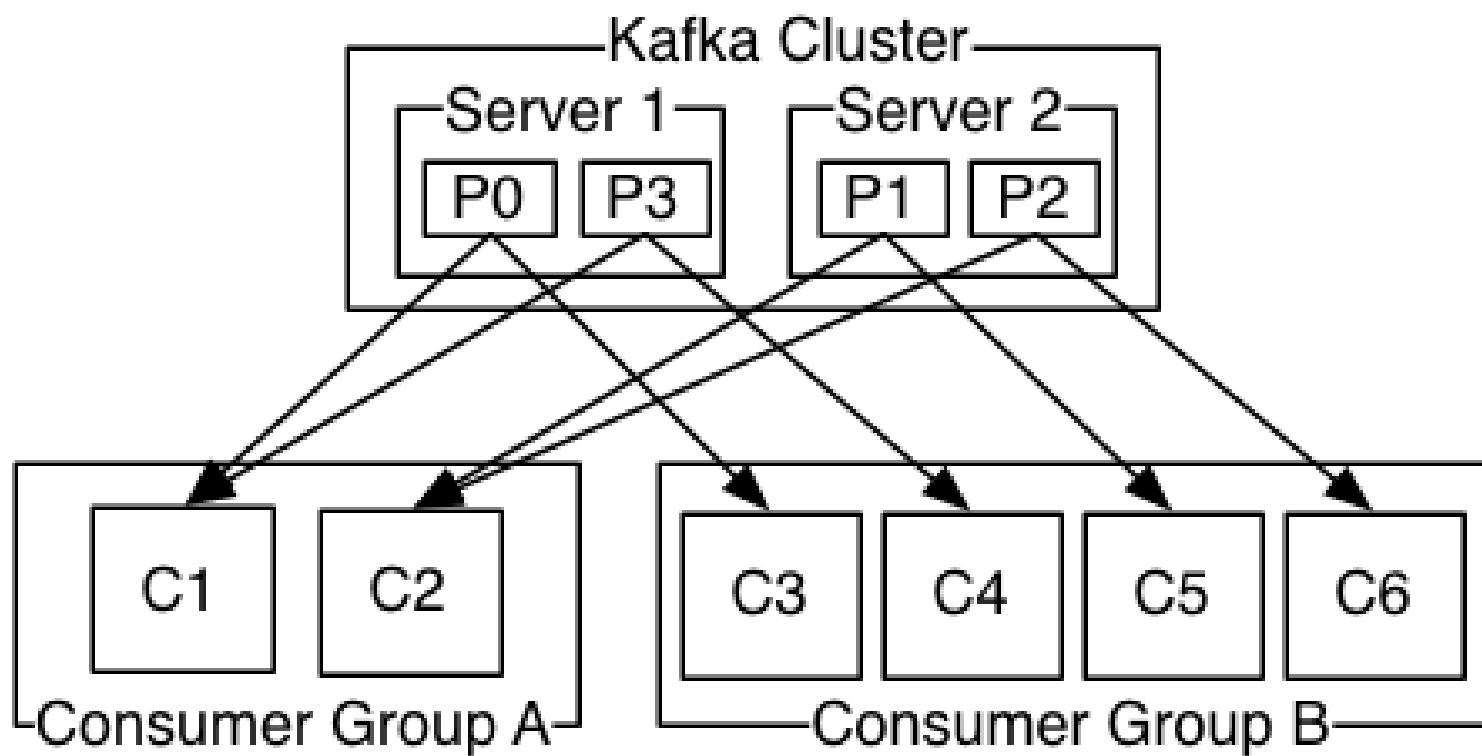
Kafka assigne les partitions à des instances de consommateur d'un même groupe.

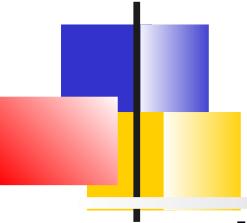
- A tout moment, un consommateur est exclusivement dédié à une partition

Ceci est géré dynamiquement par le protocole Kafka.

- Si de nouvelles instances rejoignent le groupe, elles reprendront certaines partitions des autres membres du groupe;
- si une instance meurt, ses partitions seront distribuées aux instances restantes.

Exemple

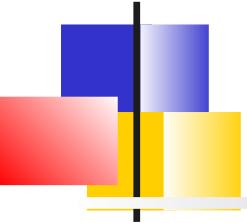




Ordre des enregistrements

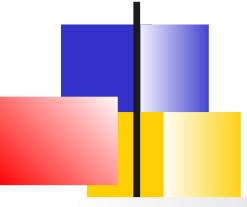
Kafka garantit un ordre total sur les enregistrements d'une partition, mais pas sur les différentes partitions d'un topic.

- L'ordre sur les partitions, combiné à la possibilité de partitionner les données par une clé est suffisant pour la plupart des applications.
- Si une application nécessite un ordre strict sur tous les enregistrements. Il faut que le topic n'est qu'une seule partition



Cluster Kafka

Cluster
KRaft
Distributions / Installation
Utilitaires *Kafka*
Outils graphiques

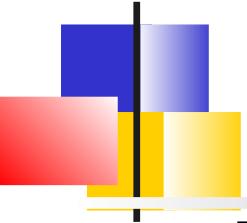


Cluster

Kafka est exécuté comme un cluster d'un ou plusieurs **serveurs** pouvant s'étendre sur plusieurs centres de données.

- Certains de ces serveurs appelés les **brokers** forment la couche de stockage.
- Un serveur est désigné **contrôleur**.
Son rôle est de prendre des décisions concernant le cluster comme l'affectation de partitions

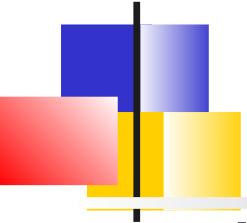
Avant la version 3.x, un cluster Kafka nécessitait également un ensemble Zookeeper permettant de stocker les méta-données nécessaires au contrôleur



Nombre de brokers

Pour déterminer le nombre de brokers :

- Premier facteur :
Le niveau de tolérance aux pannes requis
- Second facteur :
La capacité de disque requise pour conserver les messages et la quantité de stockage disponible sur chaque *broker*.
- 3ème facteur :
La capacité du cluster à traiter le débit de requêtes en profitant du parallélisme.

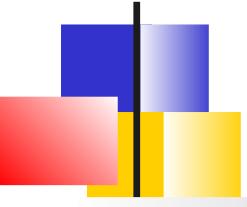


Configuration et démarrage

Kafka fournit un script de démarrage :
kafka-server-start.sh

Chaque serveur est démarré via ce script
qui lit sa configuration :

- Dans un fichier properties
server.properties
- Certaines propriétés sont généralement surchargées par la commande en ligne
Option **--override**

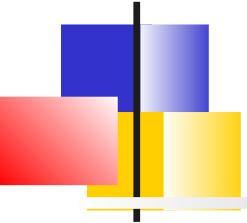


Principales configuration

Les configurations principales sont :

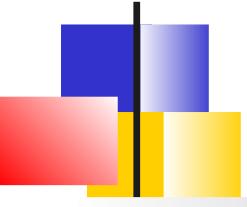
- ***cluster.id***¹ : Identique pour chaque serveur.
- ***broker.id/node.id*** : Différent pour chaque broker
- ***log.dirs*** : Ensemble de répertoires de stockage des enregistrements
- ***listeners*** : Ports ouverts pour communication avec les clients et inter-broker
- ***auto.create.topics.enable*** : Création automatique de topic à l'émission ou à la consommation

1. Généré automatiquement via Zookeeper, doit être précisé en mode Kraft



Cluster Kafka

Cluster
KRaft
Distributions / Installation
Utilitaires *Kafka*
Outils graphiques



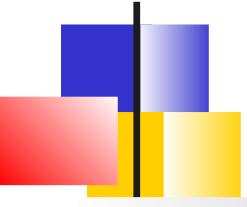
Kraft mode

Apache Kafka Raft (KRaft) basé sur le protocole de consensus *Raft* simplifie grandement l'architecture de Kafka en se séparant du processus séparé ZooKeeper.

En mode KRaft, chaque serveur Kafka est configuré en tant que contrôleur, broker ou les deux à la fois via la propriété ***process.roles***¹

Si *process.roles* n'est pas définie, il est supposé être en mode ZooKeeper.

1. Les valeurs possibles sont donc : **broker** ou **controller** ou **broker,controller**

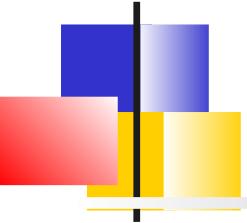


Contrôleurs

Certains processus Kafka sont donc des contrôleurs, ils participent aux quorums sur les métadonnées.

- Une majorité des contrôleurs doivent être vivants pour maintenir la disponibilité du cluster
- Ils sont donc typiquement en nombre impair. (3 pour tolérer 1 défaillance, 5 pour 2)

Tous les serveurs découvrent les votants via la propriété ***controller.quorum.voters*** qui les liste en utilisant l'*id*, le *host* et le *port*
controller.quorum.voters=id1@host1:port1,id2@host2:port2,id3@host3:port3



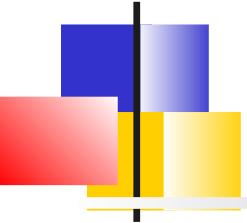
Cluster ID

Chaque cluster a un ***ID*** qui doit être présent dans les configurations de chaque serveur.

Avec Kraft mode, il faut définir soit même cet ID.

L'outil *kafka-storage.sh* permet de générer un ID aléatoire :

bin/kafka-storage.sh random-uuid



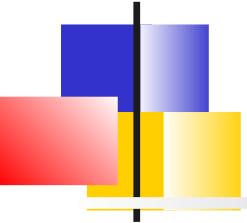
Formatting des répertoires de log

Avec le mode Kraft, il est nécessaire de formatter les répertoires des logs.

- Le formatting consiste à créer 2 fichiers de métadonnées :
 - ***meta.properties***
 - ***bootstrap.checkpoint***
- Ces fichiers sont dépendants des propriétés *cluster.id* et *node.id*

Pour créer les fichiers :

bin/kafka-storage.sh format -t <cluster_id> -c server.properties

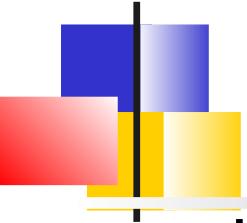


Cluster Kafka

Cluster
KRaft

Distributions / Installation

Utilitaires *Kafka*
Outils graphiques



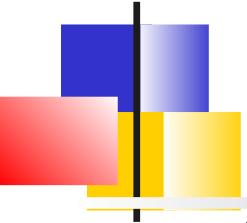
Introduction

Kafka peut être déployé

- sur des serveurs physiques, des machines virtuelles ou des conteneurs
- sur site ou dans le cloud

Différentes distributions peuvent être récupérées :

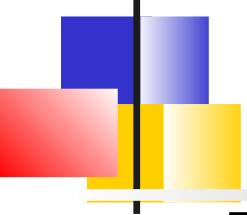
- Binaire chez Apache.
OS recommandé Linux + pré-installation de Java
(Support de Java 17 pour 3.1.0)
- Images docker ou packages Helm (Bitnami par exemple)
- Confluent Platform (Téléchargement ou cloud)



Hardware

Afin de sélectionner le matériel :

- Débit de disque : Influence sur les producteurs de messages. SSD si beaucoup de clients
- Capacité de disque : Estimer le volume de message * période de rétention
- Mémoire : Faire en sorte que le système ait assez de mémoire disponible pour utiliser le cache de page. Pour la JVM, 5Go permet de traiter beaucoup de message
- Réseau : Potentiellement beaucoup de trafic. Favoriser les cartes réseau de 10gb
- CPU : Facteur moins important

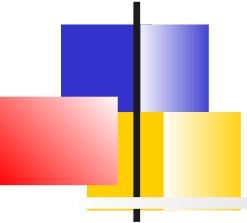


Installation à partir de l'archive

Téléchargement, puis

```
# tar -zxf kafka_<version>.tgz
# mv kafka_<version> /usr/local/kafka
# mkdir /tmp/kafka-logs
# export JAVA_HOME=/usr/java/jdk17
# cd /usr/local/kafka/bin
# ./kafka-server-start.sh -daemon ../config/server.properties
#
```

Les propriétés de configuration définies dans ***server.properties*** peuvent être surchargées en ligne de commande par l'option **--override**



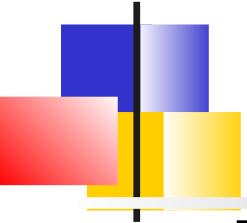
Images bitnami

Images basées sur minideb (minimaliste Debian)

```
docker run -d --name kafka-server \
--network app-tier \
-e ALLOW_PLAINTEXT_LISTENER=yes \
bitnami/kafka:latest
```

Prises en compte de variables d'environnement pour configurer Kafka

- Variables spécifiques bitnami.
Ex : BITNAMI_DEBUG, ALLOW_PLAINTEXT_LISTENER,
...
- Mapping des variables d'environnement préfixée par KAFKA_CFG_
Ex : KAFKA_CFG_AUTO_CREATE_TOPICS_ENABLE



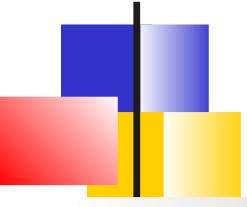
Packages Helm

Bitnami propose des packages Helm pour déployer vers Kubernetes ou des clouds

```
helm install my-release  
oci://registry-1.docker.io/bitnamicharts/kafka
```

De nombreux paramètres sont disponibles :

- *replicaCount* : Nombre de répliques
- *config* : Fichier de configuration
- *existingConfigmap* : Pour utiliser les ConfigMap
- ...



Configuration broker

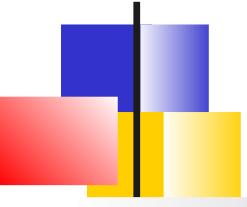
cluster.id : Chaque cluster a un ID

broker.id : Chaque broker doit avoir un identifiant entier unique à l'intérieur du cluster

listeners: Par défaut 9092

zookeeper.connect : Listes des serveurs Zookeeper sous la forme *hostname:port/path*
path chemin optionnel pour l'environnement *chroot*

log.dirs : Liste de chemins locaux où kafka stocke les messages



Configuration broker

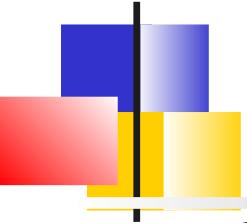
node.id : Chaque broker doit avoir un identifiant entier unique à l'intérieur du cluster

listeners : Par défaut 9092 et 9093 pour la communication inter-contrôleurs

process.roles : Le rôle du serveur Par défaut *broker,controller*

controller.quorum.voters : Listes des contrôleurs

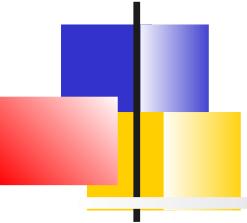
log.dirs : Liste de chemins locaux où kafka stocke les messages (Doivent être préformatés)



Configuration cluster

3 contraintes pour la configuration d'un cluster :

- Tous les brokers doivent avoir le même paramètre ***cluster.id***
- Chaque broker doit avoir une valeur unique pour ***node.id***
- Au moins 1 broker doit avoir le rôle contrôleur



Configuration par défaut des topics

num.partitions : Nombre de partitions, défaut 1

default.replication.factor : Facteur de réPLICATION, défaut 1

min.insync.replicas : Joue sur les garanties de message.
Défaut 1

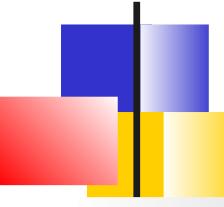
log.retention.ms : Durée de réTENTION de messages. 7J par défaut

log.retention.bytes : Taille maximale des logs. Pas défini par défaut

log.segment.bytes : Taille d'un segment. 1Go par défaut

log.roll.ms : Durée maximale d'un segment avant rotation. Pas défini par défaut

message.max.bytes : Taille max d'un message. 1Go par défaut



Vérifications de l'installation

Création de topic :

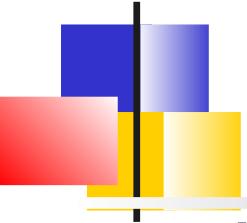
```
bin/kafka-topics.sh --create --bootstrap-server  
localhost:9092 --replication-factor 1 --partitions 1 --  
topic test
```

Envois de messages :

```
bin/kafka-console-producer.sh --bootstrap-server  
localhost:9092 --topic test  
This is a message  
This is another message  
^D
```

Consommation de messages :

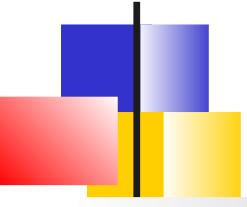
```
bin/kafka-console-consumer.sh --bootstrap-server  
localhost:9092 --topic test --from-beginning  
This is a message  
This is another message
```



Script d'arrêt

La distribution propose également un script d'arrêt permettant d'arrêter les process Kafka en cours d'exécution.

bin/kafka-server-stop.sh

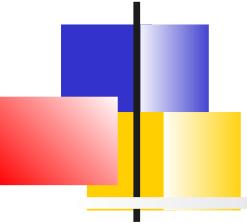


Fichiers de trace

La configuration des fichiers de trace est définie dans
conf/log4j.properties

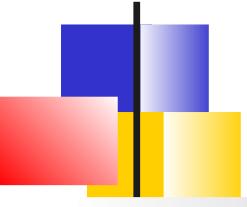
Par défaut sont générés :

- ***server.log*** : Traces générales
- ***state-change.log*** : Traces des changements d'état
(topics, partition, brokers, répliques)
- ***kafka-request.log*** : Traces des requêtes clients et
inter-broker
- ***log-cleaner.log*** : Suppression des messages expirés
- ***controller.log*** : Logs du contrôleur
- ***kafka-authorizer.log*** : Traces sur les ACLs



Cluster Kafka

Cluster
KRaft
Distributions / Installation
Utilitaires Kafka
Outils graphiques

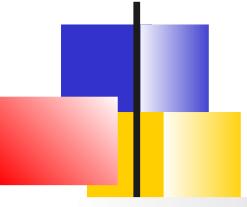


Introduction

Le répertoire ***\$KAFKA_HOME/bin*** contient de nombreux scripts utilitaires dédiés à l'exploitation du cluster.

Les scripts utilisent l'API Java de Kafka

Une aide est disponible pour chaque script décrivant les paramètres requis ou optionnels



Gestion des topics

Le script ***bin/kafka-topics.sh*** permet de créer, supprimer, modifier ou visualiser un topic

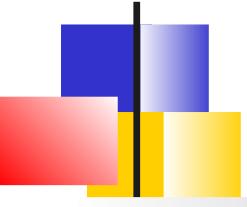
Les valeurs par défaut des topics sont définis dans *server.properties* mais peuvent être surchargées pour chaque topic

Exemple création de topic :

```
bin/kafka-topics.sh --create \  
  --bootstrap-server localhost:9092 \  
  --replication-factor 1 --partitions 13 \  
  --topic my-topic
```

Exemple listing des topics :

```
bin/kafka-topics.sh --list \  
  --bootstrap-server localhost:9092
```

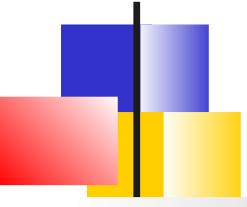


Choix du nombre de partitions

Une fois un *topic* créé, on ne peut pas diminuer son nombre de partitions. Une augmentation est possible mais peut générer des problèmes.

Lors du choix, il faut tenir compte de :

- Du débit des écritures
- Le débit maximum de consommation
- L'espace disque et la bande passante réseau sur chaque broker
- En général en augmentant le nombre de partitions, on augmente le débit global de l'application en s'autorisant plus de consommateurs
- Mais évitez de surestimer, car chaque partition utilise de la mémoire et le nombre de partitions augmente le temps du processus d'élection du maître



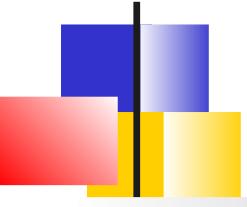
Envoi de message

Le script ***bin/kafka-console-producer.sh*** permet de tester l'envoi des messages sur un topic

Exemple :

```
bin/kafka-console-producer.sh \
  --bootstrap-server localhost:9092 \
  --topic my-topic
```

...Puis saisir les messages sur l'entrée standard

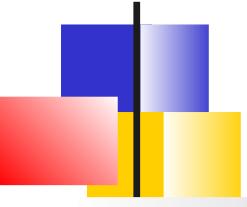


Lecture de message

Le script ***bin/kafka-console-consumer.sh*** permet de consommer les messages d'un topic

Exemple lecture depuis l'origine :

```
bin/kafka-console-consumer.sh \
  --bootstrap-server localhost:9092 \
  --topic my-topic \
  --from-beginning
```



Autre utilitaires

kafka-consumer-groups.sh permet de gérer les groupes de consommateurs : les lister et manipuler leurs offsets

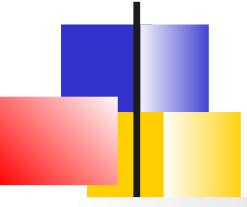
kafka-reassign-partitions.sh permet de gérer les partitions, déplacement sur de nouveau brokers, de nouveaux répertoire, extension de cluster, ...

kafka-replica-verification.sh : Vérifie

kafka-log-dirs.sh : Obtient les informations de configuration des log.dirs du cluster

kafka-dump-log.sh permet de parser un fichier de log et d'afficher les informations utiles pour debugger

kafka-delete-records.sh Permet de supprimer des messages jusqu'à un offset particulier



Autre utilitaires (2)

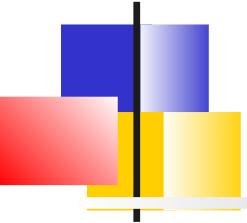
kafka-configs.sh permet des mises à jour de configuration dynamique des brokers

kafka-cluster.sh obtenir l'ID du cluster et sortir un broker du cluster

kafka-metadata-quorum.sh permet d'afficher les informations sur les contrôleurs

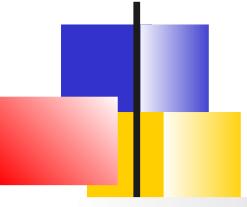
kafka-acls.sh permet de gérer les permissions sur les topics

kafka-verifiable-consumer.sh, kafka-verifiable-producer.sh: Utilitaires permettant de produire ou consommer des messages et de les afficher sur la console au format JSON



Cluster Kafka

Cluster
KRaft
Distributions / Installation
Utilitaires Kafka
Outils graphiques



Outils graphiques

Il peut être intéressant de s'équiper d'outils graphiques aidant à l'exploitation du cluster.

Comme produit gratuit, semi-commerciaux citons :

- **Akhq** (<https://akhq.io/>)
- **Kafka Magic** (<https://www.kafkamagic.com/>)
- **Redpanda Console** (<https://docs.redpanda.com/docs/manage/console/>)

Ils proposent une interface graphique permettant :

- De rechercher et afficher des messages,
- Transformer et déplacer des messages entre des topics
- Gérer les topics
- Automatiser des tâches.

La distribution commerciale de Confluent a naturellement un outil graphique d'exploitation

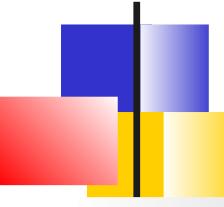
Kafka Magic

The image shows the Kafka Magic interface for Apache Kafka. The left sidebar has a purple header with the title "Kafka Magic for Apache Kafka®". It includes a "Cluster Explorer" button and three icons: a refresh, a gear, and a circular arrow. The sidebar navigation shows "Kafka Clusters" expanded, with "Local" selected. Under "Local", "Topics" is expanded, showing "__consumer_offsets" and "test". "Partitions" is also expanded, showing "Partition 0". A search bar labeled "find..." is located next to the "Topics" section. The main content area has a purple header with "Register New" and "Pro Features" and "Feedback" buttons. The main title is "Registered connections to Kafka clusters". A table lists one connection:

Name	Bootstrap Servers	Schema Registry Url
Local	localhost:9092	Not configured

Below the table are pagination controls: "Items per page: 10", "1 – 1 of 1", and navigation arrows (left, right, first, last).

Page footer: © 2019 - 2023 Digitsy, Inc. Community edition v.4.0.1.138



akhq

X

0.24.0

my-cluster

Nodes

Topics

Live Tail

Consumer Groups

ACLS

Schema Registry

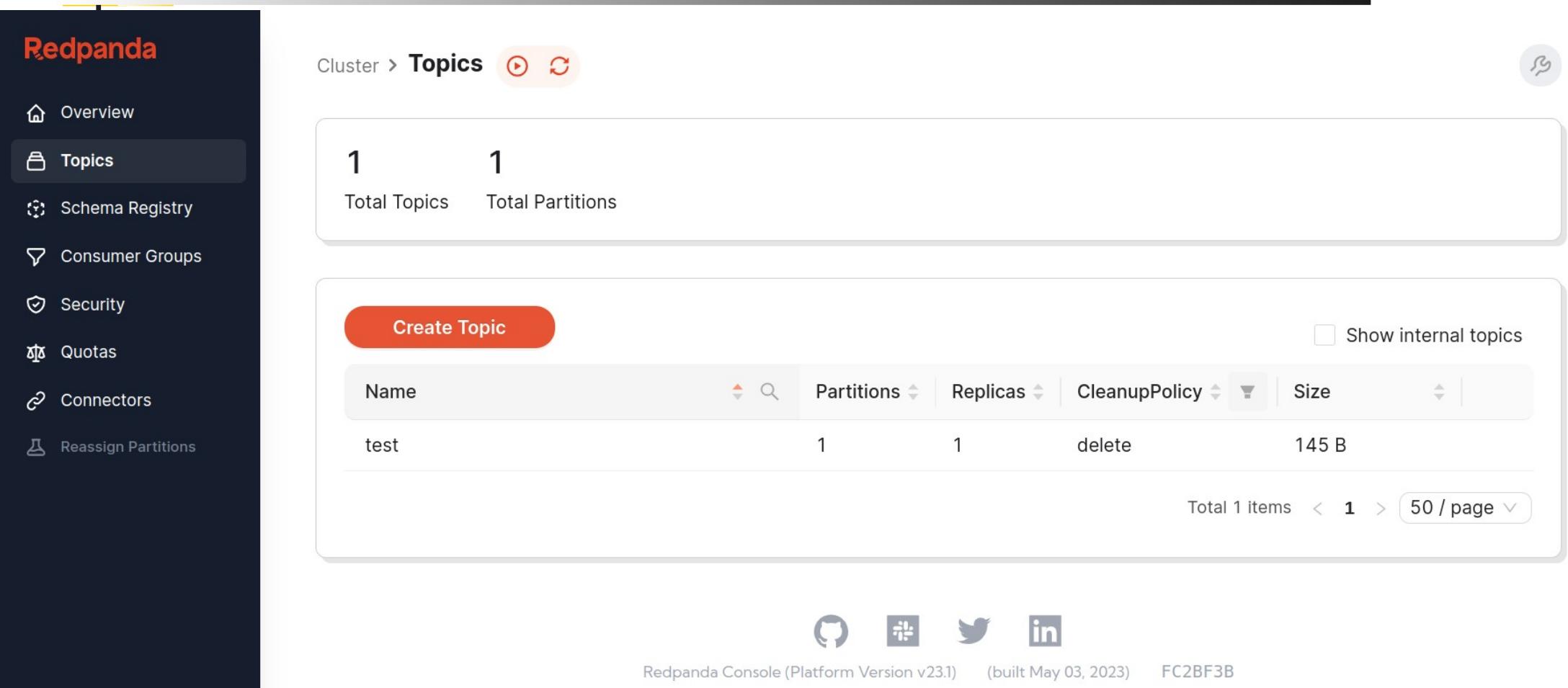
Settings

default

Nodes

ID	Host	Controller	Partitions (% of total)	Rack
1	localhost:9092	False	1 (100.00%)	
2	localhost:9192	True	4 (100.00%)	
3	localhost:9292	False	4 (100.00%)	

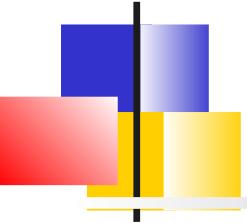
Redpanda Console



The screenshot shows the Redpanda Console interface. On the left is a dark sidebar with the Redpanda logo at the top and several navigation items: Overview, Topics (which is selected and highlighted in blue), Schema Registry, Consumer Groups, Security, Quotas, Connectors, and Reassign Partitions. The main content area has a header "Cluster > Topics" with two small circular icons. Below this, it displays "1 Total Topics" and "1 Total Partitions". A large button labeled "Create Topic" is visible. The table below lists one topic entry:

Name	Partitions	Replicas	CleanupPolicy	Size
test	1	1	delete	145 B

At the bottom right of the table, there are pagination controls: "Total 1 items" and "50 / page". At the very bottom of the page, there are social media sharing icons for GitHub, LinkedIn, Twitter, and a red square icon. The footer contains the text "Redpanda Console (Platform Version v23.1) (built May 03, 2023) FC2BF3B".



Apache Kafka et ses APIs

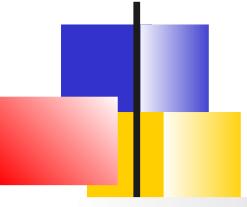
Les APIs Kafka

Producer API

Consumer API

Sérialisation et Schema Registry

Autres APIs

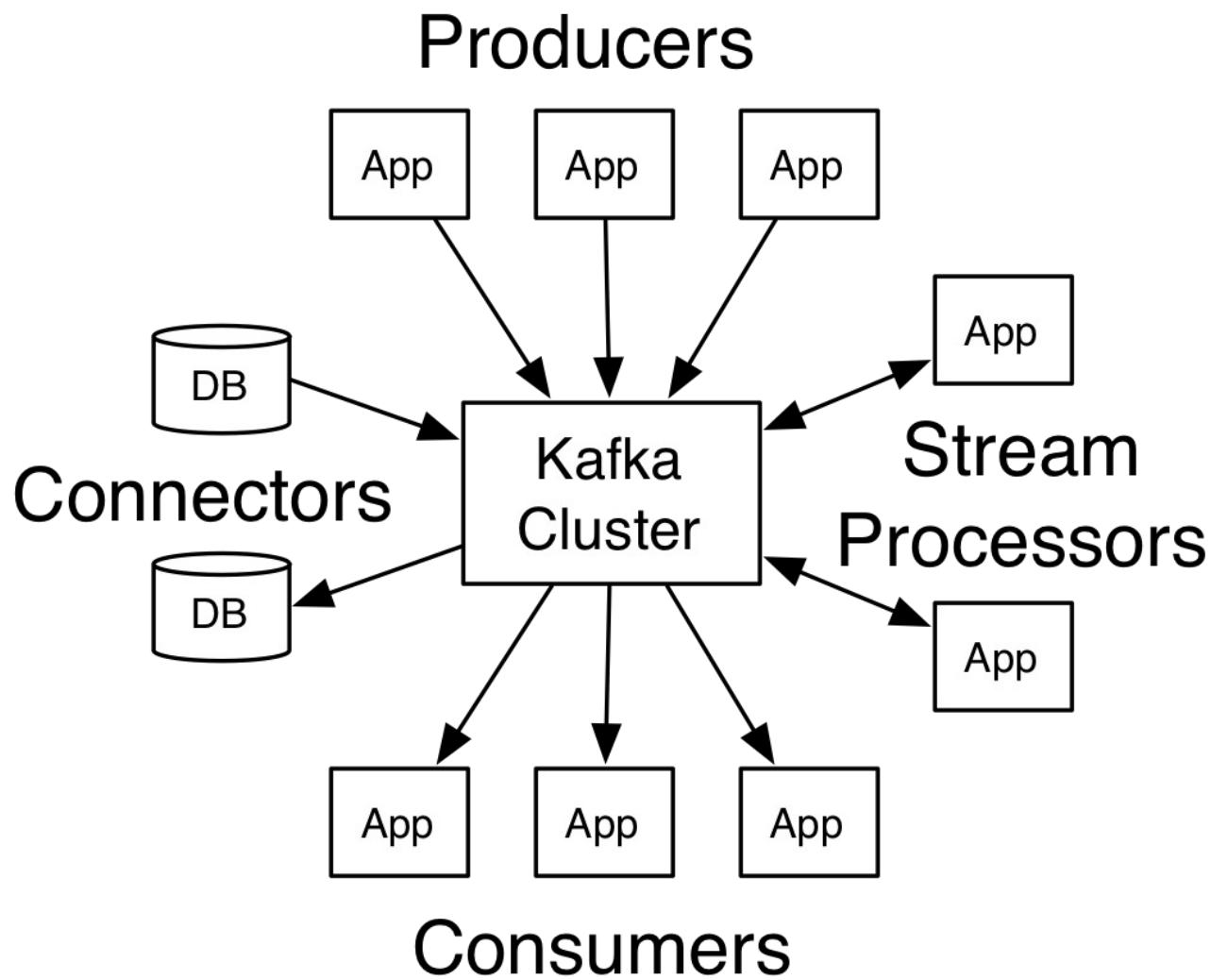


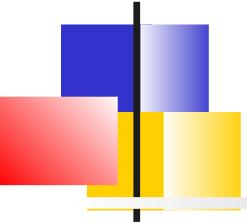
APIs

Kafka propose 5 principales APIs :

- L'API **Producer** permet à une application de publier un flux sur un ou plusieurs topics Kafka.
- L'API **Consumer** permet à une application de s'abonner à un ou plusieurs topics et de traiter le flux d'enregistrements associé.
- L'API **Streams** permet à une application d'agir comme un processeur de flux, consommant un ou plusieurs topic d'entrée et produisant un flux de sortie vers un ou plusieurs topics.
- L'API **Connector** permet de créer et d'exécuter des producteurs ou des consommateurs à partir de système tierces (BD, fichiers, STDOUT, ...)
- L'API **Admin** permet de gérer les topics et le cluster

APIs

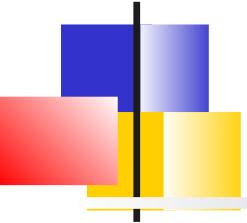




Dépendances

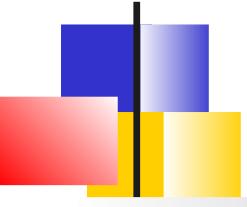
Java

```
<dependency>
    <groupId>org.apache.kafka</groupId>
    <artifactId>kafka-clients</artifactId>
    <version>${kafka-version}</version>
</dependency>
```



Apache Kafka et ses APIs

Les APIs Kafka
Producer API
Consumer API
Sérialisation Json, Avro
KafkaAdmin et KafkaStream

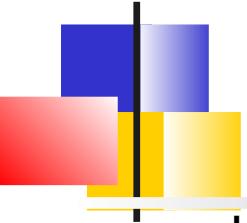


Introduction

L'API est simple mais les contraintes applicatives influencent la façon de l'utiliser ainsi que la configuration des *topics*

Les questions devant être posées :

- Chaque message est-il critique, ou peut-on tolérer des pertes de messages?
- La duplication accidentelle de messages est elle autorisée ?
- Y-a-t-il des exigences strictes de latence ou de débit ?

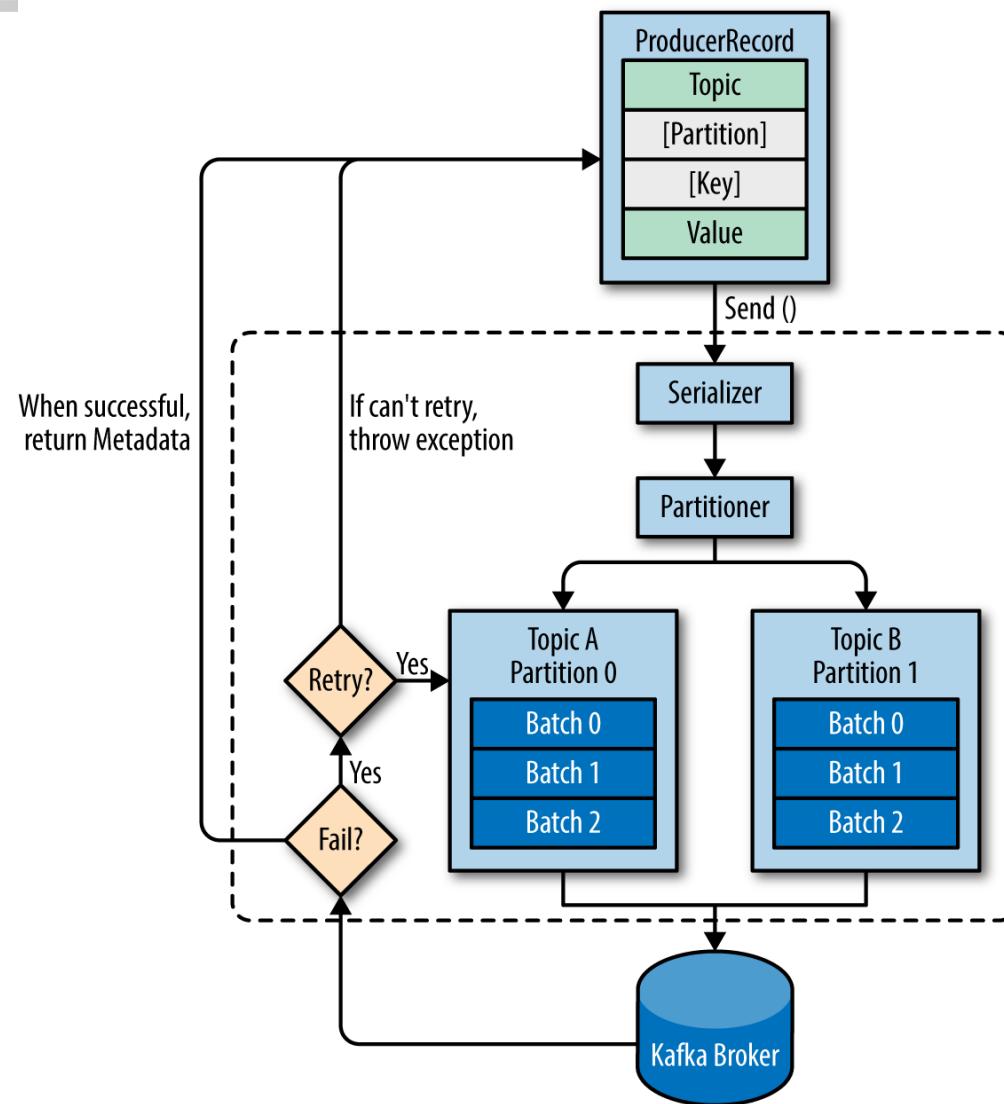


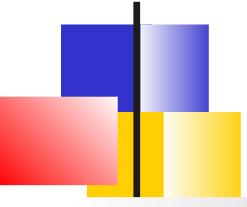
Étapes lors de l'envoi d'un message

L'envoi de message est constitué de plusieurs étapes :

- Création d'un objet **ProductRecord** encapsulant le topic et optionnellement une clé et une partition
- L'objet est **sérialisé** pour préparer sa transmission sur le réseau
- Les données sont ensuite fournies à un **partitionneur** qui détermine la partition de destination, (à partir de la partition indiquée, de la clé du message ou en Round-robin)
- Une fois la partition sélectionnée, le message est ajouté à un **lot de messages** destiné à la même partition.
Une thread séparée envoie le lot de messages.
- Lorsque le broker reçoit le message, il renvoie une réponse sous la forme d'un objet **RecordMetadata** encapsulant le *topic*, la partition, la clé et l'offset
- Si le broker n'arrive pas à écrire le message, il renvoie une erreur et le producteur peut réessayer un certain nombre de fois si l'erreur est **Retriable**

Envoi de message





Construire un Producteur

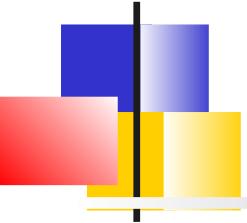
La première étape consiste à instancier un **KafkaProducer** en lui passant de propriétés de configuration

3 propriétés de configurations sont obligatoires :

- **bootstrap.servers** : Liste de brokers que le producteur contacte pour découvrir le cluster
- **key.serializer** : La classe utilisée pour la sérialisation de la clé
- **value.serializer** : La classe utilisée pour la sérialisation du message ...

1 optionnelle est généralement positionnée :

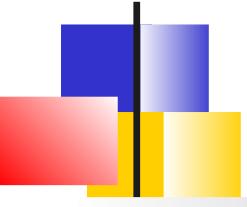
- **client.id** : Permet de tracer le producteur de message



Exemple Java

```
private Properties kafkaProps = new Properties();
kafkaProps.put("bootstrap.servers",
    "broker1:9092,broker2:9092");
kafkaProps.put("key.serializer",
    "org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer");
kafkaProps.put("value.serializer",
    "org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer");

producer = new KafkaProducer<String, String>(kafkaProps);
```



ProducerRecord

ProducerRecord représente l'enregistrement à envoyer .

Il contient le nom du *topic*, une valeur et éventuellement une clé, une partition, un timestamp

Constructeurs disponibles :

Sans clé

```
ProducerRecord(String topic, V value)
```

Avec clé

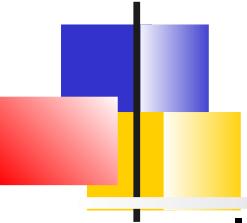
```
ProducerRecord(String topic, K key, V value)
```

Avec clé et partition

```
ProducerRecord(String topic, Integer partition, K key, V value)
```

Avec clé, partition et timestamp

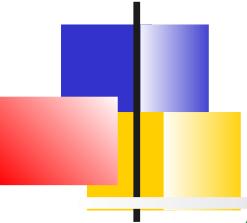
```
ProducerRecord(String topic, Integer partition, Long timestamp, K key, V value)
```



Méthodes d'envoi des messages

Il y 3 façons d'envoyer des messages :

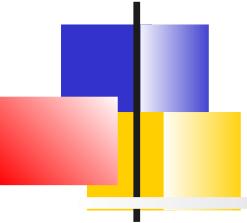
- **Fire-and-forget** : On n'attend pas d'acquittement,
- **Envoi synchrone** : La méthode d'envoi retourne un *Future*, l'appel à *get()* est bloquant et contient la réponse du broker. On traite éventuellement les cas d'erreurs
- **Envoi asynchrone** : Lors de l'envoi, on passe en argument une fonction de call-back. La méthode est appelée lorsque la réponse est retournée



Méthodes d'envoi

```
// Fire and forget
ProducerRecord<String, String> record =
new ProducerRecord<>("CustomerCountry", "Precision", "France");
try {
    producer.send(record);
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}

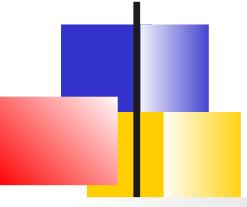
// Envoi synchrone
try {
    producer.send(record).get();
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
```



Envoi asynchrone avec call-back (Java)

```
private class DemoProducerCallback implements Callback {  
    @Override  
    public void onCompletion(RecordMetadata recordMetadata, Exception e) {  
        if (e != null) {  
            e.printStackTrace();  
        }  
    }  
}
```

```
ProducerRecord<String, String> record =  
new ProducerRecord<>("CustomerCountry", "Biomedical Materials", "USA");  
producer.send(record, new DemoProducerCallback());
```

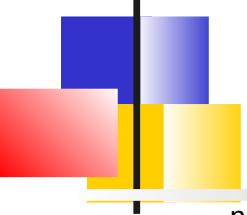


Sérialiseurs

Kafka inclut des sérialiseurs pour les types basiques (***ByteArraySerializer***, ***StringSerializer***, ***LongSerializer***, etc.).

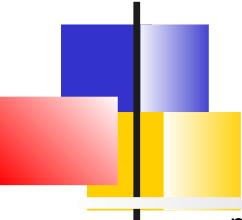
Pour des objets du domaine, il faut implémenter ses propres sérialiseurs/désérialiseurs en s'appuyant sur des librairies comme *Avro*, *Thrift*, *Protobuf* ou *Jackson*

La version commerciale de Confluent privilégie le sérialiseur *Avro* et permet une gestion fine des formats de sérialisation via les ***Schema Registry***



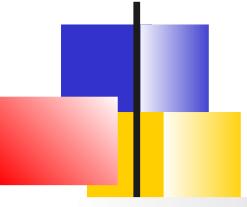
Exemple sérialiseur s'appuyant sur Jackson

```
public class JsonPOJOSerializer<T> implements Serializer<T> {  
    private final ObjectMapper objectMapper = new ObjectMapper();  
    /**  
     * Default constructor requis par Kafka  
     */  
    public JsonPOJOSerializer() { }  
  
    @Override  
    public void configure(Map<String, ?> props, boolean isKey) { }  
  
    @Override  
    public byte[] serialize(String topic, T data) {  
        if (data == null)  
            return null;  
  
        try {  
            return objectMapper.writeValueAsBytes(data);  
        } catch (Exception e) {  
            throw new SerializationException("Error serializing JSON message", e);  
        }  
    }  
  
    @Override  
    public void close() { }  
}
```



Exemple déserialiseur basé sur Jackson

```
public class JsonPOJODeserializer<T> implements Deserializer<T> {  
    private ObjectMapper objectMapper = new ObjectMapper();  
    private Class<T> tClass;  
    // Default constructor requis par Kafka  
    public JsonPOJODeserializer() { }  
  
    @Override  
    public void configure(Map<String, ?> props, boolean isKey) {  
        tClass = (Class<T>) props.get("JsonPOJOClass");  
    }  
  
    @Override  
    public T deserialize(String topic, byte[] bytes) {  
        if (bytes == null)  
            return null;  
        T data;  
        try {  
            data = objectMapper.readValue(bytes, tClass);  
        } catch (Exception e) {  
            throw new SerializationException(e);  
        }  
        return data;  
    }  
    @Override  
    public void close() { }  
}
```



Envoi de message

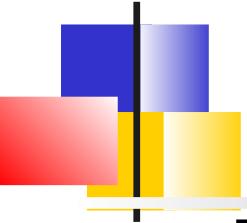
```
Properties props = new Properties();
props.put("bootstrap.servers", "localhost:9092");
props.put("value.serializer", "org.myappli.JsonPOJOSerializer");

String topic = "customerContacts";

Producer<String, Customer> producer =
        new KafkaProducer<String,Customer>(props);

Customer customer = CustomerGenerator.getNext();

ProducerRecord<String, Customer> record =
        new ProducerRecord<>(topic, customer.getId(), customer);
producer.send(record);
```



Ecriture sur une partition

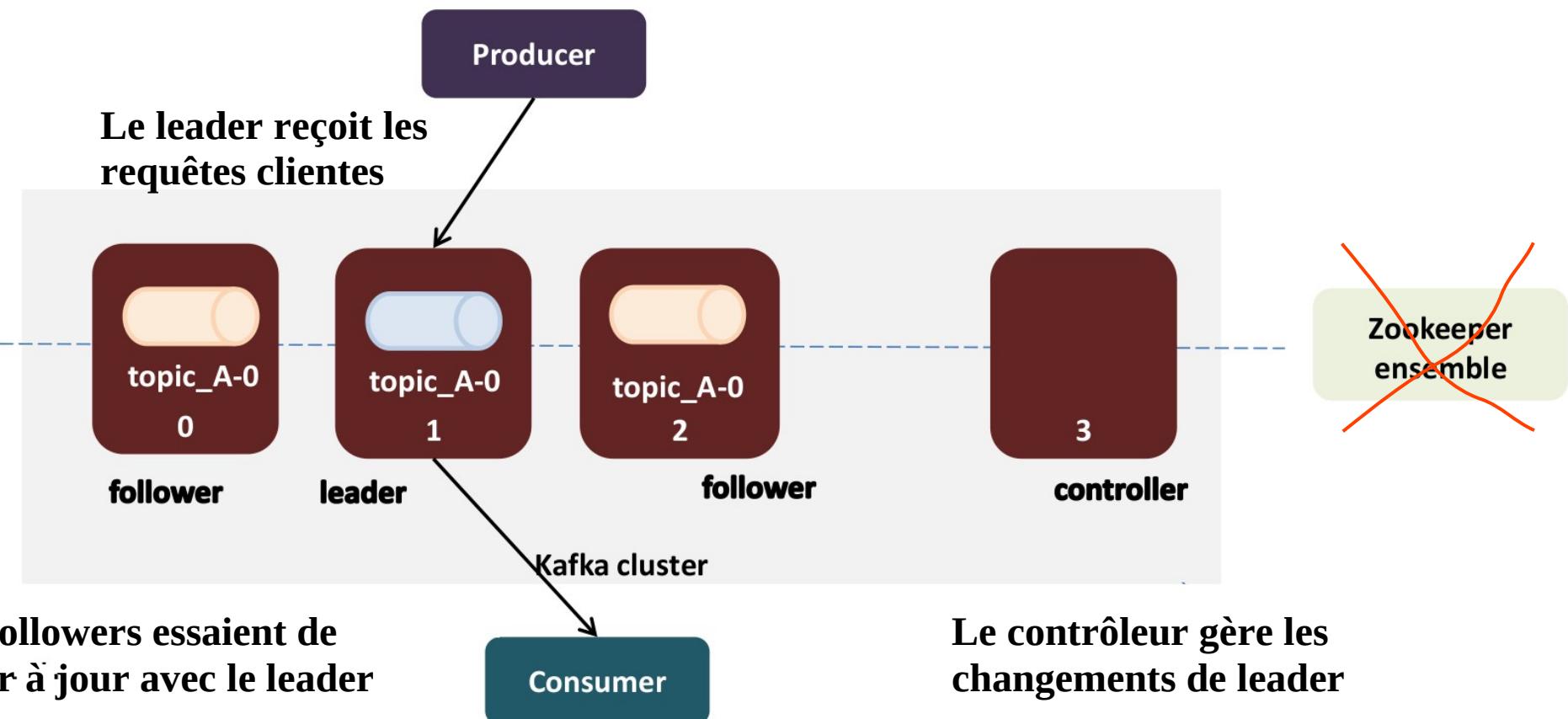
Différents brokers participent à la gestion distribuée et répliquée d'une partition.

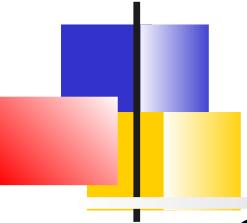
- **1 broker leader** : Détient la partition leader responsable de la validation des écritures
- **N followers** : Suivent les écritures effectuées par le leader.
Un décalage est permis mais si il n'arrive plus à suivre la cadence d'écriture, ils sont éliminés

Au niveau du cluster :

- Un **contrôleur** est responsable des élections de leader

Rôle des brokers gérant un topic

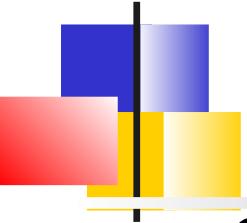




Garanties Kafka

Garanties offertes par Kafka grâce à la réPLICATION :

- Garantie de l'ordre à l'intérieur d'une partition.
=> Le consommateur d'une partition lit dans l'ordre d'écriture des messages
- Les messages produits sont considérés **validés** lorsqu'ils sont écrits sur la partition leader et qu'ils ont atteint le minimum de réPLICATION, i.e. minimum de répliques synchronisées
- Les messages validés sont disponibles tant qu'au moins une réplique reste en vie.
- Les consommateurs ne peuvent lire que les messages validés.



ISR

Contrôlé par la propriété :

replica.lag.time.max.ms (défaut 30 000)

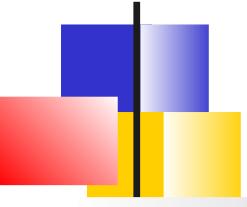
Si pendant ce délai, le follower

- N'envoie pas de requêtes fetch
- N'atteint pas l'offset de fin du leader

Alors, le follower est considéré comme désynchronisé

- Il est supprimé de la liste des **ISR (In Sync Replica)**
- Il peut ensuite rattraper son retard et être réintégré aux ISRs

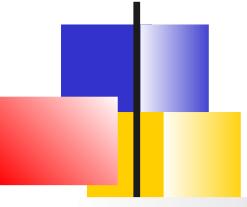
kafka-topics.sh --describe : permet de voir les ISR pour chaque partition d'un topic



min.insync.replica

La propriété ***min.insync.replica***, spécifiée au niveau cluster ou topic, indique le minimum de répliques de l'ISR (incluant le leader) qui doivent avoir écrit un message afin que celui-ci soit considéré comme validé

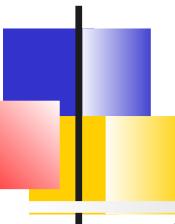
- A la réception d'un message, le leader vérifie si il y a assez d'ISR pour écrire le message, sinon il envoie une *NotEnoughReplicasException*
- Lorsque le message est répliqué par *min.insync.replica* répliques, le leader envoie un acquittement au client.



Conséquences

Un réplique synchronisée légèrement en retard peut ralentir l'acquittement du message ; ce qui peut ralentir le débit.

Une réplique désynchronisée n'a plus d'impact sur les performances mais augmente le risque d'un temps d'arrêt ou d'une perte de données.



Rejet de demande d'émission

Si le **nombre de ISR < min.insync.replicas** :

- Kafka empêche l'acquittement du message.
En fonction de la configuration du producteur, celui-ci peut être bloqué.

Si le **nombre de répliques disponible < min.insync.replicas**

- Mauvaise configuration, Kafka bloque les émissions de message

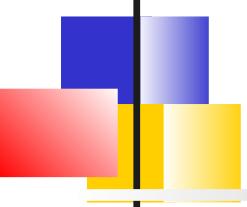
En conséquences :

n répliques

=> tolère $n-1$ failures pour que la partition soit disponible à la consommation

n répliques, $min.insync.replicas = m$

=> Tolère $n-m$ failures pour accepter les envois

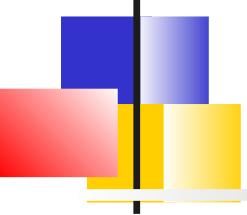


Configuration des producteurs fiabilité

Certains paramètres ont un impact significatif sur l'utilisation de la mémoire, les performances et la fiabilité des producteurs.

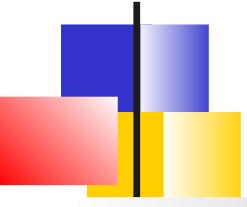
Fiabilité :

- **acks** : contrôle le nombre de réplicas qui doivent recevoir l'enregistrement avant que le producteur puisse considérer l'écriture comme réussie
- **retries** : Si l'erreur renvoyée est de type Retriable, le nombre de tentative de renvoi. Si > 0 possibilité d'envoi en doublon
- **max.in.flight.requests.per.connection** : Maximum de message en cours de transmission (sans réponse obtenu)
- **enable.idempotence** : Livraison unique de message
- **transactional.id** : Mode transactionnel



Configuration des producteurs *performance*

- **batch.size** : La taille du batch en mémoire pour envoyer les messages.
Défaut 16ko
- **linger.ms** : la durée d'attente de messages supplémentaires avant d'envoyer le batch courant. Défaut 0ms
- **buffer.memory** : Taille buffer pour stocker les messages que l'on ne peut pas envoyé. Défaut 32Mo
- **compression.type** : Par défaut, les messages ne sont pas compressés. Valeurs possibles : *snappy* , *gzip* , ou *lz4*
- **request.timeout.ms**, **metadata.fetch.timeout.ms** et **timeout.ms**:
Timeouts pour la réception d'une réponse à un message, pour obtenir des méta-données (leader, etc..) pour obtenir le ack des répliques.
- **max.block.ms** : *Temps maximum d'attente pour la méthode send(). Dans le cas où le buffer est rempli*
- **max.request.size** : Taille max d'un message
- **receive.buffer.bytes** et **send.buffer.bytes**: *Taille des buffers TCP*



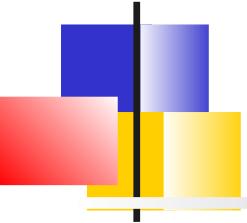
Garantie sur l'ordre

En absence de failure, *Kafka* préserve l'ordre des messages au sein d'une partition.

- Si des messages ont été envoyés par le producteur dans un ordre spécifique, le broker les écrit sur une partition dans cet ordre et tous les consommateurs les liront dans cet ordre ...

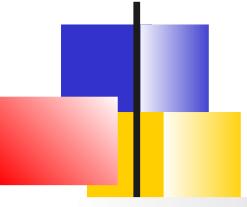
En cas de failure

- Si *retries > 0* et *max.in.flights.requests.per.session > 1* .
Il se peut que lors d'un renvoi l'ordre initial soit inversé.
- Pour avoir une garantie sur l'ordre avec tolérance aux fautes, on configure
retries > 0 et *max.in.flights.requests.per.session =1*
(au détriment du débit global)



Apache Kafka et ses APIs

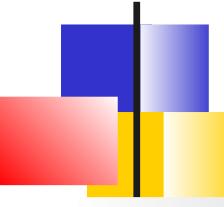
Les APIs Kafka
Producer API
Consumer API
Sérialisation et Schema Registry
Autres APIs



Introduction

Les applications qui ont besoin de lire les données de Kafka utilisent un **KafkaConsumer** pour s'abonner aux topics

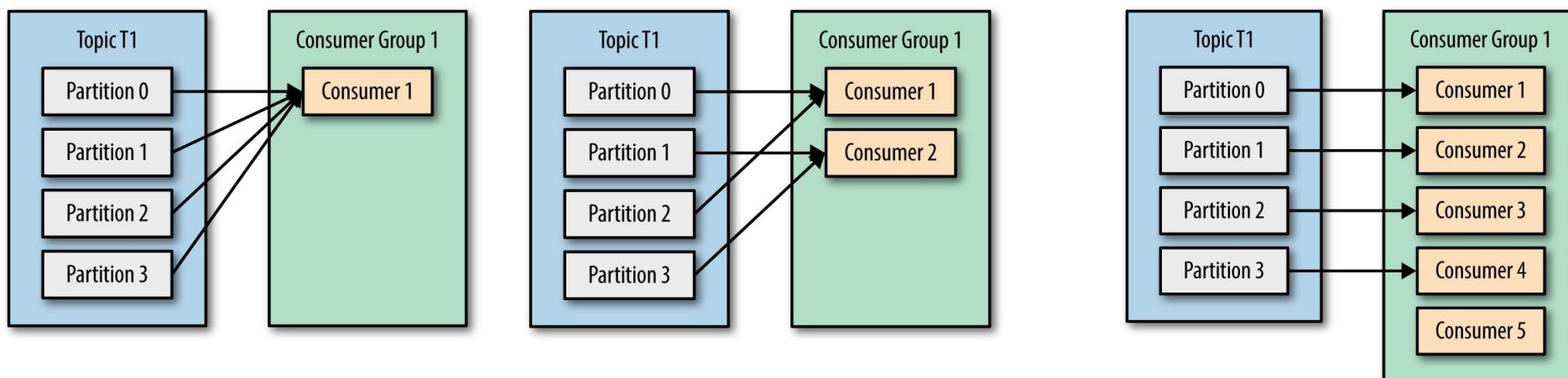
Pour bien comprendre l'API, il faut comprendre la notion de groupe de consommateurs et leurs relations avec les partitions

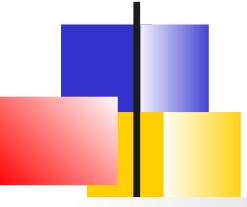


Groupes de consommateurs

Les consommateurs font généralement partie d'un **groupe de consommateurs**.

- Chaque consommateur d'un groupe reçoit les messages d'un sous-ensemble différent des partitions du topic.





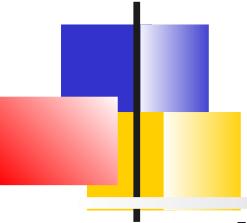
Rééquilibrage dynamique des consommateurs

Lors de l'ajout d'un nouveau consommateur, celui-ci peut se faire affecter une partition consommée précédemment par un autre consommateur du groupe.

Lors de l'arrêt d'un consommateur, les partitions qui lui était assignées sont réaffectées à un autre consommateur

Cette répartition dynamique offre la scalabilité et la tolérance aux défaillances mais n'est pas spécialement désirable

- Durant le rééquilibrage les messages ne sont pas consommés
- les consommateurs si ils utilisent des caches sont obligés de les rafraîchir

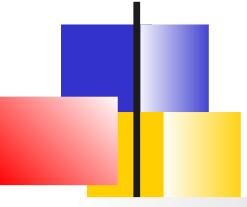


Création de *KafkaConsumer*

L'instanciation d'un ***KafkaConsumer*** est similaire à celle d'une *KafkaProducer*

Plusieurs propriétés doivent être spécifiées dans une classe *Properties* :

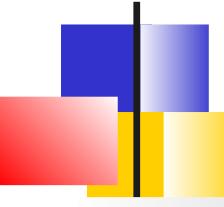
- *bootstrap.servers*
- *key.deserializer* , et *value.deserializer*
- *group.id* qui spécifie le groupe de consommateur



Exemple

```
private Properties kafkaProps = new Properties();
kafkaProps.put("bootstrap.servers",
    "broker1:9092,broker2:9092");
kafkaProps.put("key.deserializer",
    "org.apache.kafka.common.serialization.StringDeserializer");
kafkaProps.put("value.deserializer",
    "org.apache.kafka.common.serialization.StringDeserializer");
kafkaProps.put("group.id", "myGroup");

consumer = new KafkaConsumer<String, String>(kafkaProps);
```



Abonnement à un *topic*

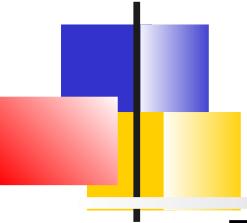
Un *KafkaConsumer* peut d'abonner à un ou plusieurs *topic(s)*

La méthode ***subscribe()*** prend une liste de *topics* ou une expression régulière.

Ex :

```
consumer.subscribe(Collections.singletonList("myTopic"));
```

```
consumer.subscribe("test.*");
```

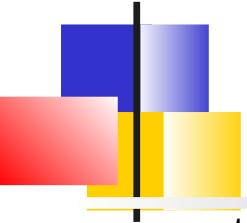


Boucle de Polling

Typiquement, les consommateurs *poll* continuellement les *topics* auxquels ils sont abonnés.

Les objets retournés par *poll* sont une collection de ***ConsumerRecord*** qui encapsule :

- le message
- La partition
- L'offset
- Le timestamp

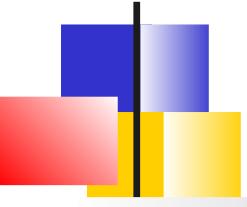


Exemple

```
try {
    while (true) {
        // poll bloque pdt au maximum 100ms pour récupérer les messages
        // retourne immédiatement si des messages sont disponibles
        ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(100);

        for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {
            log.debug("topic = %s, partition = %s, offset = %d,
                      customer = %s, country = %s\n",
                      record.topic(), record.partition(),
                      record.offset(), record.key(), record.value());

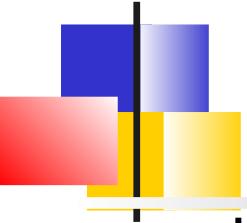
            // Traitement du record
            _handleRecord(record) ;
        }
    }
} finally {
    consumer.close();
}
```



Thread et consommateur

Il n'est pas possible d'avoir plusieurs consommateurs du même groupe dans la même thread et il n'est pas possible d'utiliser le même consommateur dans plusieurs threads
=> 1 consommateur = 1 thread

Pour exécuter plusieurs consommateurs d'un même groupe dans une application, il est utile d'utiliser les classes *ExecutorService* de Java ou de démarrer plusieurs processus.



Offsets et Commits

Les consommateurs synchronisent l'état d'avancement de leur consommation, en périodiquement indiquant à Kafka le dernier offset traité.

Kafka appelle la mise à jour d'un offset : un **commit**

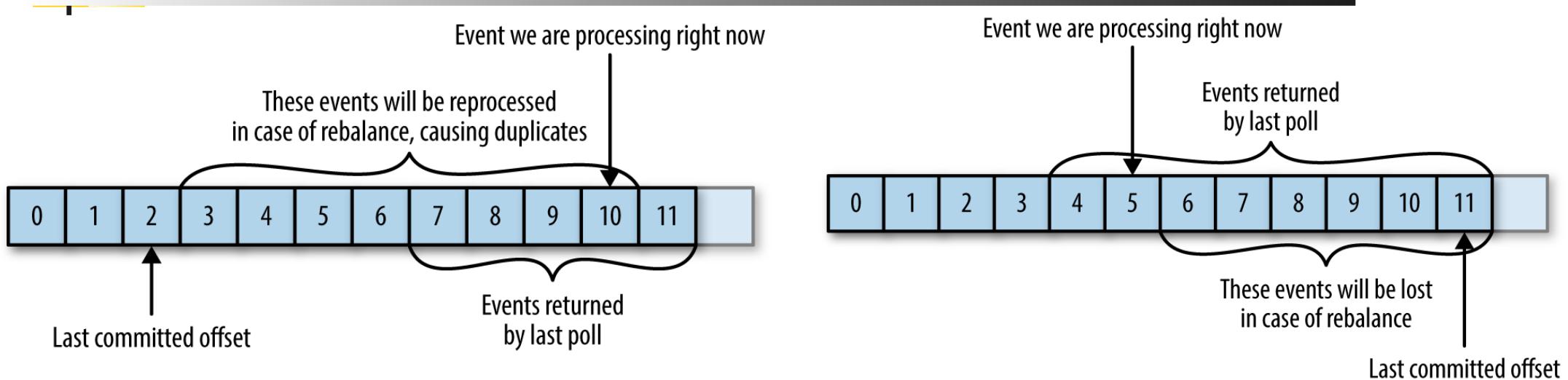
Pour committer, un consommateur envoie un message vers un *topic* particulier de Kafka : **consumer_offsets**

- Ce *topic* contient les offsets de chaque partition.

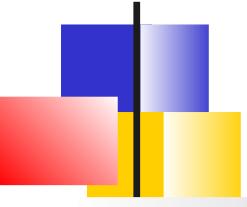
Lors d'une réaffectation de partitions, 2 risques doivent être pris en compte :

- Traiter 2 fois le même message
- Louper des messages

Risques lors d'une réaffectation



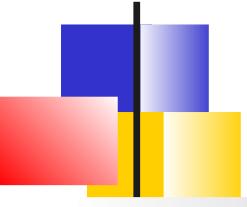
Kafka propose plusieurs façons de gérer les commits



Gestion des commits

Différentes alternatives sont possible pour gérer les commits :

- Laisser l'API Kafka, committer automatiquement (défaut)
- Committer manuellement les commits
- Gérer les commits en dehors de kafka et positionner soimême, l'offset à lire lors de l'appel à poll

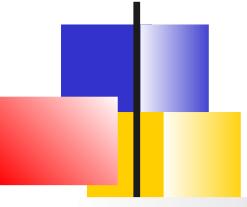


Commit automatique

Si **`enable.auto.commit=true`** ,
le consommateur valide automatiquement tout
les **`auto.commit.interval.ms`** (par défaut
5000), les plus grands offset reçus par *poll()*

=> Cette approche (simple) ne protège pas
contre les duplications en cas de ré-affectation

Si le traitement des messages est asynchrone, on
peut également perdre des messages

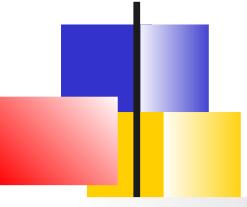


Commit contrôlé

L'API Consumer permet de contrôler le moment du commit plutôt que de se baser sur un timer.

Si **`auto.commit.offset=false`** ,
l'application doit explicitement committer les offsets

- Soit de façon bloquante avec **`commitSync()`**
- Soit en asynchrone avec **`commitAsync()`**

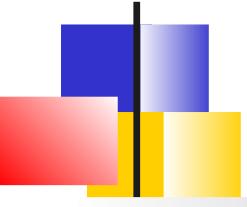


Commit Synchrone

La méthode ***commitSync()*** valide les derniers offsets reçus par *poll()*

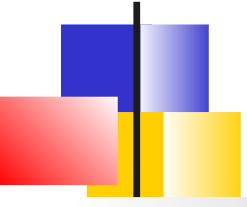
- La méthode est bloquante et retourne lorsque les offsets sont commités
- Elle lance une exception si un commit échoue

=> En cas de réaffectation, il y a toujours un risque pour que le messages soit traités plusieurs fois



Exemple Java

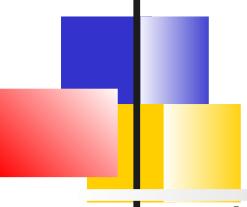
```
while (true) {
    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(100);
    for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {
        // Si réaffectation, possibilité de duplication
        log.info("topic = %s, partition = %s,
                  offset =%d, customer = %s, country = %s\n",
                  record.topic(), record.partition(),
                  record.offset(), record.key(), record.value());
    }
    try {
        consumer.commitSync();
    } catch (CommitFailedException e) {
        log.error("commit failed", e)
    }
}
```



Commit asynchrone

commitAsync() est non bloquante et il est possible de fournir un callback en argument

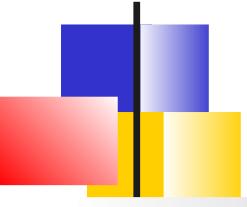
```
while (true) {  
    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(100);  
    for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {  
        _handleRecord(record)  
    }  
    consumer.commitAsync(new OffsetCommitCallback() {  
        public void onComplete(Map<TopicPartition,  
            OffsetAndMetadata> offsets, Exception exception) {  
            if (e != null)  
                log.error("Commit failed for offsets {}", offsets, e);  
        }  
    });  
}
```



Committer un offset spécifique

L'API permet également de fournir en argument une *Map* contenant les offsets que l'on veut valider pour chaque partition

```
private Map<TopicPartition, OffsetAndMetadata> currentOffsets = new  
    HashMap<>();  
int count = 0;  
....  
while (true) {  
    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(100);  
    for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {  
        _handleRecord(record) ;  
        currentOffsets.put(new TopicPartition(record.topic(), record.partition()),  
            new OffsetAndMetadata(record.offset()+1, "no metadata"));  
        if (count % 1000 == 0)  
            consumer.commitAsync(currentOffsets, null);  
        count++;  
    }  
}
```

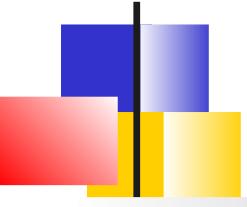


Stocker les offsets hors de Kafka

Il n'y a pas d'obligation à stocker les offsets dans Kafka, un consommateur peut stocker lui-même les offsets dans son propre data store.

- Si les offsets et le résultat du traitement sont stockés dans la même BD, on peut alors profiter d'une écriture transactionnelle.

Ce type de scénario permet d'obtenir facilement des garanties de livraison « *Exactly Once* » même en cas de défaillance

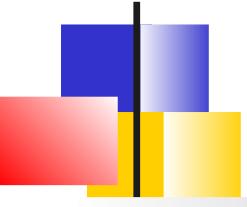


Réagir aux réaffectations

Lors de réaffectations de partitions, les consommateurs peuvent être prévenus afin de prendre les mesures adéquates (commit, fermeture de ressources, ...)

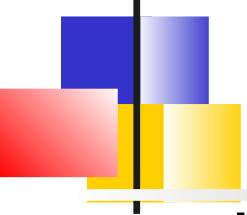
Lors du `subscribe()`, il faut fournir une classe de type ***ConsumerRebalanceListener*** qui implémente 2 méthodes :

- `public void onPartitionsRevoked(
 Collection<TopicPartition> partitions)`
- `public void onPartitionsAssigned(
 Collection<TopicPartition> partitions)`



Exemple

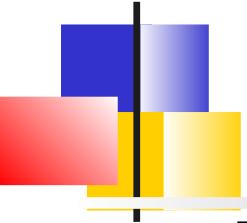
```
private class HandleRebalance implements  
ConsumerRebalanceListener {  
  
    public void onPartitionsAssigned(  
        Collection<TopicPartition> partitions) { }  
  
    public void onPartitionsRevoked(  
        Collection<TopicPartition> partitions) {  
        log.info("Lost partitions in rebalance.  
            Committing current offsets:" + currentOffsets);  
        consumer.commitSync(currentOffsets);  
    }  
}
```



Consommation de messages avec des offsets spécifiques

L'API de consommation permet d'indiquer un offset spécifique :

- ***seekToBeginning(TopicPartition tp)*** :
Revenir au début de la partition
- ***seekToEnd(TopicPartition tp)*** :
Se placer à la fin
- ***seek(TopicPartition, long)*** :
Se placer à un offset particulier
Cela permet de stocker les offsets en dehors de Kafka et en cas d'erreur ou redémarrage repartir à partir des offsets sauvegardés



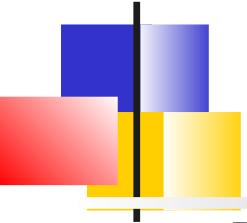
Sortie de boucle

Pour sortir de la boucle de *poll*, il faut qu'une autre thread appelle ***consumer.wakeup()*** qui a pour effet de lancer une *WakeupException* lors de l'appel à *poll*.

Le consommateur doit alors faire un appel explicite à *close()*

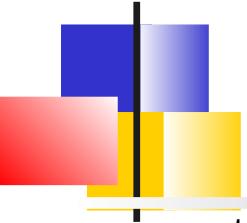
On peut utiliser

Runtime.addShutdownHook(Thread hook)



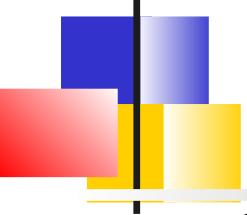
Exemple

```
Runtime.getRuntime().addShutdownHook(new Thread() {
    public void run() {
        System.out.println("Starting exit...");
        consumer.wakeup();
        try {
            mainThread.join();
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
});
```



Exemple (2)

```
try {
// looping until ctrl-c, the shutdown hook will cleanup on exit
    while (true) {
        ConsumerRecords<String, String> records = movingAvg.consumer.poll(1000);
        log.info(System.currentTimeMillis() + "-- waiting for data...");
        for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {
            log.info("offset = %d, key = %s,value = %s\n",
                    record.offset(), record.key(),record.value());
        }
        for (TopicPartition tp: consumer.assignment())
            log.info("Committing offset at position:"+consumer.position(tp));
        movingAvg.consumer.commitSync();
    }
} catch (WakeupException e) {
} finally {
    consumer.close();
    log.info("Closed consumer and we are done");
}
```

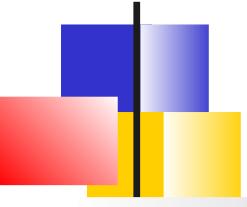


Affectation statique des partitions

Si l'application ne comporte que des consommateurs dédiés statiquement à des partitions, alors la fonctionnalité de groupe n'est pas nécessaire.

Dans ce cas, l'application assigne explicitement les partitions à ses consommateurs.

L'API ***assign()*** est alors utilisée à la place de *subscribe()*

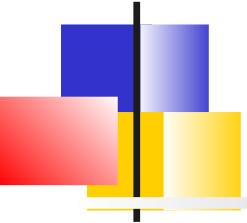


Exemple

```
List<PartitionInfo> partitionInfos = null;
partitionInfos = consumer.partitionsFor("topic");

if (partitionInfos != null) {
    for (PartitionInfo partition : partitionInfos)
        partitions.add(new TopicPartition(partition.topic(),partition.partition()));

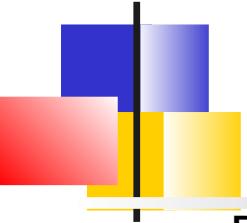
consumer.assign(partitions);
while (true) {
    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(1000);
    for (ConsumerRecord<String, String> record: records) {
        log.info("topic = %s, partition = %s, offset = %d,
                 customer = %s, country = %s\n",
                 record.topic(), record.partition(), record.offset(),
                 record.key(), record.value());
    }
    consumer.commitSync();
}
}
```



auto.offset.reset

Si le consommateur n'a pas d'offset défini dans Kafka, le comportement est piloté par la propriété ***auto.offset.reset*** :

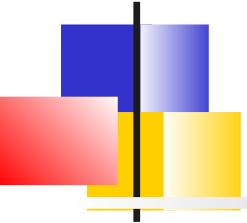
- *latest* (défaut), l'offset est initialisé au dernier offset
- *earliest* : L'offset est initialisé au premier offset disponible



Autres propriétés

D'autres propriétés

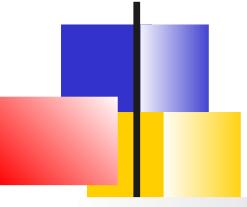
- **fetch.min.bytes** : Volume minimum de données à recevoir. Permet de réduire la charge sur le broker et le consommateur
- **fetch.max.wait.ms** : Attente maximale avant de récupérer les données
- **max.partition.fetch.bytes** : Maximum de données par partition ramenées lors d'un poll. Par défaut 1Mo
- **max.poll.records** : Maximum de record via un *poll()*
- **session.timeout.ms** : Le temps faisant expirer la session et déclarer le consommateur comme down. Par défaut 10s
- **heartbeat.interval.ms** : L'intervalle d'envoi des heartbeat. Par défaut 3s
- **partition.assignment.strategy** : Stratégie d'affectation des partitions
Range (défaut), *RoundRobin* ou *Custom*
- **client.id** : Une chaîne de caractère utilisé pour les métriques.
- **receive.buffer.bytes** et **send.buffer.bytes** : Taille des buffers TCP



Apache Kafka et ses APIs

Les APIs Kafka
Producer API
Consumer API

Sérialisation et Schema Registry
Autres APIs

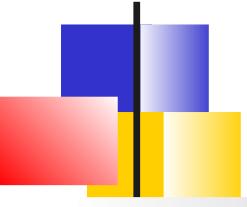


Introduction

Lors d'évolution des applications, le format des messages est susceptible de changer.

=> Afin de s'assurer que ses évolutions ne génèrent pas de problème chez les consommateurs, il est nécessaire d'utiliser un gestionnaire de schéma capable de détecter les problèmes de compatibilité.

C'est le rôle de ***Schema Confluent Registry*** qui supporte les formats de sérialisation JSON, Avro et ProtoBuf

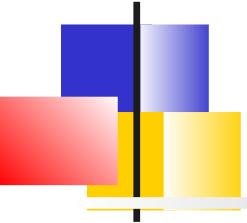


Apache Avro

Apache Avro est un système de sérialisation de données.

- Il utilise une structure JSON pour définir le **schéma**, permettant la sérialisation entre les octets et les données structurées.
- Les outils associés à Avro sont capables de générer les classes Java¹ correspondantes au schéma.
- Il offrent également un format de sérialisation binaire plus compact

1. Avro supporte C, C++, C#, Java, PHP, Python, et Ruby



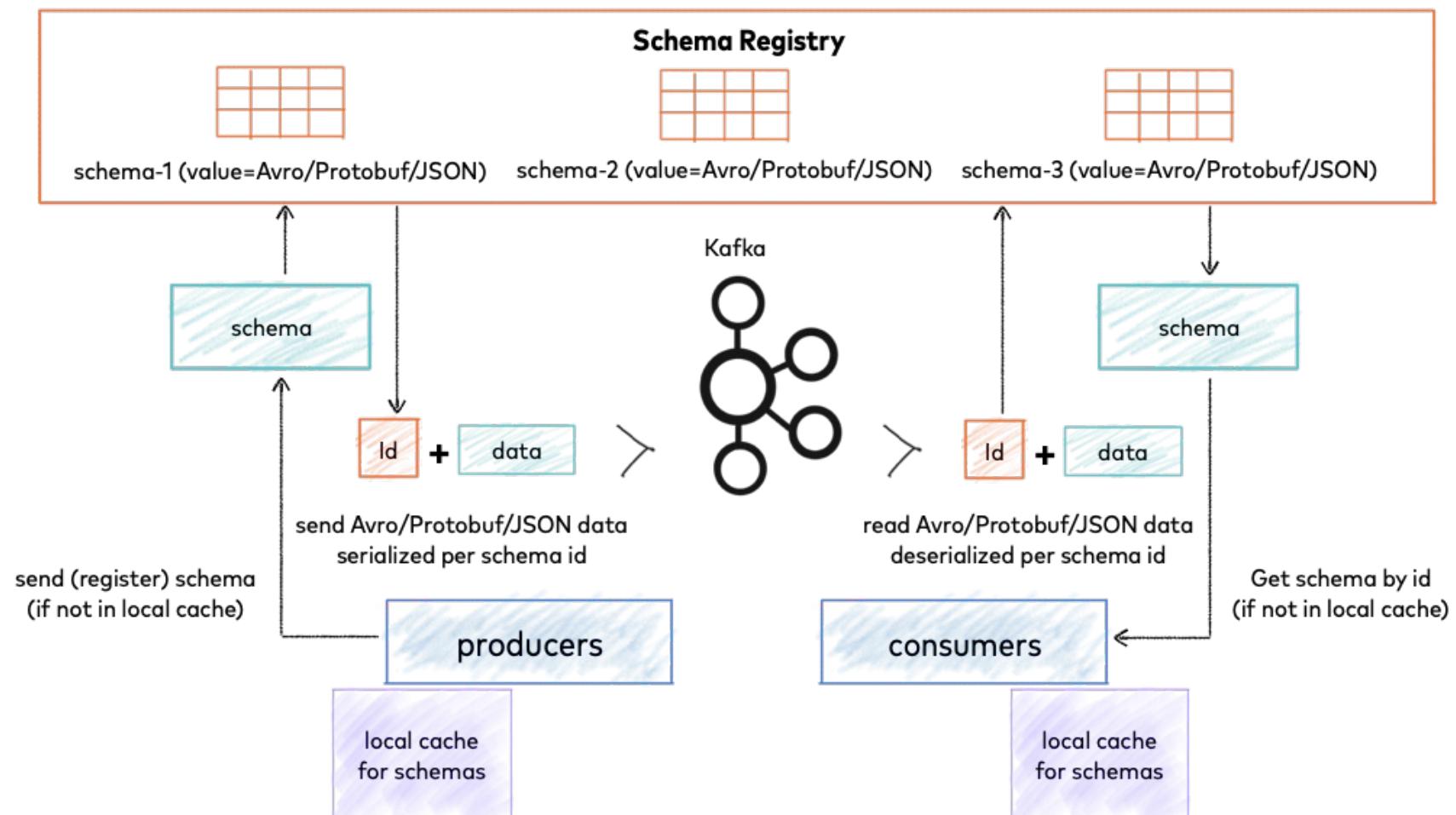
Utilisation du schéma

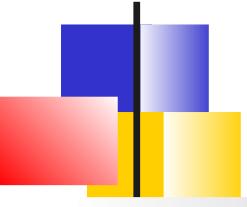
Confluent Schema Registry offre une API Rest

- permettant de stocker des Schema
- De détecter les compatibilité entre schémas
 - Si le schéma est incompatible, le producteur est empêché de produire vers le topic
 - Il faudra publier une autre version vers un autre topic

Les sérialiseurs inclut l'id du schéma dans les messages

Schema Registry





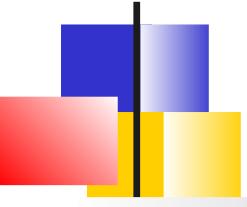
Enregistrement de schéma

L'enregistrement du schéma peut s'effectuer via l'outil de build :

```
mvn schema-registry:register
```

Ou en utilisant la librairie cliente Java de *Schema Registry* :

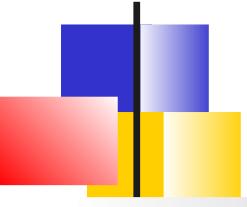
```
// Lecture du schéma
Schema avroSchema = new Schema.Parser().parse(inputStream);
// Instanciation du client
CachedSchemaRegistryClient client = new CachedSchemaRegistryClient(REGISTRY_URL,
20);
// Enregistrement du sujet, le nom correspond au nom du topic + suffixe
client.register(topicName +"-value", new AvroSchema(avroSchema);
```



Producteur

Les propriétés du producteur Kafka doivent contenir :

- ***schema.registry.url*** :
L'adresse du serveur de registry
- Le sérialiseur de valeur :
io.confluent.kafka.serializers.KafkaAvroSerializer

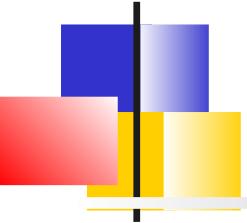


Consommateur

KafkaConsumer doit également préciser l'URL et le déserialiseur à
io.confluent.kafka.serializers.KafkaAvroDeserializer

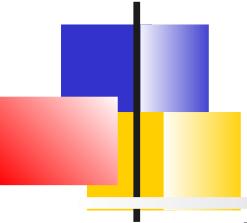
Il peut récupérer les messages sous la forme de ***GenericRecord*** plutôt que des classes spécialisés.

```
ConsumerRecords<String, GenericRecord> records =  
    consumer.poll(Duration.ofMillis(sleep));  
for (ConsumerRecord<String, GenericRecord> record : records) {  
    System.out.println("Value is " + record.value());
```



Apache Kafka et ses APIs

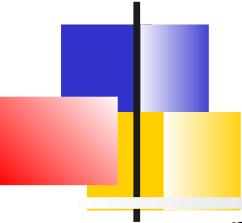
Les APIs Kafka
Producer API
Consumer API
Sérialisation et Schema Registry
Autres APIs



Introduction

Kafka propose 2 autres APIs :

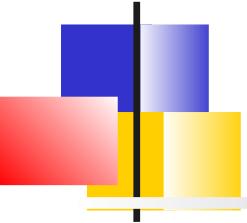
- **Admin API** : Client d'administration permettant de gérer et inspecter les topics, brokers, configurations et ACLs
- **Streams API** : Librairie cliente pour faciliter le traitement du flux dont les entrées/sorties sont des *topics* Kafka



Exemple Admin : Lister les configurations

```
public class ListingConfigs {

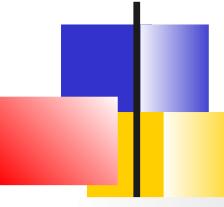
    public static void main(String[] args) throws ExecutionException,
    InterruptedException {
        Properties config = new Properties();
        config.put(AdminClientConfig.BOOTSTRAP_SERVERS_CONFIG, "localhost:9092");
        AdminClient admin = AdminClient.create(config);
        for (Node node : admin.describeCluster().nodes().get()) {
            System.out.println("-- node: " + node.id() + " --");
            ConfigResource cr = new ConfigResource(ConfigResource.Type.BROKER, "0");
            DescribeConfigsResult dcr = admin.describeConfigs(Collections.singleton(cr));
            dcr.all().get().forEach((k, c) -> {
                c.entries()
                    .forEach(configEntry -> {
                        System.out.println(configEntry.name() + " = " + configEntry.value());
                    });
            });
        }
    }
}
```



Exemple Admin

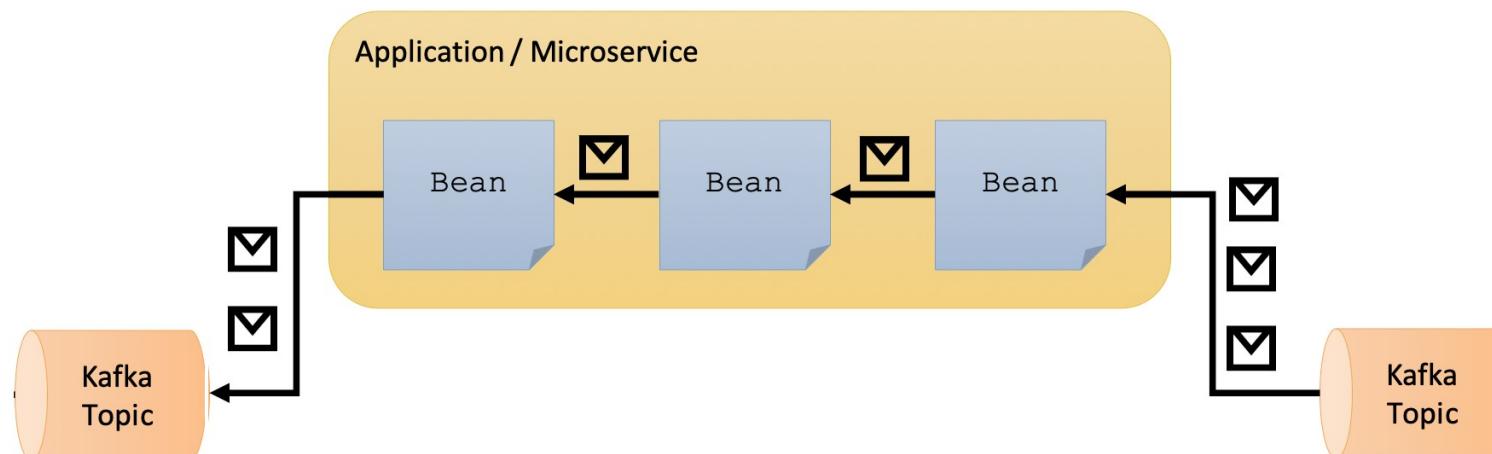
Créer un topic

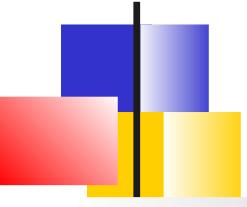
```
public class CreateTopic {  
    public static void main(String[] args) throws ExecutionException,  
        InterruptedException {  
        Properties config = new Properties();  
        config.put(AdminClientConfig.BOOTSTRAP_SERVERS_CONFIG, "localhost:9092");  
        AdminClient admin = AdminClient.create(config);  
        //Créer un nouveau topics  
        System.out.println("-- creating --");  
        NewTopic newTopic = new NewTopic("my-new-topic", 1, (short) 1);  
        admin.createTopics(Collections.singleton(newTopic));  
  
        //lister  
        System.out.println("-- listing --");  
        admin.listTopics().names().get().forEach(System.out::println);  
    }  
}
```



Kafka Streams

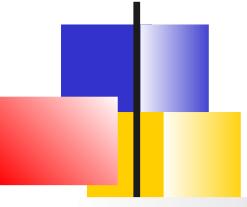
Kafka Streams API est une bibliothèque cliente pour la création d'applications et de micro-services, où les données d'entrée et de sortie sont stockées dans des topics Kafka





Apports de *KafkaStream*

- Librairie simple et légère, facilement intégrable, seule dépendance celle d'Apache Kafka.
- Abstractions ***KStream*** et ***KTable*** permettant la manipulation de flux d'évènements, transformation, filtrage, jointures et agrégations
- Peut garantir que chaque évènement soit traité une et une seule fois, même en cas de défaillance.
- Temps de latence des traitements en millisecondes,
- Supporte des opérations de fenêtrage temporel avec l'arrivée des événements dans le désordre.
- Définition d'une topologie de processeurs d'évènements sous forme de DSL ou programmatiquement.



KStream

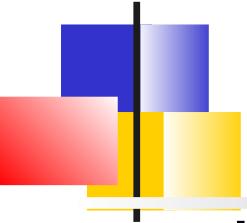
KStream est une abstraction représentant un flux de données illimité dont:

- Les événements sont ordonnés
- Les événements sont immuables
- On peut rejouer un flux d'événements

KStream offre un grand nombre d'opérateurs de manipulation d'événements qui produise des déclinaisons de *KStream*

Un *KStream* peut

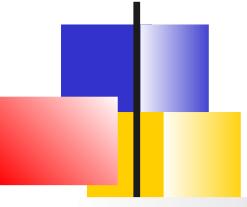
- être construit à partir d'un topic Kafka
- Être la source d'un topic



KStream et KTable

L'abstraction ***KTable*** représente un ensemble de fait qui évoluent, chaque enregistrement est associé à une clé.

- Une *KTable* peut être construit à partir d'un *Kstream*.
Seule la dernière valeur ou une agrégation, pour une clé donnée, est conservée
- *KTable* peut être transformé en *Kstream*.
Le flux d'évenement correspond aux flux des modifications des entités



Application KafkaStream

Une application KafkaStream définit sa logique de traitement à travers une ou plusieurs **topologies de processeurs**, i.e. un graphe de processeurs de flux connectés

Un processeur représente une étape de traitement qui prend en entrée un événement, le transforme puis produit un ou plusieurs événements

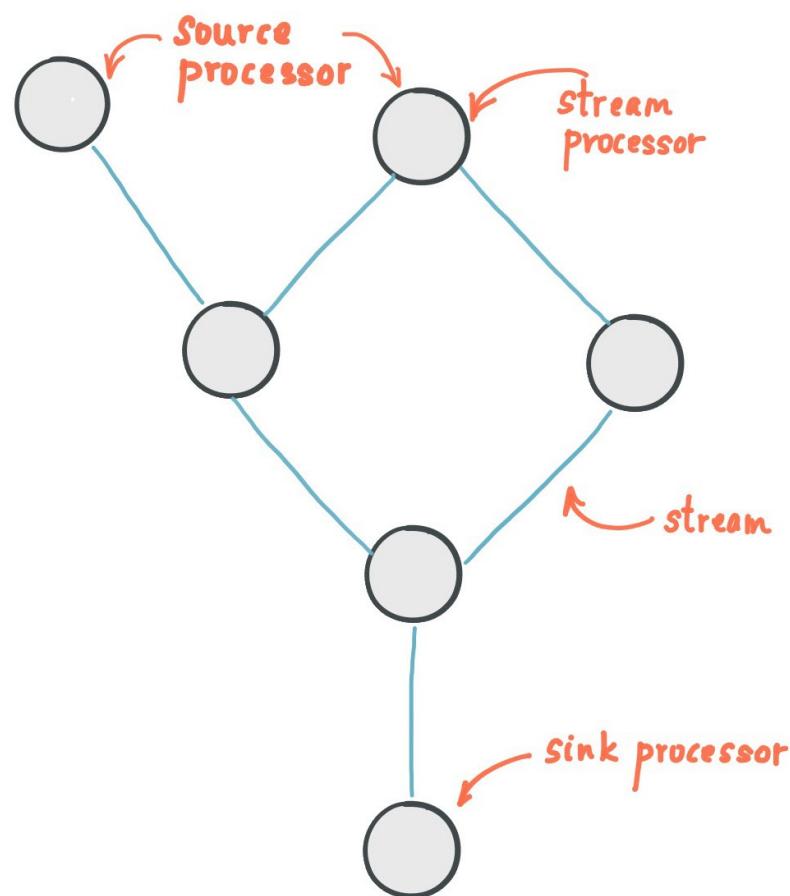
Certains processeurs :

- n'ont pas de connexions entrantes : **Source**
- d'autres n'ont pas de connexions sortantes : **Sink**
- Les autres ont des connexions entrantes et sortantes

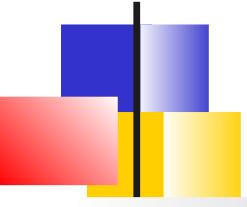
La topologie peut être spécifiée programmatiquement ou par un DSL

Certains processeurs sont stateful et stockent un état dans un **StateStore** (Topic Kafka intermédiaire)

Topologie processeurs



PROCESSOR TOPOLOGY



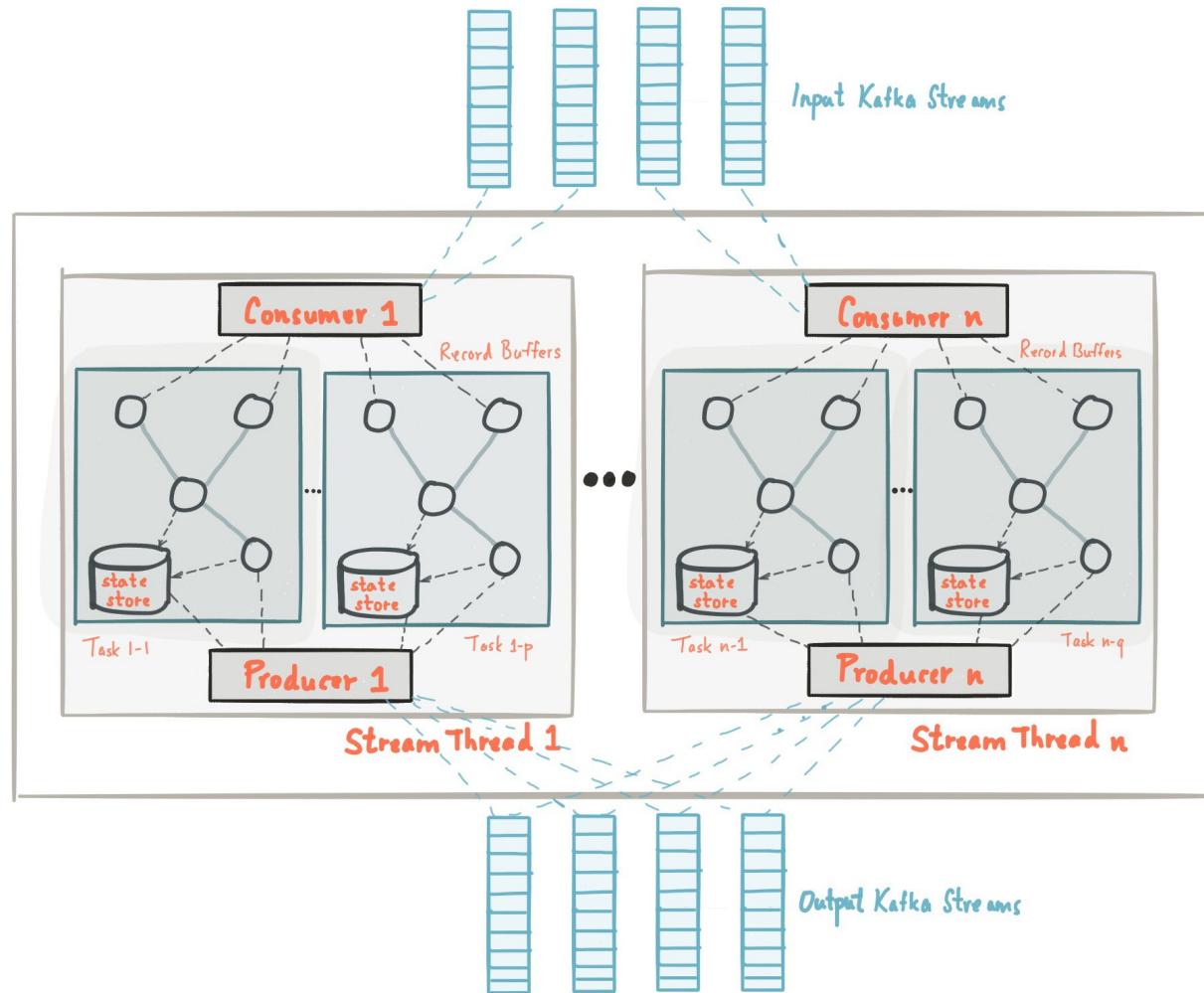
Scalabilité

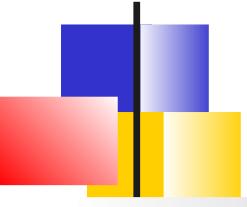
KafkaStream offre plusieurs moyens pour la scalabilité

- Démarrage de n-processus
- Définition dans un processus de Task
(correspondant à des pools de threads)

Bien sûr, le degré de parallélisme est fixé par le nombre de partitions du topic entrant

Architecture et scalabilité





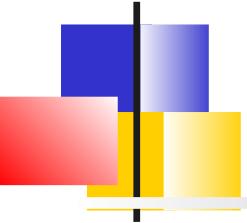
Exemple

```
// Propriétés : ID, BOOTSTRAP, Sérialiseur/Désérialiseur
Properties props = new Properties();
props.put(StreamsConfig.APPLICATION_ID_CONFIG, "streams-pipe");
props.put(StreamsConfig.BOOTSTRAP_SERVERS_CONFIG, "localhost:9092");
props.put(StreamsConfig.DEFAULT_KEY_SERDE_CLASS_CONFIG, Serdes.String().getClass());
props.put(StreamsConfig.DEFAULT_VALUE_SERDE_CLASS_CONFIG, Serdes.String().getClass());

// Création d'une topologie de processeurs
final StreamsBuilder builder = new StreamsBuilder();
builder.<String, String>stream("streams-plaintext-input")
    .flatMapValues(value -> Arrays.asList(value.split("\\W+")))
    .to("streams-linesplit-output");

final Topology topology = builder.build();

// Instanciation du Stream à partir d'une topologie et des propriétés
final KafkaStreams streams = new KafkaStreams(topology, props);
```

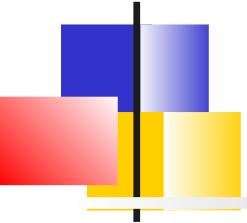


Exemple (2)

```
final CountDownLatch latch = new CountDownLatch(1);

// attach shutdown handler to catch control-c
Runtime.getRuntime().addShutdownHook(new Thread("streams-shutdown-hook") {
    @Override
    public void run() {
        streams.close();
        latch.countDown();
    }
});

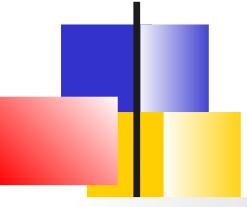
// Démarrage du stream
try {
    streams.start();
    latch.await();
} catch (Throwable e) {
    System.exit(1);
}
System.exit(0);
```



Configuration cluster et topics

Mécanismes de réPLICATION

- Garanties de livraison
- Débit, latency, durabilité
- Rétention des messages
- Quotas



Introduction

Chaque partition peut être répliquée.

Différents brokers participent à la gestion distribuée des répliques.

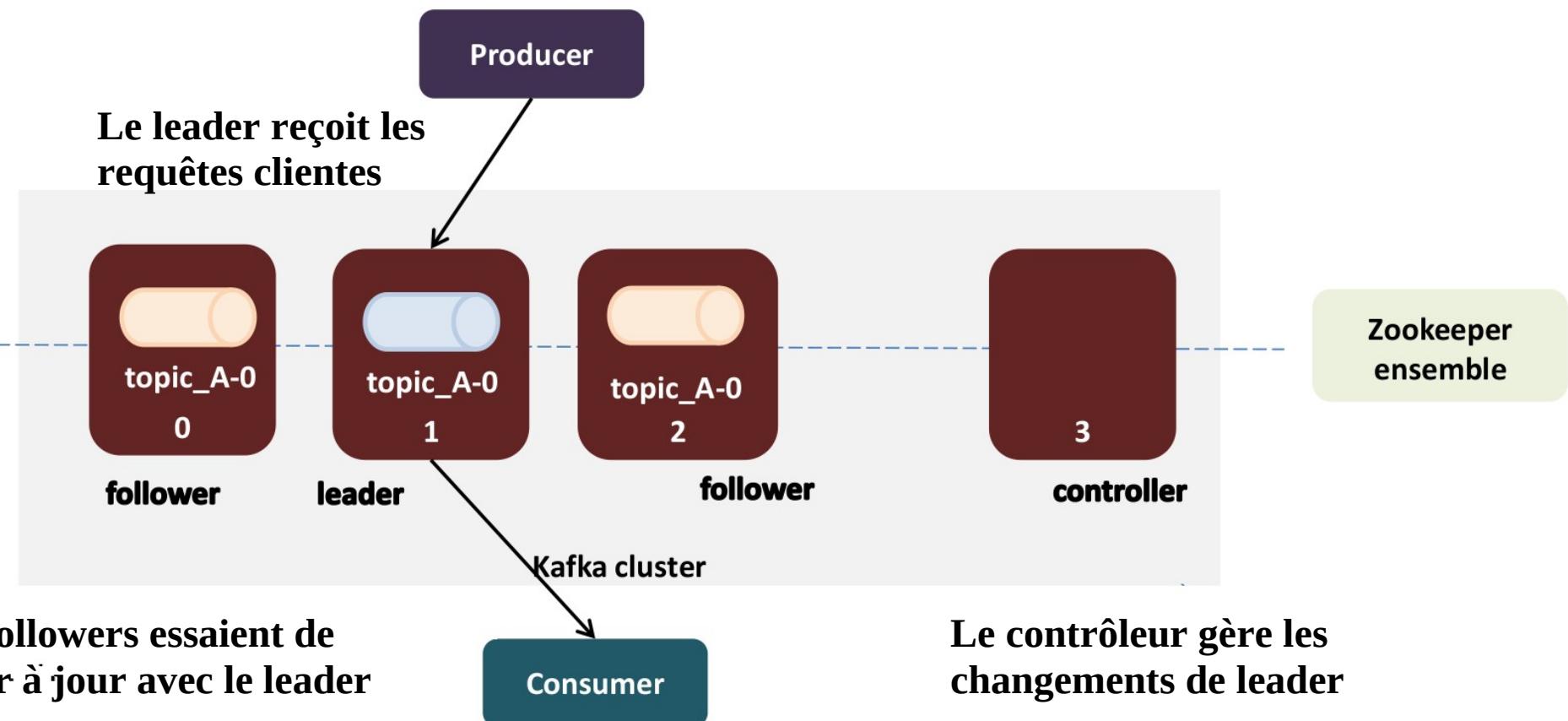
Pour chaque partition d'un topic :

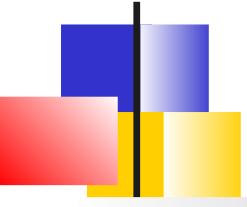
- **1 broker leader** : Détient la partition leader responsable de la validation des écritures
- **N followers** : Suivent les écritures effectuées par le leader.
Un décalage est permis mais si il n'arrive plus à suivre la cadence d'écriture, ils sont éliminés

Au niveau du cluster :

- Un **contrôleur** est responsable des élections de leader

Rôle des brokers gérant un topic

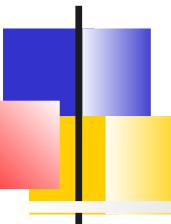




Garanties Kafka

Garanties offertes par Kafka grâce à la réPLICATION :

- Garantie de l'ordre à l'intérieur d'une partition.
=> Le consommateur d'une partition lit dans l'ordre d'écriture des messages
- Les messages produits sont considérés **validés (committed)** lorsqu'ils sont écrits sur la partition leader et qu'ils ont atteint le minimum de réPLICATION, i.e. minimum de répliques synchronisées
- Les messages validés restent disponibles tant qu'au moins une réplique reste en vie.
- Les consommateurs ne peuvent lire que les messages validés.



Synchronisation des répliques

Contrôlé par la propriété :

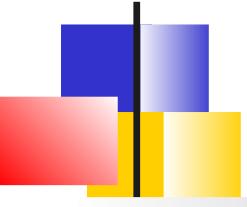
replica.lag.time.max.ms (défaut 30 000)

Si pendant ce délai, le follower

- N'envoie pas de requêtes fetch
- N'atteint pas l'offset de fin du leader

Alors, le follower est considéré comme désynchronisé

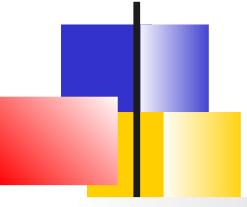
- Il est supprimé de la liste des **ISR (In Sync Replica)**
- Il peut ensuite rattraper son retard et être réintégré aux ISRs



min.insync.replica

La propriété ***min.insync.replica***, spécifiée au niveau cluster ou topic, indique le minimum de répliques de l'ISR (incluant le leader) qui doivent avoir écrit un message afin que celui-ci soit considéré comme *committed/validé*

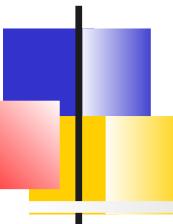
- A la réception d'un message, le leader vérifie si il y a assez d'ISR pour écrire le message, sinon il envoie une *NotEnoughReplicasException*
- Lorsque le message est répliqué par *min.insync.replica* répliques, le leader envoie un acquittement au client.



Conséquences

Un réplique synchronisée légèrement en retard peut ralentir l'acquittement du message ; ce qui peut ralentir le débit.

Une réplique désynchronisée n'a plus d'impact sur les performances mais augmente le risque d'un temps d'arrêt ou d'une perte de données.



Rejet de demande d'émission

Si le **nombre de ISR < min.insync.replicas** :

- Kafka empêche l'acquittement complet du message.
En fonction de la configuration du producteur, celui-ci peut être bloqué.

Si le **nombre de répliques disponibles < min.insync.replicas**

- Mauvaise configuration, Kafka bloque les émissions de message

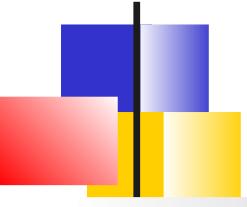
En conséquences :

n répliques

=> tolère $n-1$ failures pour que la partition soit disponible

n répliques et $min.insync.replicas = m$

=> Tolère $n-m$ failures pour accepter les envois



Configuration

2 principales configurations affectent la fiabilité et les compromis liés :

- ***default.replication.factor (au niveau cluster)*** et ***replication.factor (au niveau topic)***

Compromis entre disponibilité et matériel requis

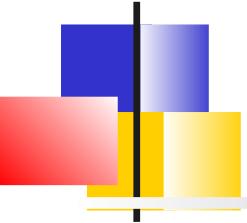
Valeur classique pour la fiabilité : 3

- ***min.insync.replicas*** (défaut 1, au niveau cluster ou topic)

Le minimum de répliques qui doivent acquitter pour valider la production d'un message

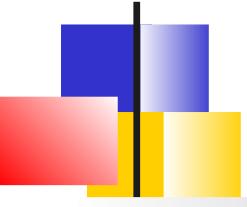
Compromis entre fiabilité et ralentissement

Valeur classique : 2/3



Configuration cluster et topics

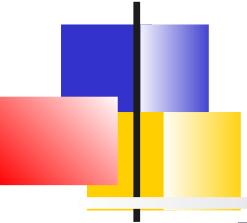
Mécanismes de réPLICATION
Garanties de livraison
Débit, latency, durabilité
Rétention des messages
Quotas



Introduction

En fonction des configurations du topic, des producteurs et des consommateurs, Kafka peut garantir différents niveaux de livraison malgré un certain nombre de défaillances :

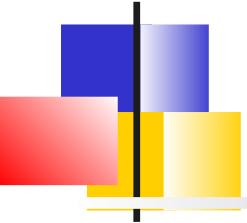
- **At Most Once** : Un message est livré au plus une fois.
On tolère les pertes de message
- **At Least Once** : Le message est livré au moins une fois.
On tolère les doublons
- **Exactly once** : Le message est livré 1 et 1 seule fois.



Côté producteur

Du côté producteur, 2 facteurs influencent la fiabilité de l'émission

- La configuration des **acks** en fonction de *min.insync.replica* du topic
3 valeurs possibles : *0,1,all*
- Les gestion des **erreurs** dans la configuration et dans le code

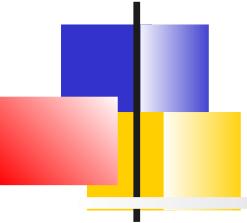


acks=0

acks=0 : Le producteur considère le message écrit au moment où il l'a envoyé sans attendre l'acquittement du broker

=> Perte de message potentielle (*At Most Once*)



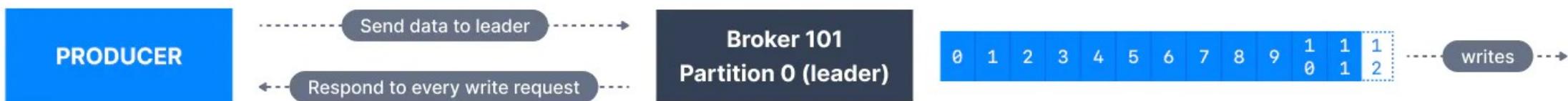


acks=1

acks=1 : Le producteur considère le message écrit lorsque le leader a acquitté l'écriture

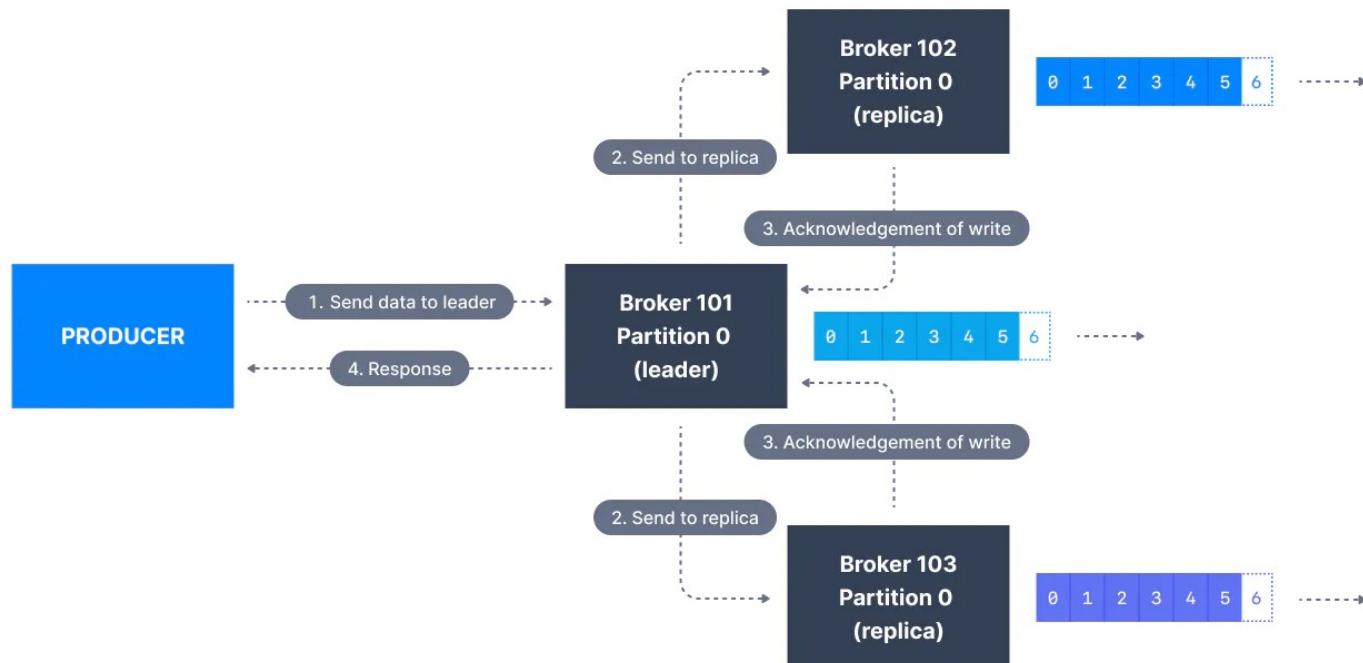
=> Si le leader s'arrête et que les répliques n'ont pas eu le temps d'écrire le message, perte de données

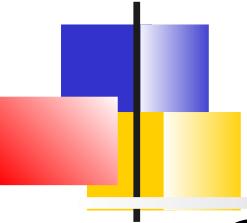
Garantie : *At Most Once*



acks=all

acks=all : Le producteur considère le message comme écrit lorsque il a été répliqué par *min.insync.replica* des ISR.
=> Assure le maximum de durabilité
(Nécessaire pour *At Least Once* et *Exactly Once*)

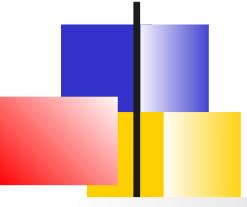




Gestion des erreurs

2 types d'erreur pour le producteur:

- les erreurs que les producteurs gèrent automatiquement .
Ce sont les erreurs ré-essayable
(ex : LEADER_NOT_AVAILABLE,
NOT_ENOUGH_REPLICAS)
Nombre d'essai configurable via **retries**.
=> Attention, peut générer des doublons
- les erreurs qui doivent être traitées par le code.
(ex : INVALID_CONFIG,
SERIALIZATION_EXCEPTION)

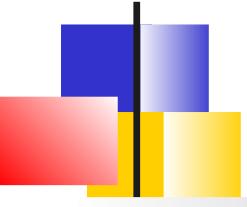


Côté consommateur

Du point de vue de la fiabilité, les consommateurs doivent s'assurer qu'ils gardent une trace des offsets qu'ils ont traités en cas de rééquilibrage des consommateurs.

Pour cela, ils commettent leur offset auprès du cluster Kafka qui stocke les informations dans le topic **consumer_offsets**

- => La perte de messages peut se produire si l'on a committé avant le traitement du message
- => Les traitements en doublon peuvent se produire si l'on a committé après le traitement du message



Configuration

Les propriétés de configuration importantes pour les garanties de livraison du consommateur consommateur :

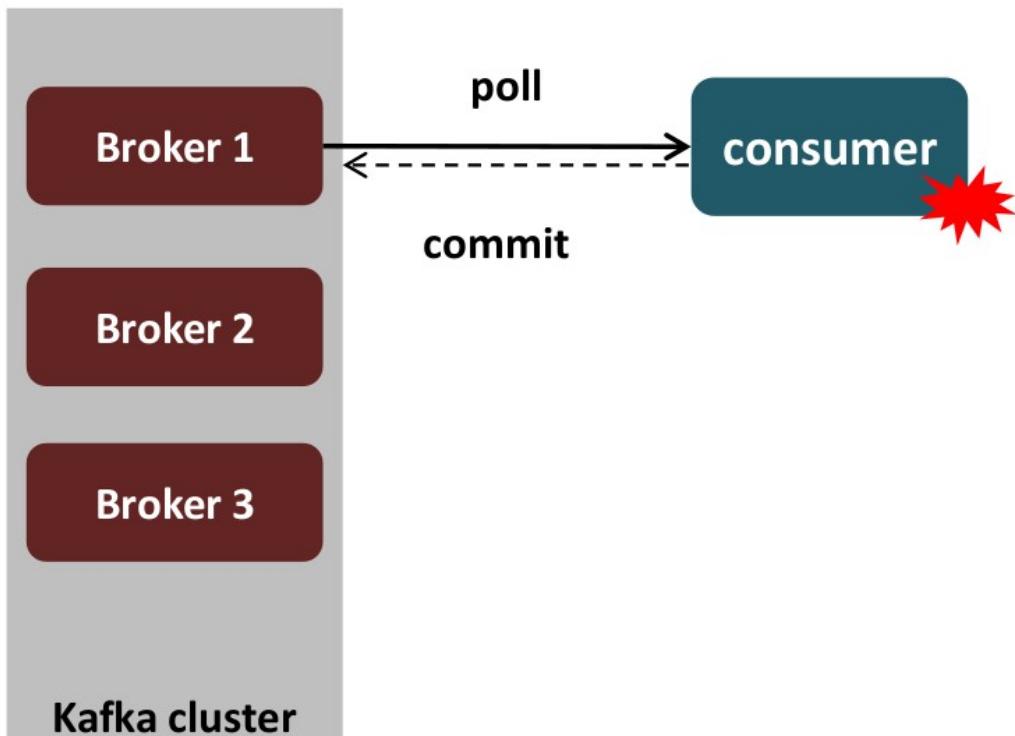
enable.auto.commit : Commit manuel ou non

- Si true : ***auto.commit.interval.ms*** : Intervalle des commits

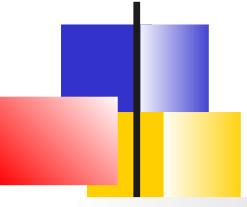
auto.offset.reset : Contrôle le comportement du consommateur lorsqu'aucun offset est commité ou lorsqu'il demande un offset qui n'existe pas

- ***earliest*** : Le consommateur repart au début, garantie une perte minimale de message mais peut générer beaucoup de traitements en doublon
- ***latest*** : Minimise les doublons mais risque de louper des messages

Scénario At Most Once



- L'offset est commité
- Traitement d'un ratio de message puis plantage



Configuration At Most Once

enable.auto.commit = true + Traitement asynchrone dans la boucle de poll

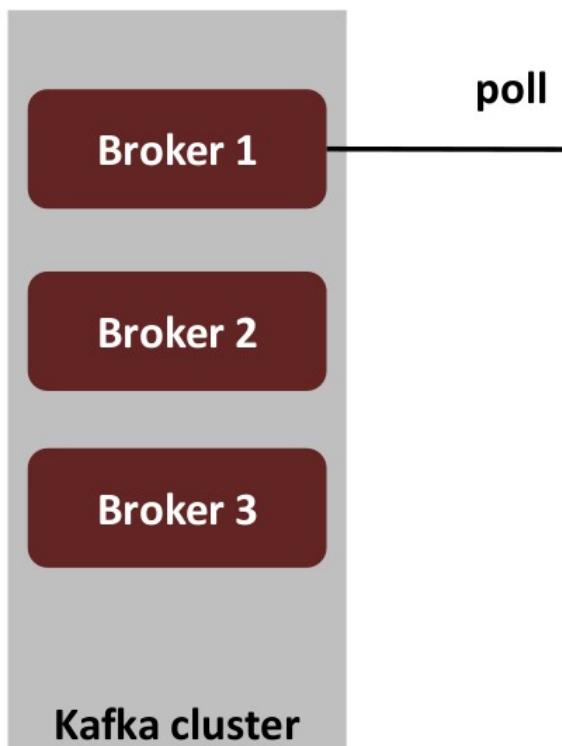
OU

Commit manuel avant le traitement des messages

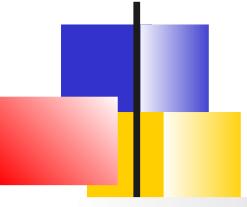
Exemple : Auto-commit et traitement asynchrone

```
while (true) {  
    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(100);  
    long lastOffset = 0;  
    for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {  
        System.out.printf("\n\roffset = %d, key = %s, value = %s", record.offset(), record.key(),  
        record.value());  
        lastOffset = record.offset();  
    }  
    System.out.println("lastOffset read: " + lastOffset);  
    // Traitement asynchrone  
    process();  
}
```

Scénario: At Least Once



- Traitement d'un ratio de message puis plantage
- L'offset n'est pas commité



Configuration At Least Once

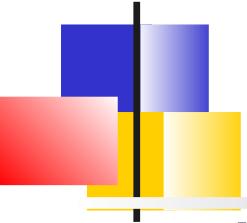
Configuration par défaut avec traitement synchrone dans la boucle de poll

Ou

enable.auto.commit = false ET Commit explicite après traitement via consumer.commitSync();

Exemple : Commit manuel après traitement

```
while (true) {  
    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(100);  
    long lastOffset = 0;  
  
    for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {  
        System.out.printf("\n\roffset = %d, key = %s, value = %s", record.offset(),  
        record.key(), record.value());  
        lastOffset = record.offset();  
    }  
    System.out.println("lastOffset read: " + lastOffset);  
    process();  
    consumer.commitSync();  
}
```

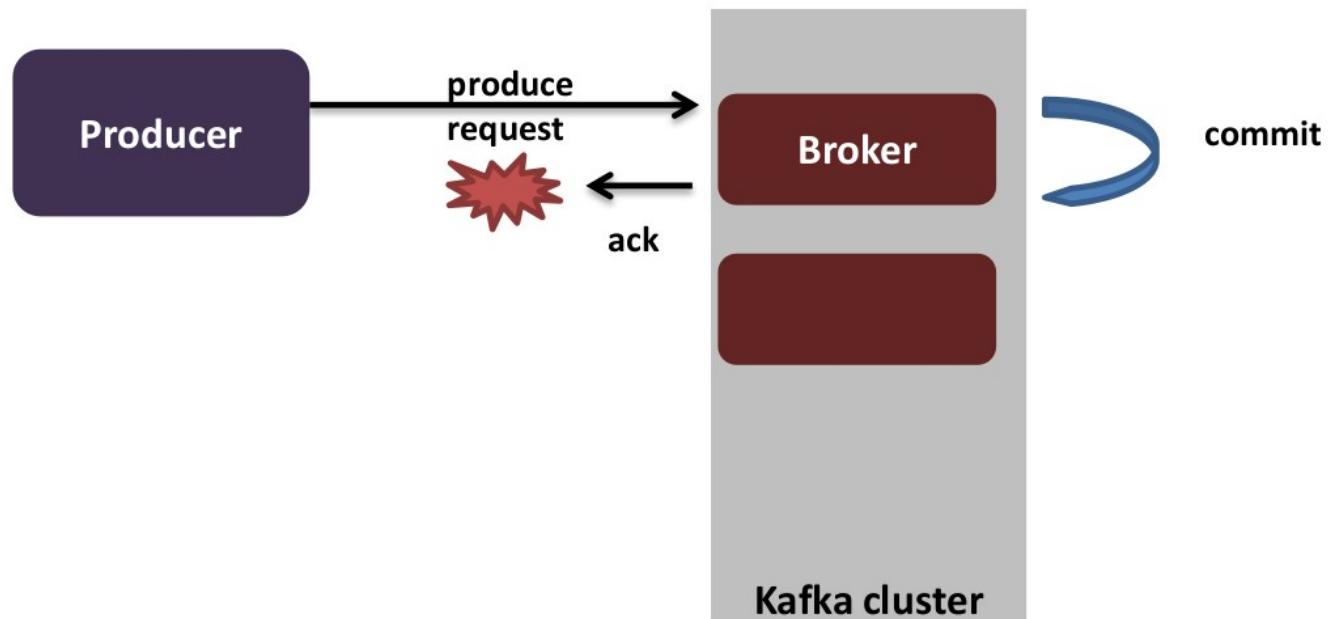


Exactly Once

La sémantique *Exactly Once* est basée sur *At least Once* (défaut) et empêche les messages en double en cours de traitement par les applications clientes

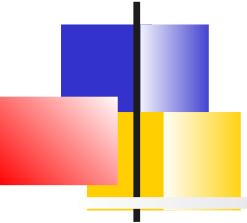
Pris en charge par les APIs *Kafka Producer, Consumer et Streams*

Producteur idempotent



Le producteur ajoute une
nombre séquentiel et un ID
de producteur

Le broker détecte le
doublon
=> Il envoie un ack sans le
commit



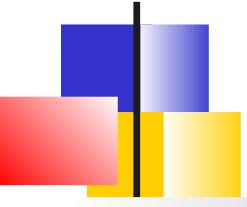
Configuration

enable.idempotence

L'idempotence nécessite les configurations suivantes :

- *max.in.flight.requests.per.connection <= 5*
- *retries > 0*
- *acks = all*

Si des valeurs incompatibles sont configurées, une *ConfigException* est lancée

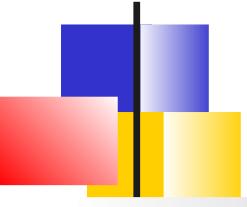


Consommateur

Du côté du consommateur, traiter une et une seule fois les messages consiste à :

- gérer manuellement les offsets des partitions dans un support de persistance transactionnel et partagé par tous les consommateurs et gérer les rééquilibrages
- Si le traitement consiste à produire un message vers le même cluster Kafka, on peut utiliser les transactions Kafka¹.

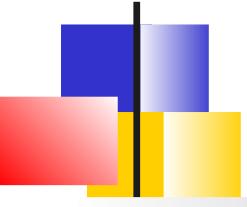
1. C'est le cas de KafkaStream



Exemple

enable.auto.commit=false

```
while (true) {  
    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(100);  
    for (ConsumerRecord<String, String> record : records) {  
        System.out.printf("offset = %d, key = %s, value = %s\n",  
            record.offset(),  
            record.key(), record.value());  
  
        // Sauvegarder l'offset traité .  
        offsetManager.saveOffsetInExternalStore(record.topic(),  
            record.partition(), record.offset());  
    }  
}
```



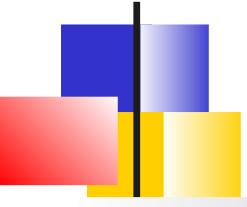
Exemple (2)

```
public class MyConsumerRebalancerListener implements
    org.apache.kafka.clients.consumer.ConsumerRebalanceListener {

    private OffsetManager offsetManager = new OffsetManager("storage2");
    private Consumer<String, String> consumer;

    public void onPartitionsRevoked(Collection<TopicPartition> partitions) {
        for (TopicPartition partition : partitions) {
            offsetManager.saveOffsetInExternalStore(partition.topic(),
                partition.partition(), consumer.position(partition));
        }
    }

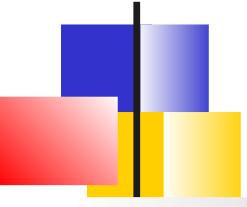
    public void onPartitionsAssigned(Collection<TopicPartition> partitions) {
        for (TopicPartition partition : partitions) {
            consumer.seek(partition,
                offsetManager.readOffsetFromExternalStore(partition.topic(),
                    partition.partition()));
        }
    }
}
```



Transaction

Pour utiliser le mode transactionnel et l'API correspondante, il faut positionner la propriété ***transactional.id*** à une chaîne de caractères unique par producteur

- Le mode transactionnel inclut le mode idempotent
- Les topics impliqués doivent être configurés avec *replication.factor >= 3* et *min.insync.replicas = 2*
- Les consommateurs doivent avoir la propriété *isolation.level* à *read committed*
- L'API *send()* devient bloquante

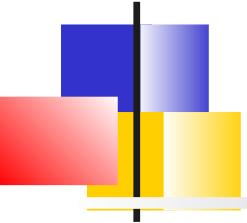


Transaction

Permet la production atomique de messages sur plusieurs partitions

Les producteurs produisent l'ensemble des messages ou aucun

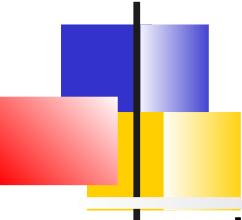
```
// initTransaction démarre une transaction avec l'id.  
// Si une transaction existe avec le même id, les messages sont roll-backés  
producer.initTransactions();  
try {  
    producer.beginTransaction();  
    for (int i = 0; i < 100; ++i) {  
        ProducerRecord record = new ProducerRecord("topic_1", null, i);  
        producer.send(record);  
    }  
    producer.commitTransaction();  
} catch(ProducerFencedException e) { producer.close(); } catch(KafkaException  
e) { producer.abortTransaction(); }
```



Configuration du consommateur

Afin de lire les messages transactionnels validés :

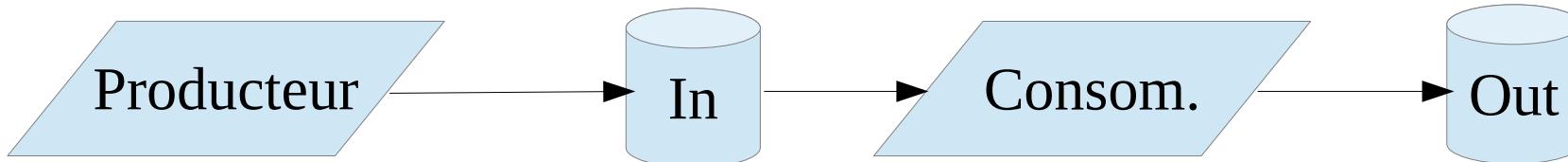
- ***isolation.level=read_committed***
(Défaut: *read_uncommitted*)
 - *read_committed*: Messages (transactionnels ou non) validés
 - *read_uncommitted*: Tous les messages (même les messages transactionnels non validés)

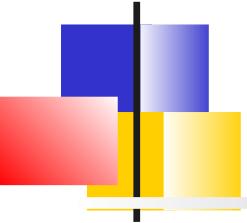


Exactly Once pour le transfert de messages entre topics

Lorsque un consommateur produit vers un autre topic, on peut utiliser les transactions afin d'écrire l'offset vers Kafka dans la même transaction que le topic de sortie

Si la transaction est abandonnée, la position du consommateur reviendra à son ancienne valeur et les données produites sur les topics de sortie ne seront pas visibles pour les autres consommateurs, en fonction de leur "niveau d'isolement".

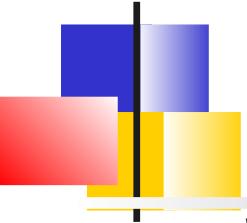




Producteur

```
producer.initTransactions();

try {
    producer.beginTransaction();
    Stream.of(DATA_MESSAGE_1, DATA_MESSAGE_2)
        .forEach(s -> producer.send(new ProducerRecord<String, String>("input", null, s)));
    producer.commitTransaction();
} catch (KafkaException e) {
    producer.abortTransaction();
}
```



Consommateur

```
while (true) {

    ConsumerRecords<String, String> records = consumer.poll(ofSeconds(60));

    // Transform message
    Map<String, Integer> wordCountMap =...

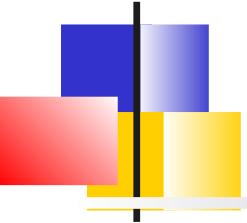
    producer.beginTransaction();

    wordCountMap.forEach((key, value) ->
        producer.send(new ProducerRecord<String, String>(OUTPUT_TOPIC, key, value.toString())));

    Map<TopicPartition, OffsetAndMetadata> offsetsToCommit = new HashMap<>();

    // Retreive offsets for each partition
    for (TopicPartition partition : records.partitions()) {
        List<ConsumerRecord<String, String>> partitionedRecords = records.records(partition);
        long offset = partitionedRecords.get(partitionedRecords.size() - 1).offset();
        offsetsToCommit.put(partition, new OffsetAndMetadata(offset + 1));
    }
    // Commit Offset for consumer associated with the commit of the transaction
    producer.sendOffsetsToTransaction(offsetsToCommit, CONSUMER_GROUP_ID);
    producer.commitTransaction();

}
```



Configuration cluster et topics

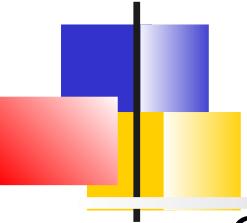
Mécanismes de réPLICATION

Garanties de livraison

Débit, latency, durabilité

Rétention des messages

Quotas



Configuration pour favoriser le débit

Côté producteur :

Augmenter

- *batch.size*: ex : 100000 (défaut 16384)
- *linger.ms*: ex : 100 (default 0)
- *buffer.memory*: si il y a beaucoup de partitions (défaut 32 Mb)

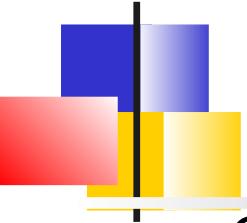
Puis

- *compression.type=lz4* (défaut none)
- *acks=1* (défaut all)

Côté consommateur

Augmenter

- *fetch.min.bytes*: ex : 100000 (défaut 1)



Configuration pour favoriser la latence

Cluster

Si followers pas suffisamment rapide, augmenter leur nombre

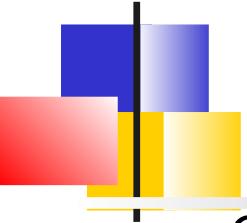
- *num.replica.fetchers* : (défaut 1)

Côté producteur

- *linger.ms*: 0
- *compression.type=none*
- *acks=1*

Côté consommateur

- *fetch.min.bytes*: 1



Configuration pour la durabilité

Cluster

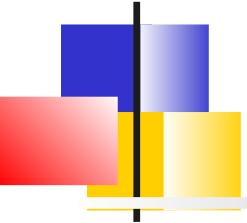
- *replication.factor*: 3
- *min.insync.replicas*: 2 (défaut 1)
- *unclean.leader.election.enable* : false (défaut false)
- *broker.rack*: rack du broker (défaut null)

Producteur

- *acks:all* (défaut all)
- *enable.idempotence:true* (défaut false)
- *max.in.flight.requests.per.connection: <=5*

Consommateur

- *isolation.level: read_committed*



Configuration cluster et topics

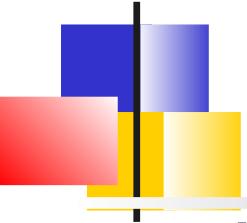
Mécanismes de réPLICATION

GarANTIES de livRAISON

DÉBIT, LATENCE, DURABILITÉ

RÉTENTION DES MESSAGES

QUOTAS

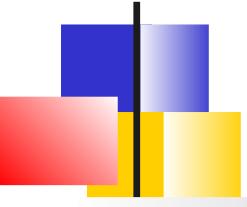


Introduction

L'unité de stockage de Kafka est une réplique de partition.

- => Les partitions ne peuvent pas être divisées entre plusieurs brokers ni entre plusieurs disques du même broker

La propriété ***log.dirs*** définit les répertoires de stockage des partitions

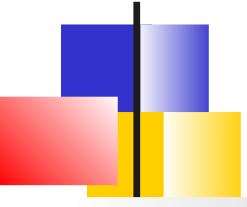


Allocation des partitions

A la création des *topics*, Kafka décide comment allouer les partitions sur les brokers

Ses objectifs sont :

- Répartir uniformément les répliques entre les brokers
- S'assurer que chaque réplica d'une partition se trouve sur un broker différent
- Si les brokers ont des informations sur le rack, s'assurer que les répliques sont affectés à des racks différents si possible



Rétention des données

L'administrateur Kafka configure une période de rétention pour chaque topic

- Soit une durée
- Soit un volume

Pour accélérer la purge, Kafka utilise les **segments**

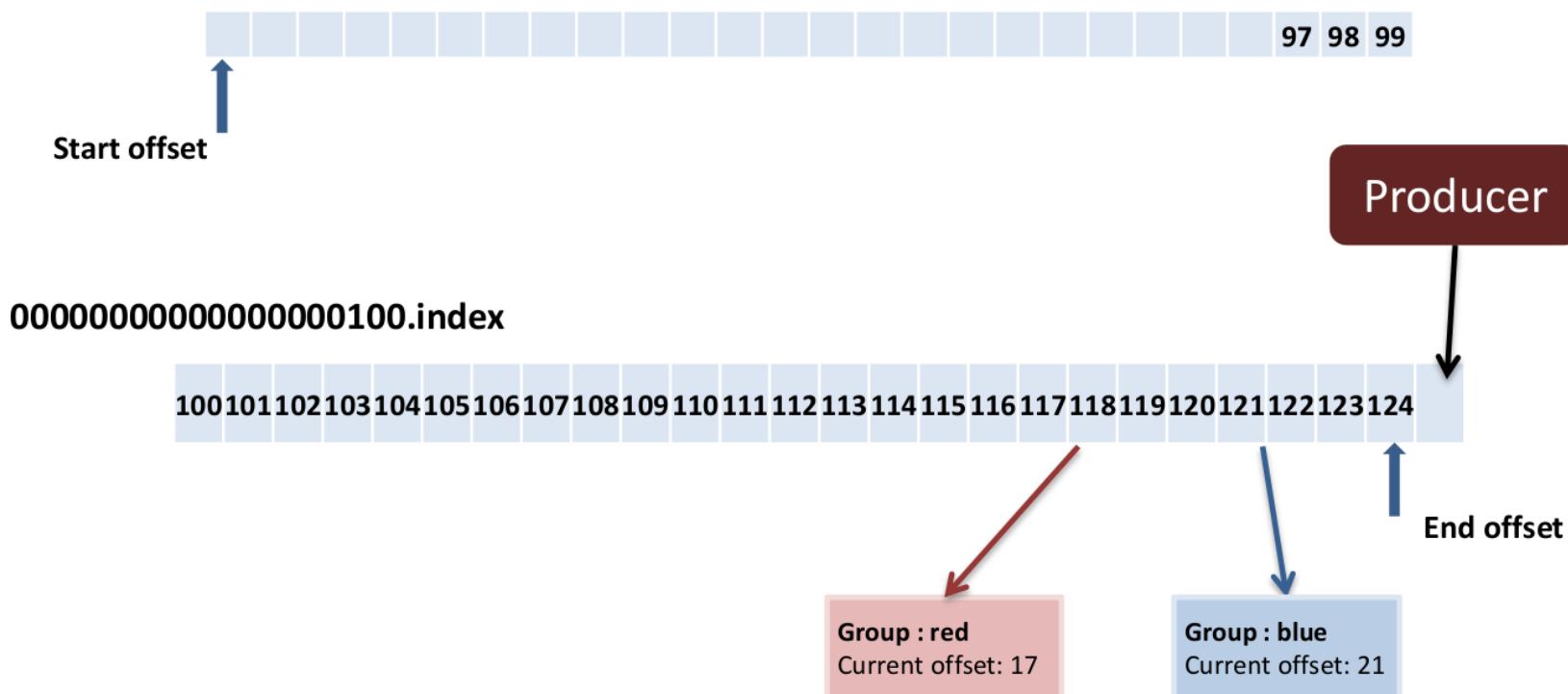
- Les segments sont des fragments de partition au maximum de 1Go et au maximum d'une semaine de données
- Lors de l'écriture d'un segment, lorsque la limite est atteinte, le broker ferme le fichier. Il devient éligible pour la purge
- Il existe donc un seul *segment actif* qui d'ailleurs ne peut pas être purgé

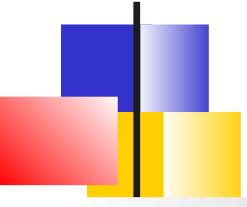
Segments

Log segment

closing segment parameters :

- log.roll.ms (ignored if log.roll.hours is set)
- log.roll.hours (default 168)
- log.segment.bytes (default 1073741824)



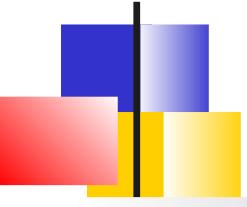


Indexation

Kafka permet de récupérer des messages à partir de n'importe quel offset disponible.

Pour accélérer cette opération, Kafka maintient un **index** pour chaque partition

- L'index associe les offsets aux segments et aux positions dans le fichier
- Les index sont également divisés en segments
- En cas de suppression, ils peuvent être régénérés automatiquement par Kafka



Principales configurations

log.retention.hours (défaut 168 : 7 jours),

log.retention.minutes (défaut null),

log.retention.ms (défaut null, si -1 infini)

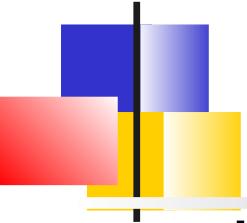
Période de rétention des vieux segment avant de les supprimer

log.retention.bytes (défaut -1)

La taille maximale du log

offsets.retention.minutes (défaut 10080 : 7 jours)

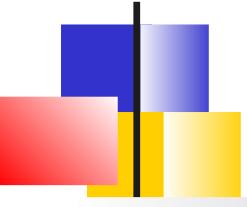
Le nombre de minutes pour conserver l'index d'offset d'un groupe n'ayant plus de consommateurs



Compactage

Kafka autorise également la stratégie de rétention ***compact***, qui ne stocke que la valeur la plus récente pour chaque clé du *topic*.

- Propriétés ***cleanup.policy=compact*** et ***log.cleaner.enabled=true***
- Les événements doivent alors contenir une clé
- Le compactage est effectué par une thread séparé qui périodiquement purge les messages *dirty*

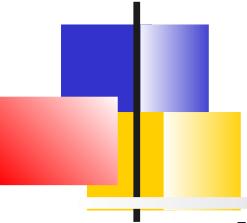


Nettoyage des logs

Propriété log.cleanup.policy, 2 stratégies disponibles :

- **delete** (défaut) :
 - Suppression des vieux segments en fonction de l'âge et la taille du log (partition)
- **compact**
 - Suppression basée sur les clés des messages quelque soit l'âge et la taille des données

Possibilité de combiner les 2 stratégies (delete and compact)

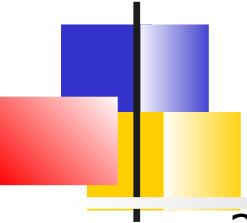


Stratégie *delete*

La stratégie *delete* s'appuie sur :

- ***log.retention.bytes*** (défaut -1 : infinite)
- ***log.retention.ms*** (défaut null)
- ***log.retention.minutes*** (défaut null)
- ***log.retention.hours*** (défaut 168, 1 semaine)

=> Meilleur contrôle de l'usage disque



Stratégie compact

2 propriétés de configuration importante pour cette stratégie :

- *cleaner.min.compaction.lag.ms* : Le temps minimum qu'un message reste non compacté
- *cleaner.max.compaction.lag.ms* : Le temps maximum qu'un message reste inéligible pour la compactage

Le *nettoyeur (log cleaner)* est implémenté par un pool de threads.

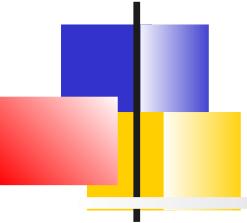
Le pool est configurable :

- *log.cleaner.enable* : doit être activé si stratégie compact
- *Log.cleaner.threads* : Le nombre de threads
- *log.cleaner.backoff.ms* : Le temps de pause lorsqu'il n'y pas de travail (défaut 15 secondes)
-

Lors du nettoyage, le segment actif est fermé (un nouveau segment est créé)

Sauvegarde la dernière valeur (dernière mise à jour) pour chaque clé

=> Consomme CPU et RAM

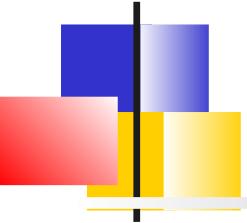


Exemple compact

1	2	3	4	5	6	7
K1	K2	K3	K4	K4	K5	K1
6	3	2	2	1	3	2

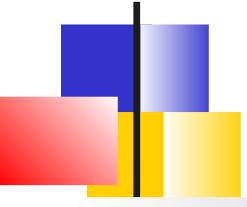


2	3	5	6	7
K2	K3	K4	K5	K1
3	2	1	3	2



Configuration cluster et topics

Mécanismes de réPLICATION
Garanties de livraison
Débit, latency, durabilité
Rétention des messages
Quotas



Introduction

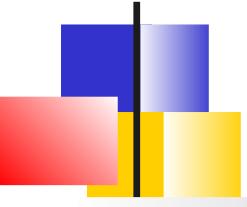
Kafka permet d'appliquer des quotas sur les requêtes pour contrôler les ressources du broker utilisées par les clients.

Deux types de quotas peuvent être appliqués par groupe de client :

- Les quotas de bande passante réseau définissent des seuils de débit
- Les quotas de taux de requête définissent les seuils d'utilisation du processeur en pourcentage du réseau et des threads d'E/S
- Quotas du taux de connexion par IP

L'identité du client correspond au KafkaPrincipal dans un cluster sécurisé ou la propriété applicative client-id.

Tous les clients ayant la même identité partagent leur configuration de quotas

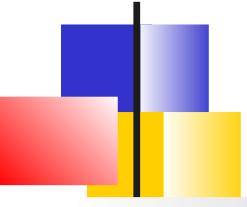


Quota de bande passante

Le seuil de débit d'octets pour chaque groupe de clients.

Chaque groupe peut publier/consommer un maximum de X octets/sec par broker avant d'être limités.

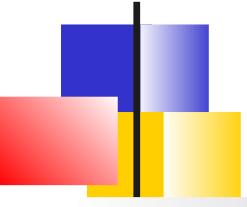
```
kafka-configs.sh --bootstrap-server $BOOT --alter --  
add-config  
'producer_byte_rate=1024,consumer_byte_rate=1024' --  
entity-type users --entity-name <authenticated-  
principal> --command-config /tmp/client.properties
```



Taux de requêtes

Définis en pourcentage de temps sur les threads d'I/O et de réseau de chaque broker dans une fenêtre temporelle.

```
kafka-configs.sh --bootstrap-server $BOOT --  
alter --add-config 'request_percentage=150'  
--entity-type users --entity-name big-time-  
tv-show-host --command-config  
/tmp/client.properties
```



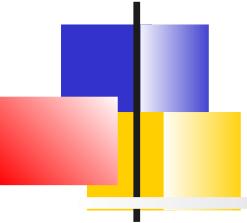
Application des quotas

Lorsqu'un broker constate une violation de quota, il calcule une estimation du délai nécessaire pour ramener le client sous son quota.

Le broker peut alors :

- Répondre au client avec une demande de délai
- Désactiver le canal de la socket

Selon le client (récent ou non), le client peut soit respecter ce délai, soit l'ignorer.



Spring-Kafka

Introduction

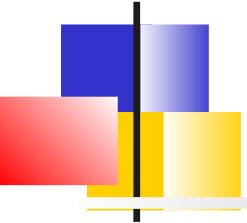
Production de message

Consommation

Transaction

Sérialisation / Désérialisation

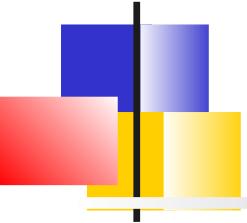
Traitement des exceptions



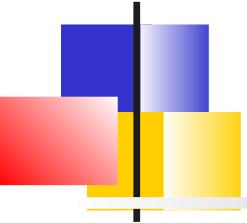
Connexion à Kafka

Spring permet 3 types de client aux clusters Kafka

- KafkaAdmin : Utilisé principalement pour configurer les topics
- ProducerFactory : Pour la production de messages
- ConsumerFactory : Pour la consommation



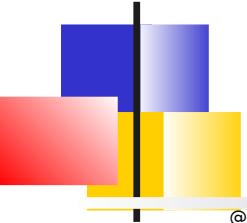
ApplicationEvents



Configuration des topics

Si un bean KafkaAdmin est configuré (automatique avec SpringBoot), il est possible de définir des beans NewTopic qui permettent la création automatique de topic

Le builder TopicBuilder permet de construire de tel Beans

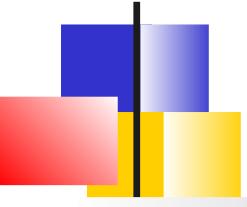


Exemples

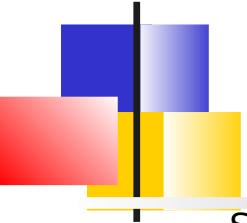
```
@Bean
public NewTopic topic1() {
    return TopicBuilder.name("thing1")
        .partitions(10)
        .replicas(3)
        .compact()
        .build();
}

@Bean
public NewTopic topic2() {
    return TopicBuilder.name("thing2")
        .partitions(10)
        .replicas(3)
        .config(TopicConfig.COMPRESSION_TYPE_CONFIG, "zstd")
        .build();
}

@Bean
public NewTopic topic3() {
    return TopicBuilder.name("thing3")
        .assignReplicas(0, Arrays.asList(0, 1))
        .assignReplicas(1, Arrays.asList(1, 2))
        .assignReplicas(2, Arrays.asList(2, 0))
        .config(TopicConfig.COMPRESSION_TYPE_CONFIG, "zstd")
        .build();
}
@Bean
public NewTopic topic4() {
    return TopicBuilder.name("defaultBoth")
        .build();
}
```



By default, if the broker is not available, a message is logged, but the context continues to load. You can programmatically invoke the admin's `initialize()` method to try again later. If you wish this condition to be considered fatal, set the admin's `fatalIfBrokerNotAvailable` property to true. The context then fails to initialize.



Starting with version 2.7, the KafkaAdmin provides methods to create and examine topics at runtime.

createOrModifyTopics

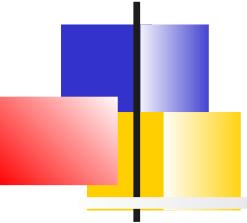
describeTopics

For more advanced features, you can use the AdminClient directly. The following example shows how to do so:

```
@Autowired  
private KafkaAdmin admin;
```

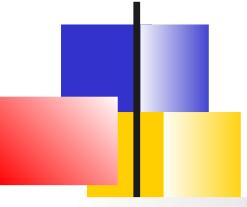
...

```
AdminClient client = AdminClient.create(admin.getConfigurationProperties());  
...  
client.close()
```



Spring-Kafka

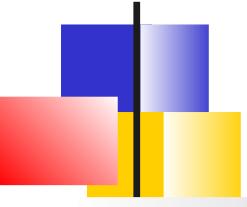
Introduction
Production de message
Consommation
Transaction
Sérialisation / Désérialisation
Traitement des exceptions



Production de messages

Différents objets Template sont fournis pour l'émission de messages

- **KafkaTemplate** encapsulant un *KafkaProducer*
- **RoutingKafkaTemplate** permet de sélectionner un *KafkaProducer* en fonction du nom du Topic
- **ReplyingKafkaTemplate** permettant des interactions Request/Response
- **DefaultKafkaProducerFactory** pouvant être utilisé pour gérer plus finement les template



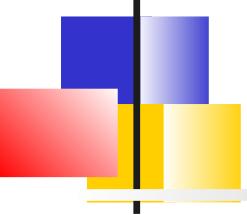
Méthodes d'envoi

KafkaTemplate propose 2 méthodes d'envoi retournant un ***CompletableFuture<SendResult>*** :

- ***sendDefault*** qui nécessite d'avoir défini un topic par défaut
- ***send*** où le topic est fourni en argument

Différentes signatures sont possibles pour ces 2 méthodes :

- Juste la donnée
- La donnée et la clé
- La donnée, la clé et le timestamp
- *ProducerRecord<K, V>* record de Kafka;
- *Message<?>* message de spring-integration



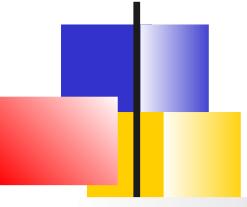
Configuration sans SpringBoot

```
@Bean
public ProducerFactory<Integer, String> producerFactory() {
    return new DefaultKafkaProducerFactory<>(producerConfigs());
}

@Bean
public Map<String, Object> producerConfigs() {
    Map<String, Object> props = new HashMap<>();
    props.put(ProducerConfig.BOOTSTRAP_SERVERS_CONFIG, "localhost:9092");
    props.put(ProducerConfig.KEY_SERIALIZER_CLASS_CONFIG, IntegerSerializer.class);
    props.put(ProducerConfig.VALUE_SERIALIZER_CLASS_CONFIG, StringSerializer.class);

    return props;
}

@Bean
public KafkaTemplate<Integer, String> kafkaTemplate() {
    return new KafkaTemplate<Integer, String>(producerFactory());
}
```



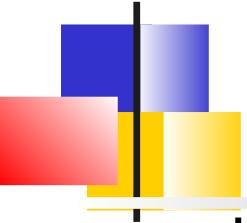
Avec SpringBoot

SpringBoot configure automatiquement un *ProducerFactory* à partir des propriétés trouvées dans *application.yml*

```
spring:  
  kafka:  
    bootstrap-servers:  
      - localhost:9092  
    producer:  
      value-serializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer  
      key-serializer: org.apache.kafka.common.serialization.IntegerSerializer
```

Il suffit alors de s'injecter un KafkaTemplate
(singleton par défaut)

```
@Autowired  
KafkaTemplate<Integer, String> kafkaTemplate
```



Réponse à l'envoi

La réponse est encapsulée dans un *CompletableFuture* permettant différents types d'interaction

- Fire and Forget
- Synchrone

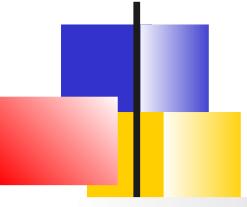
```
CompletableFuture<SendResult<Integer, String>> future = template.send("myTopic", "something");  
SendResult result = future.get();
```

- Asynchrone avec call-back

```
CompletableFuture<SendResult<Integer, String>> future = template.send("myTopic", "something");  
future.whenComplete((result, ex) -> {  
    ...  
});
```

SendResult encapsule les classes de Kafka

- *ProducerRecord* : L'enregistrement envoyé
- *RecordMetadata* : Partition, offset, timestamp, objets sérialisés



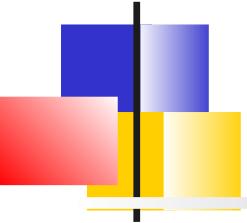
ProducerListener

On peut également associer un **ProducerListener** au template via sa méthode *setProducerListener()*

Les méthodes de call-back seront alors appelées pour tous les envois du Template

```
public interface ProducerListener<K, V> {  
    void onSuccess(ProducerRecord<K, V> producerRecord, RecordMetadata  
    recordMetadata);  
  
    void onError(ProducerRecord<K, V> producerRecord, RecordMetadata  
    recordMetadata, Exception exception);  
}
```

Par défaut, KafkaTemplate est configuré avec un *LoggingProducerListener*, qui trace les erreurs et ne fait rien lorsque l'envoi réussit.

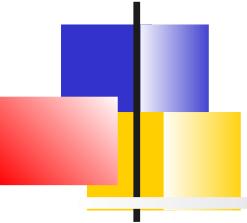


RoutingKafkaTemplate

```
@Bean
public RoutingKafkaTemplate routingTemplate(GenericApplicationContext context, ProducerFactory<Object, Object> pf) {
    // Cloner le ProducerFactory par défaut avec un sérialiseur différent
    Map<String, Object> configs = new HashMap<>(pf.getConfigurationProperties());
    configs.put(ProducerConfig.VALUE_SERIALIZER_CLASS_CONFIG, ByteArraySerializer.class);
    DefaultKafkaProducerFactory<Object, Object> bytesPF = new DefaultKafkaProducerFactory<>(configs);
    context.registerBean(DefaultKafkaProducerFactory.class, "bytesPF", bytesPF);

    Map<Pattern, ProducerFactory<Object, Object>> map = new LinkedHashMap<>();
    map.put(Pattern.compile("two"), bytesPF); // Topic « two » utilise le ByteSerializer
    map.put(Pattern.compile(".+"), pf); // Défaut : StringSerializer
    return new RoutingKafkaTemplate(map);
}

@Bean
public ApplicationRunner runner(RoutingKafkaTemplate routingTemplate) {
    return args -> {
        routingTemplate.send("one", "thing1");
        routingTemplate.send("two", "thing2".getBytes());
    };
}
```



ProducerFactory

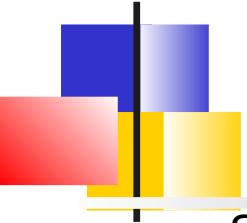
Par défaut, *DefaultKafkaProducerFactory* crée un producer singleton

- La propriété *producerPerThread* permet de créer un Producer par thread

Il peut également être utile d'accéder à *ProducerFactory* pour mettre à jour dynamiquement sa configuration via :

- `updateConfigs(Map<String, Object> updates)`
- `void removeConfig(String configKey);`

Utile pour les rotations de clés par exemple



ReplyingKafkaTemplate

Sous-classe de KafkaTemplate permettant un mode requête/réponse :

- Un message est envoyé sur un Topic *request*
- Un consommateur répond sur un Topic *Response*

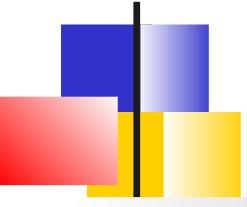
Lors de son instantiation, un *GenericMessageListenerContainer* représentant un consommateur du topic *Response* est fournie.

L'envoi de message peut alors se faire via un des 2 méthodes supplémentaires :

```
RequestReplyFuture<K, V, R> sendAndReceive(ProducerRecord<K, V> record);  
RequestReplyFuture<K, V, R> sendAndReceive(ProducerRecord<K, V> record, Duration  
replyTimeout);
```

La valeur de retour est un *CompletableFuture* renseigné de façon asynchrone qui contient :

- La clé
- La valeur envoyée
- La réponse du consommateur du Topic Request

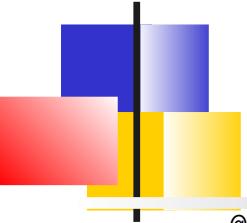


Exemple (1)

Création des beans

```
@Bean
public ReplyingKafkaTemplate<String, String, String> replyingTemplate(
    ProducerFactory<String, String> pf,
    ConcurrentMessageListenerContainer<String, String> repliesContainer) {
    return new ReplyingKafkaTemplate<>(pf, repliesContainer);
}

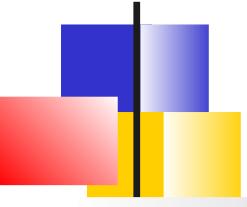
@Bean
public ConcurrentMessageListenerContainer<String, String> repliesContainer(
    ConcurrentKafkaListenerContainerFactory<String, String> containerFactory) {
    ConcurrentMessageListenerContainer<String, String> repliesContainer =
        containerFactory.createContainer("kReplies");
    repliesContainer.getContainerProperties().setGroupId("repliesGroup");
    repliesContainer.setAutoStartup(false);
    return repliesContainer;
}
```



Exemple (2)

Envoi de message

```
@Bean
public ApplicationRunner runner(ReplyingKafkaTemplate<String, String, String> template) {
    return args -> {
        if (!template.waitForAssignment(Duration.ofSeconds(10))) {
            throw new IllegalStateException("Reply container did not initialize");
        }
        ProducerRecord<String, String> record = new ProducerRecord<>("kRequests", "foo");
        RequestReplyFuture<String, String, String> replyFuture = template.sendAndReceive(record);
        // Vérification de l'envoi de la requête
        SendResult<String, String> sendResult = replyFuture.getSendFuture().get(10,
                TimeUnit.SECONDS);
        System.out.println("Résultat de l'envoi ok: " + sendResult.getRecordMetadata());
        // Lecture de la valeur de la réponse
        ConsumerRecord<String, String> consumerRecord = replyFuture.get(10, TimeUnit.SECONDS);
        System.out.println("Valeur de la réponse : " + consumerRecord.value());
    };
}
```



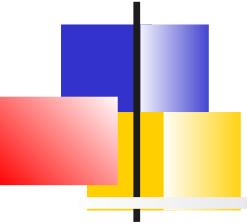
Exemple (3)

```
@KafkaListener(id="server", topics = "kRequests")
@SendTo
public String listen(String in) {
    System.out.println("Server received: " + in);
    return in.toUpperCase();
}
```

Le topic de réponse est indiqué dans l'entête

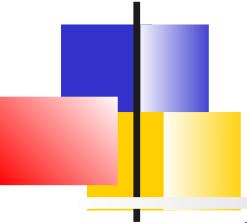
KafkaHeaders.REPLY_TOPIC.

L'annotation `@SendTo` a pour effet de renvoyer sur le topic de réponse la valeur renvoyée par la méthode



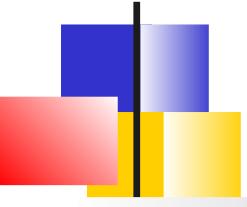
Spring-Kafka

Introduction
Production de message
Consommation
Transaction
Sérialisation / Désérialisation
Traitement des exceptions



2 façon de consommer des messages :

- Définir un `MessageListenerContainer` puis un `MessageListener`
- Utiliser l'annotation `@KafkaListener`

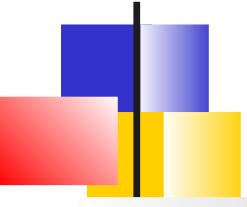


MessageListener

MessageListener est l'interface permettant de consommer les ConsumerRecords retournés par la boucle poll

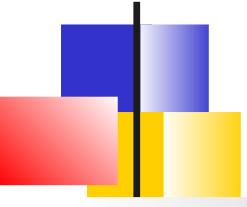
Il offre différentes alternatives :

- Traitement individuel ou par lot
- Commit géré par le container ou manuel via la classe Acknowledgment
- Accès au Consumer Kafka sous-jacent



Interface *MessageListener*

```
// Traitement individuel des ConsumerRecord retournée par poll() de Kafka : commit  
gérées par le container  
MessageListener<K, V> : onMessage(ConsumerRecord<K, V> );  
ConsumerAwareMessageListener<K, V> : onMessage(ConsumerRecord<K, V>, Consumer<?, ?> );  
}  
  
// Traitement individuel avec commit manuel (Acknowledgment)  
AcknowledgingMessageListener<K, V> : onMessage(ConsumerRecord<K, V>, Acknowledgment);  
AcknowledgingConsumerAwareMessageListener<K, V> : onMessage(ConsumerRecord<K, V>,  
Acknowledgment, Consumer<?, ?>);  
  
// Traitement par lot avec commit géré par container  
BatchMessageListener<K, V> : onMessage(List<ConsumerRecord<K, V>>);  
BatchConsumerAwareMessageListener<K, V> : onMessage(List<ConsumerRecord<K, V>>,  
Consumer<?, ?>);  
  
// Traitement par lot avec commit manuel  
BatchAcknowledgingMessageListener<K, V> : onMessage(List<ConsumerRecord<K, V>>,  
Acknowledgment);  
BatchAcknowledgingConsumerAwareMessageListener<K, V> :  
onMessage(List<ConsumerRecord<K, V>>, Acknowledgment, Consumer<?, ?>);}
```



MessageListenerContainer

MessageListenerContainer contient la configuration de la connexion à Kafka, et les topics, partitions à écouter. Il effectue la boucle de poll()

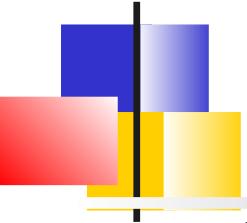
2 implémentations sont fournies :

- **KafkaMessageListenerContainer** :

Implémentation mono-thread

- **ConcurrentMessageListenerContainer** :

Implémentation multi-thread permettant d'ajuster le nombre de threads au nombre de partitions du Topic



Instanciation

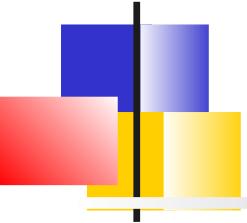
Constructeur :

```
public KafkaMessageListenerContainer(  
    ConsumerFactory<K, V> consumerFactory,  
    ContainerProperties containerProperties  
)  
public ConcurrentMessageListenerContainer(  
    ConsumerFactory<K, V> consumerFactory,  
    ContainerProperties containerProperties  
)
```

Constructeur *ContainerProperties* :

```
public ContainerProperties(TopicPartitionOffset... topicPartitions)  
public ContainerProperties(String... topics)  
public ContainerProperties(Pattern topicPattern)
```

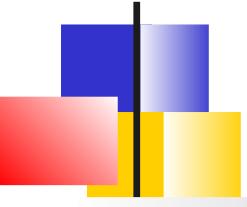
ContainerProperties propose également la méthode *setMessageListener()* permettant d'associer le listener au Container



ConcurrentMessageListener

ConcurrentMessageListenerContainer a une propriété ***concurrency*** supplémentaire déterminant le degré de multi-threading :

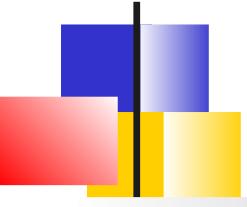
- A chaque thread est associé une propriété
client-id = <prefixe>-<n>
- A chaque thread est associé 1 ou plusieurs partitions avec la distribution par défaut de Kafka
 - Peut être influencé par la propriété :
spring.kafka.consumer.properties.partition.assignment.strategy



Commits

Différentes options pour la gestion des commits :

- Si **`enable.auto.commit = true`**. On s'appuie sur les commits automatiques de Kafka
- Sinon (défaut), on s'appuie sur les commits Spring via l'énumération **`AckMode`**
Il propose de nombreuses options qui influent sur le nombre de commits et donc sur des compromis entre performance et risque



AckMode

RECORD : Commit au retour du listener => à chaque enregistrement

BATCH (Défaut) : Commit lorsque tous les enregistrements renvoyés par poll() ont été traités.

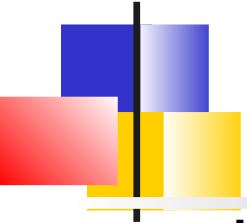
TIME : Commit l'offset du dernier poll si ackTime a été dépassé depuis la dernière validation.

COUNT : Commit l'offset du dernier poll si ackCount messages ont été reçus depuis la dernière validation.

COUNT_TIME : similaire à TIME et COUNT, le commit est effectué si l'une ou l'autre des conditions est vraie.

MANUAL : Le messageListener est responsable d'effectuer le commit via la méthode `Acknowledgement.acknowledge()`. Le commit vers Kafka est envoyé avec BATCH

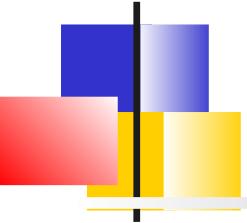
MANUAL_IMMEDIATE : Commit effectué lorsque la méthode `Acknowledgement.acknowledge()` est appelée par le *messageListener*.



Acknowledgment

L'interface **Acknowledgment** propose donc 3 méthodes :

- **void acknowledge()** : Utilisé pour le commit manuel en mode individuel ou BATCH
- **default void nack(int index, Duration sleep)** : Acknowledge négatif d'un index d'un batch
=> Commite les offsets avant l'index puis repositionne à index+1 après le sleep
- **default void nack(Duration sleep)** : Acknowledge négatif du record courant
=> Se repositionne après l'enregistrement

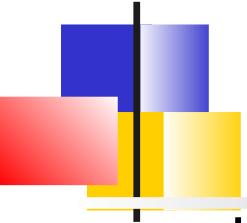


Configuration sans SpringBoot

```
@Bean
KafkaListenerContainerFactory<ConcurrentMessageListenerContainer<Integer, String>>
    kafkaListenerContainerFactory() {
    ConcurrentKafkaListenerContainerFactory<Integer, String> factory =
        new ConcurrentKafkaListenerContainerFactory<>();
    factory.setConsumerFactory(consumerFactory());
    factory.setConcurrency(3);
    factory.getContainerProperties().setPollTimeout(3000);
    return factory;
}

@Bean
public ConsumerFactory<Integer, String> consumerFactory() {
    return new DefaultKafkaConsumerFactory<>(consumerConfigs());
}

@Bean
public Map<String, Object> consumerConfigs() {
    Map<String, Object> props = new HashMap<>();
    props.put(ProducerConfig.BOOTSTRAP_SERVERS_CONFIG, embeddedKafka.getBrokersAsString());
    ...
    return props;
}
```



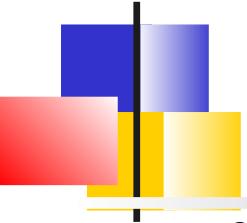
Configuration SpringBoot

Les valeurs de configuration relatives à DefaultConsumerFactory sont fixées par la propriété ***spring.kafka.consumer*** :

- *bootstrap-servers, group-id, Deserialisers, enable-auto-commit, auto-offset-reset, ...*

Les valeurs relatives influant le container sont fixées par ***spring.kafka.listener*** :

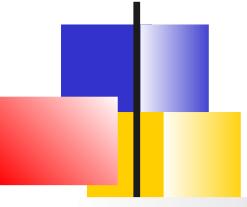
- *type : batch | single*
- *concurrency, client-id, log-container-config*
- *ack-mode, ack-count, ack-time*
- *poll-timeout, idle-between-poll*
- *monitor-poll*



Exemple

```
spring:
  kafka:
    consumer:
      group-id: consumer
      bootstrap-servers:
        - localhost:9092
        - localhost:9192
      auto-offset-reset: earliest
      key-deserializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringDeserializer
      value-deserializer: org.formation.model.JsonDeserializer
      enable-auto-commit: true

    listener:
      concurrency: 3 # Container concurrent
      log-container-config: true
```



@KafkaListener

L'annotation **@KafkaListener** permet de désigner une méthode comme MessageListener.

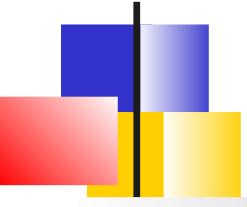
Ses attributs¹ permettent de spécifier :

- Le(s) topics à écouter ou même plus précisément les partitions et les offsets
- L'identité du groupe de consommateur
- Le préfixe des clientId
- La propriété *concurrency*
- N'importe quelle propriété

La méthode supporte différents arguments :

- Données ou *ConsumerRecord*
- Acknowledgment : Commits manuels
- Entêtes du message, l'argument doit être annoté

1. Supporte les expressions SpEL "#{someBean.someProperty}" ou les propriétés "\${some.property}"



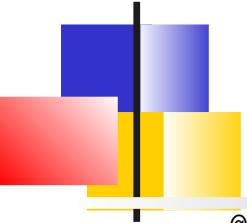
Exemples

```
@KafkaListener(id = "myListener", topics = "myTopic", concurrency = "${listen.concurrency:3}")  
public void listen(String data) {
```

```
@KafkaListener(id = "thing2", topicPartitions =  
    { @TopicPartition(topic = "topic1", partitions = { "0", "1" }),  
      @TopicPartition(topic = "topic2", partitions = "0",  
          partitionOffsets = @PartitionOffset(partition = "1", initialOffset = "100")) })  
public void listen(ConsumerRecord<?, ?> record) {
```

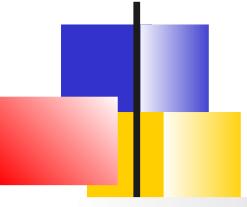
```
@KafkaListener(id = "cat", topics = "myTopic", containerFactory = "kafkaManualAckListenerContainerFactory")  
public void listen(String data, Acknowledgment ack) {  
    ...  
    ack.acknowledge();  
}
```

```
@KafkaListener(id = "qux", topicPattern = "myTopic1")  
public void listen(@Payload @Valid MyObject foo,  
    @Header(name = KafkaHeaders.RECEIVED_KEY, required = false) Integer key,  
    @Header(KafkaHeaders.RECEIVED_PARTITION) int partition,  
    @Header(KafkaHeaders.RECEIVED_TOPIC) String topic,  
    @Header(KafkaHeaders.RECEIVED_TIMESTAMP) long ts  
) {
```



Exemples en mode batch

```
@KafkaListener(id = "list", topics = "myTopic", containerFactory = "batchFactory")
public void listen(List<String> list) {  
  
@KafkaListener(id = "listCRs", topics = "myTopic", containerFactory = "batchFactory")
public void listen(List<ConsumerRecord<Integer, String>> list) {  
  
@KafkaListener(id = "listCRsAck", topics = "myTopic", containerFactory = "batchFactory")
public void listen(List<ConsumerRecord<Integer, String>> list, Acknowledgment ack) {  
  
@KafkaListener(id = "list", topics = "myTopic", containerFactory = "batchFactory")
public void listen(List<String> list,
                  @Header(KafkaHeaders.RECEIVED_KEY) List<Integer> keys,
                  @Header(KafkaHeaders.RECEIVED_PARTITION) List<Integer> partitions,
                  @Header(KafkaHeaders.RECEIVED_TOPIC) List<String> topics,
                  @Header(KafkaHeaders.OFFSET) List<Long> offsets) {  
  
@KafkaListener(id = "listMsgAck", topics = "myTopic", containerFactory = "batchFactory")
public void listen15(List<Message<?>> list, Acknowledgment ack) {  
  
@KafkaListener(id = "listMsgAckConsumer", topics = "myTopic", containerFactory = "batchFactory")
public void listen16(List<Message<?>> list, Acknowledgment ack, Consumer<?, ?> consumer) {
    ...
```



Annotation de classe

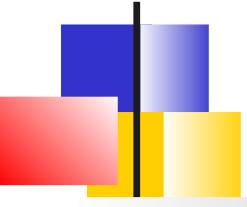
`@KafkaListener` peut également être utilisée sur la classe permettant de mutualiser des propriétés du listener.

Ensuite des annotations `@KafkaHandler` précisent les méthodes de réception. La méthode est sélectionnée en fonction de la conversion de la charge utile.

```
@KafkaListener(id = "multi", topics = "myTopic")
static class MultiListenerBean {
    @KafkaHandler
    public void listen(String foo) { ... }

    @KafkaHandler
    public void listen(Integer bar) { ... }

    @KafkaHandler(isDefault = true)
    public void listenDefault(Object object) { ... }
}
```

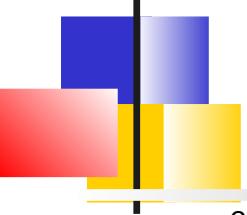


Rééquilibrage des listeners

ContainerProperties a une propriété
consumerRebalanceListener, qui prend une implémentation de *ConsumerRebalanceListener* (API Kafka)

- Si pas renseignée, un logger par défaut est associé. Il trace en mode INFO les rééquilibrages
- Sinon Spring fournit une sous-interface
ConsumerAwareRebalanceListener qui peut être spécifié

```
public interface ConsumerAwareRebalanceListener extends ConsumerRebalanceListener {  
  
    void onPartitionsRevokedBeforeCommit(Consumer<?, ?> consumer, Collection<TopicPartition> partitions);  
  
    void onPartitionsRevokedAfterCommit(Consumer<?, ?> consumer, Collection<TopicPartition> partitions);  
  
    void onPartitionsAssigned(Consumer<?, ?> consumer, Collection<TopicPartition> partitions);  
  
    void onPartitionsLost(Consumer<?, ?> consumer, Collection<TopicPartition> partitions);  
  
}
```



Exemple :

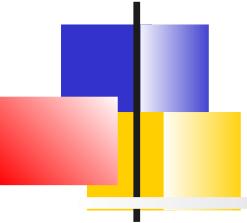
Stockage des offsets dans support externe

```
containerProperties.setConsumerRebalanceListener(new ConsumerAwareRebalanceListener() {

    @Override
    public void onPartitionsRevokedBeforeCommit(Consumer<?, ?> consumer,
                                                Collection<TopicPartition> partitions) {
        // acknowledge any pending Acknowledgments (if using manual acks)
    }

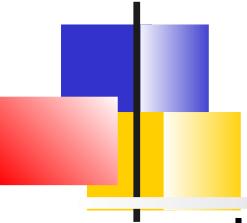
    @Override
    public void onPartitionsRevokedAfterCommit(Consumer<?, ?> consumer, Collection<TopicPartition>
partitions) {
        // ...
        store(consumer.position(partition));
        // ...
    }

    @Override
    public void onPartitionsAssigned(Collection<TopicPartition> partitions) {
        // ...
        consumer.seek(partition, offsetTracker.getOffset() + 1);
        // ...
    }
});
```



Spring-Kafka

Introduction
Production de message
Consommation
Transaction
Sérialisation / Désérialisation
Traitement des exceptions

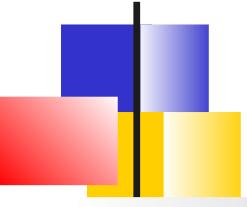


Support Spring-kafka

Le support Spring pour les transactions :

- **KafkaTransactionManager**: Implémentation de PlatformTransactionManager permettant le support classique Spring (@Transactional, TransactionTemplate etc) et la synchronisation avec d'autres TransactionManager (BD par exemple)
- **KafkaMessageListenerContainer transactionnel**
- Transactions locales avec KafkaTemplate, transaction indépendante Kafka
- Synchronisation avec d'autres gestionnaires de transaction

Les transactions sont activées dès que la propriété **transactionIdPrefix** est renseignée



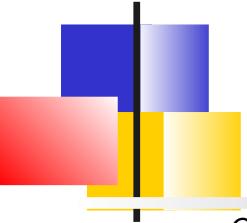
Mécanisme

Lorsque les transactions sont activées, au lieu de gérer un seul producteur partagé, Spring maintient un cache de producteurs transactionnels.

- Lorsque l'utilisateur appelle `close()` sur un producteur, il est renvoyé dans le cache pour être réutilisé au lieu d'être réellement fermé.

La propriété Kafka `transactional.id` de chaque producteur est **`transactionIdPrefix + n`**, où `n` commence par 0 et est incrémenté pour chaque nouveau producteur.

`transactionIdPrefix` doit être unique par instance de processus/application.



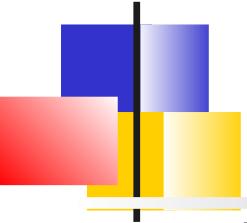
Envoi transactionnel synchronisé

```
@Transactional  
public void process(List<Thing> things) {  
    things.forEach(thing -> this.kafkaTemplate.send("topic", thing));  
    updateDb(things);  
}
```

A l'entrée de méthode, l'intercepteur de *@Transactional* démarre la transaction synchronisée avec le gestionnaire de transaction (ici la BD)

A la sortie de méthode sans exception, la transaction BD est committé, suivie de la transaction Kafka.

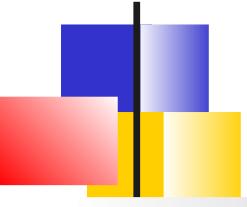
Attention : Si le 2nd commit échoue, une exception sera envoyé à l'appelant qui devra compenser les effets de la 1ère transaction.



Transaction locale Kafka

*KafkaTemplate propose la méthode
executeInTransaction*

```
boolean result = template.executeInTransaction(t -> {  
    t.sendDefault("thing1", "thing2");  
    t.sendDefault("cat", "hat");  
    return true;  
});
```



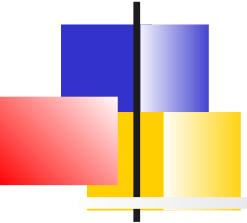
Sémantique Exactly-Once

L'utilisation de transactions permet la sémantique *Exactly Once* :

- Pour une séquence ***read→process→write***, la séquence est terminée exactement une fois

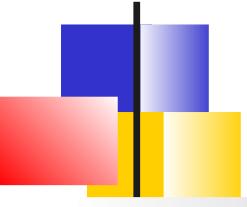
Cette sémantique est donc valable pour les consommateurs de messages qui écrivent dans un topic Kafka.

- Cela est permis grâce à l'API Kafka `producer.sendOffsetsToTransaction()`.



Spring-Kafka

Introduction
Production de message
Consommation
Transaction
Sérialisation / Désérialisation
Traitement des exceptions

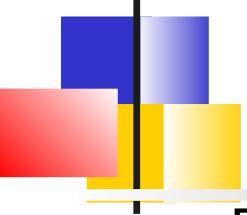


Introduction

Spring Kafka fournit des sérialiseurs/désérialiseurs pouvant être configurés dans les producteurs/consommateurs :

- **Format String** : `StringSerializer/ParseStringSerializer`
- **Format JSON** : `JsonSerializer/JsonDeserializer`
- **Delegating(De)Serializer** : Permettant d'utiliser un (de)serializer différent en fonction d'une clé, d'un type ou d'un topic,
- **RetryingDeSerializer** : Permettant plusieurs essais de désérialisation
- **ErrorHandlingDeserializer** : Désérialiseur permettant de traiter les erreurs de désérialisation

Spring Kafka fournit également un intégration avec Spring Messaging permettant de convertir les messages Kafka en classe **Message**



JsonSerializer / JsonDeserializer

Basé sur **ObjectMapper** de Jackson

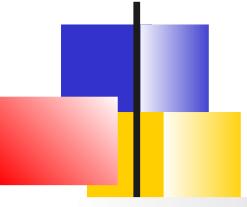
Propriétés de configuration :

– *JSONSerializer*

- **ADD_TYPE_INFO_HEADERS** (défaut true) : Ajouté des informations de type dans les entêtes
- **TYPE_MAPPINGS** : Permet de définir des correspondances de type

– *JsonDeserializer*

- **USE_TYPE_INFO_HEADERS** (défaut true) : Utilise les informations de type
- **KEY_DEFAULT_TYPE, VALUE_DEFAULT_TYPE** : Types par défaut si l'entête de type n'est pas présente
- **TRUSTED_PACKAGES** : Pattern de packages autorisés pour la déserialisation. Par défaut : java.util, java.lang
- **TYPE_MAPPINGS** : Permet de définir des correspondances de type
- **KEY_TYPE_METHOD, VALUE_TYPE_METHOD** : Méthode pour déterminer le type



Comportement par défaut

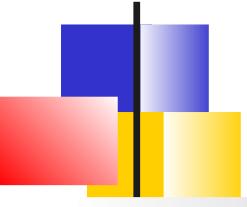
Par défaut, le nom complet de la classe sérialisé est présent dans une entête du message

Au moment de la désérialisation,

- Spring désérialise dans le type indiqué
- Il vérifie que la classe appartient au package de confiance

=> Cela implique :

- que la classe sérialisée soit présente dans le même package du côté consommateur et producteur
- Que la propriété ***spring.json.trusted.packages*** spécifie le package de la classe



Mapping de types

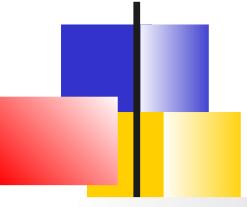
Le mapping de type permet aux consommateurs/producteurs de ne pas partager la même structure de package :

- Côté producteur, le nom de classe est mappé sur un jeton.
- Côté consommateur, le jeton dans l'en-tête de type est mappé sur une classe.

```
senderProps.put(ProducerConfig.VALUE_SERIALIZER_CLASS_CONFIG, JsonSerializer.class);
senderProps.put(JsonSerializer.TYPE_MAPPINGS, "cat:com.mycat.Cat, hat:com.myhat.hat");
...
consumerProps.put(ConsumerConfig.VALUE_DESERIALIZER_CLASS_CONFIG, JsonDeserializer.class);
consumerProps.put(JsonDeSerializer.TYPE_MAPPINGS, "cat:com.yourcat.Cat, hat:com.yourhat.hat");
```

SpringBoot :

```
spring.kafka.producer.value-serializer=org.springframework.kafka.support.serializer.JsonSerializer
spring.kafka.producer.properties.spring.json.type.mapping=cat:com.mycat.Cat,hat:com.myhat.Hat
```



Configuration programmatique

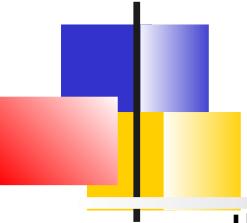
Programmatiquement, on peut faire plus de choses qu'avec les propriétés de configuration :

Sérialiseurs customs :

```
@Bean
public ConsumerFactory<String, Thing> kafkaConsumerFactory(JsonDeserializer
    customValueDeserializer) {
    Map<String, Object> properties = new HashMap<>();
    // properties.put(..., ...)
    // ...
    return new DefaultKafkaConsumerFactory<>(properties,
        new StringDeserializer(), customValueDeserializer);
}
```

Fournir la classe de déserialisation en ignorant les informations de type dans l'entête :

```
DefaultKafkaConsumerFactory<Integer, Cat> cf = new
    DefaultKafkaConsumerFactory<>(props,
        new IntegerDeserializer(), new JsonDeserializer<>(Cat.class, false));
```



Méthodes pour déterminer les types

Il est possible de spécifier une méthode permettant de déterminer le type cible

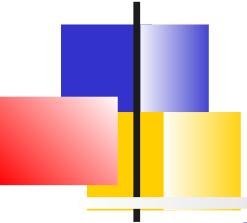
```
spring.kafka.consumer.properties.spring.json.type.value.type.method=
org.formation.TypeResolver.myMethod
```

La méthode doit être *public static*, retourner un *Jackson JavaType*. 3 signatures possibles :

- (String topic, byte[] data, Headers headers),
- (byte[] data, Headers headers)
- (byte[] data)

```
JavaType thing1Type = TypeFactory.defaultInstance().constructType(Thing1.class);
JavaType thing2Type = TypeFactory.defaultInstance().constructType(Thing2.class);

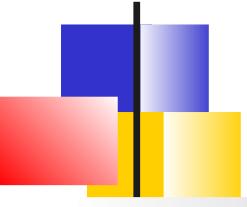
public static JavaType thingOneOrThingTwo(byte[] data, Headers headers) {
    return data[21] == '1' ? thing1Type : thing2Type;
}
```



Délégation

DelegatingSerializer / DelegatingDeserializer permettent de sélectionner différents sérialiseur en fonction :

- Des entêtes
- Du type du message produit
- Le nom du topic



Par entête

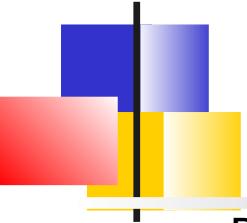
Les producteurs envoient des clés dans les entêtes
VALUE_SERIALIZATION_SELECTOR et
KEY_SERIALIZATION_SELECTOR

Les consommateurs utilisent les mêmes entêtes pour sélectionner le déserialiseur correspondant à la clé

La configuration consiste donc à fournir des Maps des 2 côtés :

```
producerProps.put(DelegatingSerializer.VALUE_SERIALIZATION_SELECTOR_CONFIG,  
    "thing1:com.example.MyThing1Serializer, thing2:com.example.MyThing2Serializer")
```

```
consumerProps.put(DelegatingDeserializer.VALUE_SERIALIZATION_SELECTOR_CONFIG,  
    "thing1:com.example.MyThing1Deserializer,  
    thing2:com.example.MyThing2Deserializer")
```



Autres types de délégation

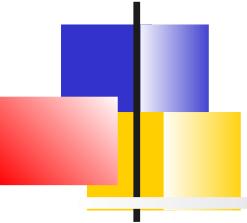
Par type

@Bean

```
public ProducerFactory<Integer, Object> producerFactory(Map<String, Object> config) {  
    return new DefaultKafkaProducerFactory<>(config,  
        null, new DelegatingByTypeSerializer(Map.of(  
            byte[].class, new ByteArraySerializer(),  
            Bytes.class, new BytesSerializer(),  
            String.class, new StringSerializer())));  
}
```

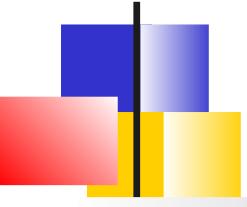
Par regexp sur le nom du topic

```
producerConfigs.put(DelegatingByTopicSerializer.VALUE_SERIALIZATION_TOPIC_CONFIG,  
    "topic[0-4]:" + ByteArraySerializer.class.getName()  
    + ", topic[5-9]:" + StringSerializer.class.getName());  
...  
ConsumerConfigs.put(DelegatingByTopicDeserializer.VALUE_SERIALIZATION_TOPIC_CONFIG,  
    "topic[0-4]:" + ByteArrayDeserializer.class.getName()  
    + ", topic[5-9]:" + StringDeserializer.class.getName());
```



Spring-Kafka

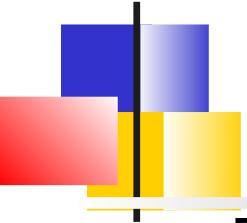
Introduction
Production de message
Consommation
Transaction
Sérialisation / Désérialisation
Traitements des exceptions



Types d'erreur

Lors de la consommation de messages différents types d'erreur peuvent survenir

- Erreur de désérialisation Kafka : Dans ce cas le message n'est pas récupéré par le framework Spring
- Erreur de traitement du message : Un exception est lancée lors du traitement



Configuration du traitement d'erreur

Par défaut, le message fautif est sauté (skip) et la consommation continue

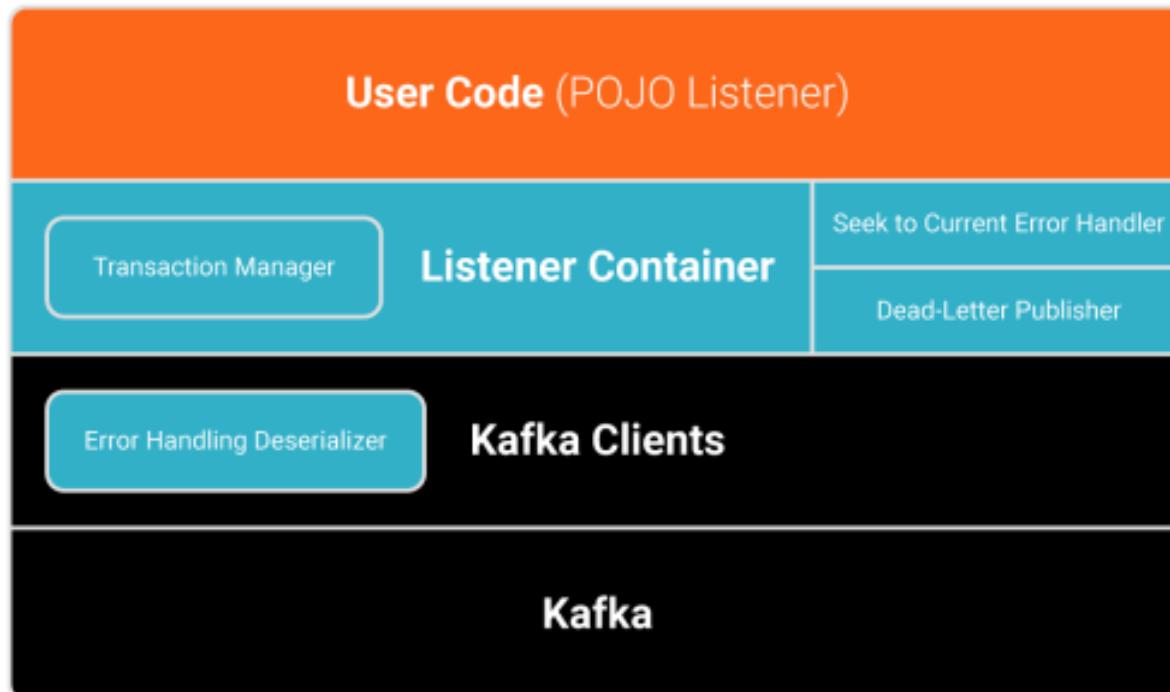
Il est possible de configurer des gestionnaires d'exception au niveau container ou listener

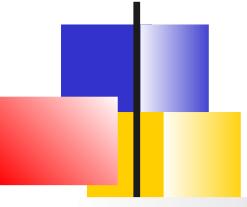
- Ils peuvent alors retenter un certain nombre de fois la consommation du message
 - De façon synchrone : les messages suivants sont bloqués pendant les tentatives
 - De façon asynchrone : les messages suivants sont consommés pendant les tentatives. (L'ordre n'est plus respecté)

Il est possible de configurer un déserialiseur Spring gérant les erreurs de sérialisation

Support Spring

● Spring





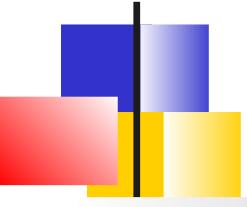
DefaultErrorHandler

DefaultErrorHandler est utilisé pour rejouer un message en erreur. Le traitement est synchrone

- **N** tentatives sont essayées,
si elles échouent toutes :
 - Soit un simple trace
 - Soit un *DeadLetterPublishingRecoverer* est configuré,
permettant d'envoyer le message vers un topic dead Letter
(même nom avec le suffixe DLT)

si une réussit : la consommation continue

```
// Configuration automatique dans le container factory grâce à SpringBoot
@Bean
public CommonErrorHandler errorHandler(KafkaTemplate<Object, Object> template) {
    return new DefaultErrorHandler(
        new DeadLetterPublishingRecoverer(template), new FixedBackOff(1000L, 2));
}
```

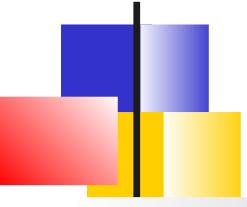


Non blocking-retry

Spring via **@RetryableTopic** et **RetryTopicConfiguration**, permet un traitement asynchrone des messages en erreur

- Le message fautif est transmis à un autre topic avec un délai d'activation.
- A l'échéance du délai, la consommation du topic est tenté, si elle échoue le message est retransmis à un autre topic
- Etc, jusqu'à finir dans un DeadLetterTopic (dlt)

Par exemple, si le topic principal est *myTopic* et que l'on configure un *RetryTopic* avec un BackOff de 1000 ms avec un multiplicateur de 2 et 4 tentatives max
=> Spring créera les topics *myTopic-retry-1000*, *myTopic-retry-2000*, *myTopic-retry-4000* et *myTopic-dlt*



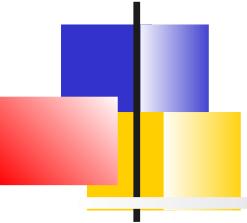
Erreur de désérialisation

ErrorHandlingDeserializer s'appuie sur un déserialiseur délégué

- En cas de sérialisation, l'exception est catchée, une valeur nulle est une entête d'erreur est positionné dans le message.

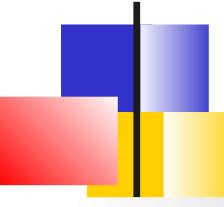
Lors de la consommation, l'entête est testée et si une erreur est présente, l'enregistrement est skippé ou le ErrorHandler est appelé

- Il est également possible de configurer une fonction qui génère la valeur de fall-back
- Dans le mode batch, c'est à nous de tester l'entête



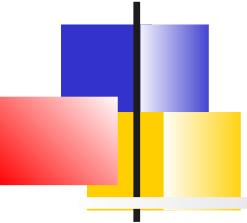
Exemple Configuration

```
... // other props
props.put(ConsumerConfig.VALUE_DESERIALIZER_CLASS_CONFIG, ErrorHandlingDeserializer.class);
props.put(ConsumerConfig.KEY_DESERIALIZER_CLASS_CONFIG, ErrorHandlingDeserializer.class);
props.put(ErrorHandlingDeserializer.KEY_DESERIALIZER_CLASS, JsonDeserializer.class);
props.put(JsonDeserializer.KEY_DEFAULT_TYPE, "com.example.MyKey")
props.put(ErrorHandlingDeserializer.VALUE_DESERIALIZER_CLASS,
        JsonDeserializer.class.getName());
props.put(JsonDeserializer.VALUE_DEFAULT_TYPE, "com.example.MyValue")
props.put(JsonDeserializer.TRUSTED_PACKAGES, "com.example")
return new DefaultKafkaConsumerFactory<>(props);
```



Exemple consommation Batch

```
@KafkaListener(id = "test", topics = "test")
void listen(List<Thing> in,
    @Header(KafkaHeaders.BATCH_CONVERTED_HEADERS) List<Map<String, Object>> headers) {
    for (int i = 0; i < in.size(); i++) {
        Thing thing = in.get(i);
        if (thing == null
            && headers.get(i).get(SerializationUtils.VALUE_DESERIALIZER_EXCEPTION_HEADER) != null) {
            DeserializationException deserEx =
                ListenerUtils.byteArrayToDeserializationException(this.logger,
                    (byte[]) headers.get(i).get(SerializationUtils.VALUE_DESERIALIZER_EXCEPTION_HEADER));
            if (deserEx != null) {
                logger.error(deserEx, "Record at index " + i + " could not be deserialized");
            }
            throw new BatchListenerFailedException("Deserialization", deserEx, i);
        }
        process(thing);
    }
}
```

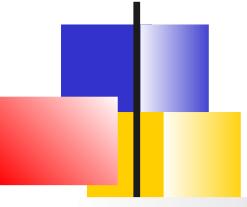


Sécurisation des clusters

Configuration des listeners

SSL / TLS

Authentification via SASL
ACLs

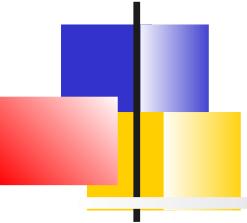


Introduction

Différentes alternatives supportées pour la sécurité :

- Authentification des connections clients vers les brokers via SSL ou SASL
- Authentification des connections entre contrôleurs Kraft OU des brokers vers Zookeeper
- Cryptage des données transférées avec les clients/brokers via TLS/SSL
- Autorisation des opérations read/write/create/delete/... par client
- Possibilité d'intégration avec d'autres mécanismes d'authentification et d'autorisation

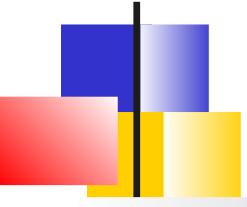
Naturellement, dégradation des performances avec SSL



Listeners

Chaque serveur doit définir l'ensemble des *listeners* utilisés pour recevoir les requêtes des clients ainsi que des autres serveurs.

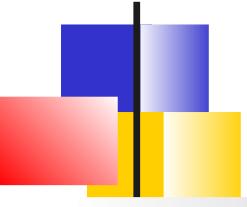
Chaque listener peut être configuré pour authentifier les clients et pour garantir que le trafic entre le serveur et le client est crypté.



Combinaisons des protocoles

Chaque protocole combine une couche de transport (PLAINTEXT ou SSL) avec une couche d'authentification optionnelle (SSL ou SASL) :

- **PLAIN_TEXT** : En clair sans authentification. Ne convient qu'à une utilisation au sein de réseaux privés pour le traitement de données non sensibles
- **SSL** : Couche de transport SSL avec authentification client SSL en option. Convient pour une utilisation dans réseaux non sécurisés car l'authentification client et serveur ainsi que le chiffrement sont prise en charge.
- **SASL_PLAINTEXT** : Couche de transport PLAINTEXT avec authentification client SASL. Ne prend pas en charge le cryptage et convient donc uniquement pour une utilisation dans des réseaux privés.
- **SASL_SSL** : Couche de transport SSL avec authentification SASL. Convient pour une utilisation dans des réseaux non sécurisés.



Configuration des listeners

Les listeners sont déclarés via la propriété ***listeners*** :

```
{LISTENER_NAME}://{{hostname}}:{port}
```

Ou LISTENER_NAME est un nom descriptif

Exemple :

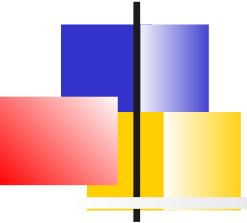
```
listeners=CLIENT://localhost:9092,BROKER://localhost:9095
```

Le protocole utilisé pour chaque listener est spécifié dans la propriété
listener.security.protocol.map

Exemple : `listener.security.protocol.map=CLIENT:SSL,BROKER:PLAINTEXT`

Les protocoles supportés sont : *PLAINTEXT, SSL, SASL_PLAINTEXT, SASL_SSL*

Il est possible de déclarer le listener utilisé pour la communication inter broker via ***inter.broker.listener.name*** et ***controller.listener.names***

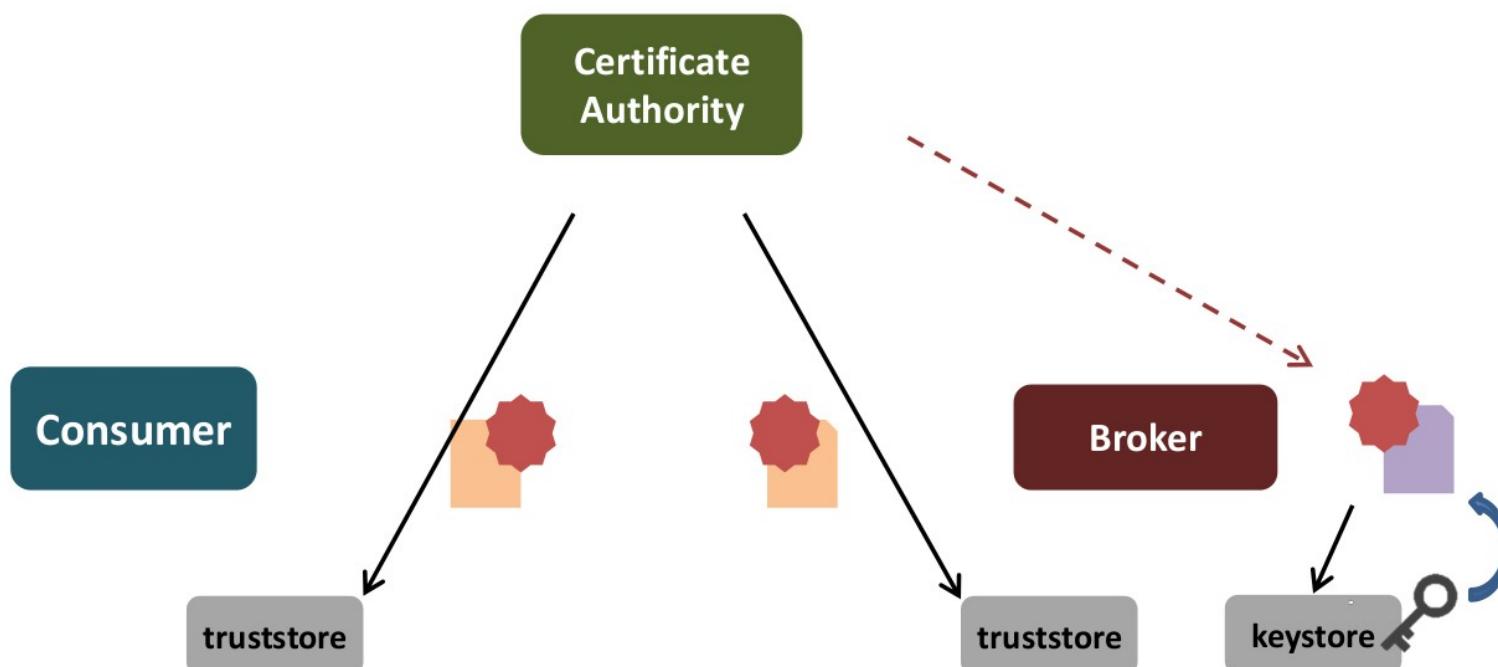


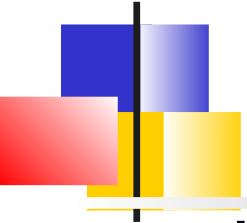
Sécurité

Configuration des listeners
SSL / TLS
Authentification via SASL
ACLs

SSL

SSL pour le cryptage et l'authentification

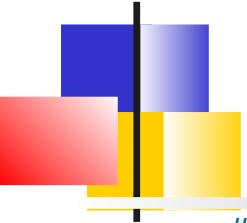




Configuration TLS et Vérification d'hôte

Les certificats des brokers doivent contenir le nom d'hôte du broker en tant que nom alternatif du sujet (SAN) extension ou comme nom commun (CN) pour permettre aux clients de vérifier l'hôte du serveur.

Les certificats génériques utilisant les wildcards peuvent être utilisés pour simplifier l'administration en utilisant le même keystore pour tous les brokers d'un domaine



Préparation des certificats

Générer une paire clé publique/privé pour chaque serveur

```
keytool -keystore server.keystore.jks -alias localhost -validity 365 -keyalg RSA -genkey
```

Créer son propre CA (Certificate Authority)

```
openssl req -new -x509 -keyout ca-key -out ca-cert -days 365
```

Importer les CA dans les trustore

```
keytool -keystore server.truststore.jks -alias CARoot -import -file ca-cert
```

```
keytool -keystore client.truststore.jks -alias CARoot -import -file ca-cert
```

Créer une CSR (Certificate signed request)

```
keytool -keystore server.keystore.jks -alias localhost -certreq -file cert-file
```

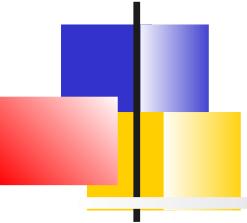
Signer la CSR avec le CA

```
openssl x509 -req -CA ca-cert -CAkey ca-key -in cert-file -out cert-signed -days 365 -  
CAcreateserial -passin pass:servpass
```

Importer le CA et la CSR dans le keystore

```
keytool -keystore server.keystore.jks -alias CARoot -import -file ca-cert
```

```
keytool -keystore server.keystore.jks -alias localhost -import -file cert-signed
```

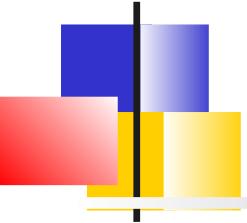


Configuration du broker

server.properties :

```
listeners=PLAINTEXT://host.name:port,SSL://  
host.name:port
```

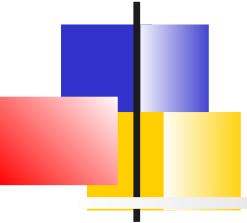
```
ssl.keystore.location=/home/ubuntu/ssl/server.keystore.jks  
ssl.keystore.password=servpass  
ssl.key.password=servpass  
ssl.truststore.location=/home/ubuntu/ssl/server.truststore.jks  
ssl.truststore.password=servpass
```



Configuration du client

```
security.protocol=SSL  
ssl.truststore.location=/var/private/ssl/  
    client.truststore.jks  
ssl.truststore.password=clipass
```

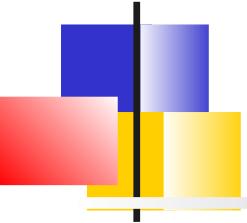
```
--producer.config client-ssl.properties  
--consumer.config client-ssl.properties
```



Authentification des clients via SSL

Si l'authentification du client est requise, un *keystore* doit également être créé et la configuration de *client.properties* doit contenir :

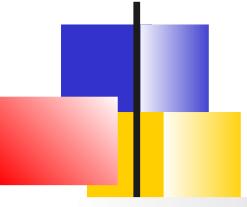
```
ssl.keystore.location=/var/private/client.keystore.jks  
ssl.keystore.password=test1234  
ssl.key.password=test1234
```



Sécurité

Configuration des listeners
SSL/TLS

Authentification via SASL
ACLs



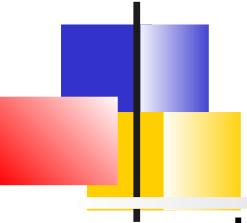
SASL

Simple Authentication and Security Layer pour l'authentification

Kafka utilise JAAS pour la configuration SASL.

Mécanismes:

- GSSAPI: Kerberos
- SCRAM-SHA-256, SCRAM-SHA-512: hashed passwords
- PLAIN: username/password en clair
- OAUTHBEARER (Depuis Kafka 3.x)



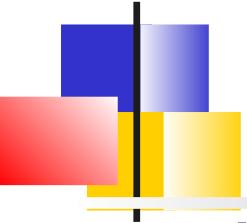
Configuration JAAS

La configuration JAAS s'effectue :

- Soit via un **fichier jaas** contenant :
 - Une section *KafkaServer* pour l'authentification auprès d'un broker
 - Une section *Client* pour s'authentifier auprès de Zookeeper

L'exemple suivant définit 2 utilisateurs admin et alice qui pourront accéder au broker et l'identité avec laquelle le broker initiera les requêtes inter-broker

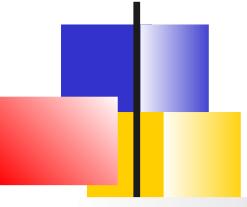
```
KafkaServer {  
    org.apache.kafka.common.security.plain.PlainLoginModule required  
    username="admin"  
    password="admin-secret"  
    user_admin="admin-secret"  
    user_alice="alice-secret";  
};  
-
```



Configuration JAAS

La configuration JAAS peut également se faire via la propriété **sasl.jaas.config** préfixé par le mécanisme SASL

```
listener.name.sasl_ssl.scram-sha-  
256.sasl.jaas.config=org.apache.kafka.common.security.scram  
.ScramLoginModule required \  
username="admin" \  
password="admin-secret";
```



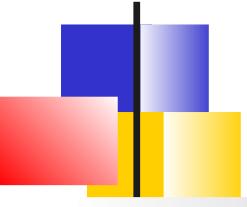
Mécanismes

SASL/Kerberos : Nécessite un serveur (Active Directory par exemple), d'y créer les Principals représentant les brokers. Tous les hosts kafka doivent être atteignables via leur FQDNs

SASL/PLAIN est un mécanisme simple d'authentification par login/mot de passe. Il doit être utilisé avec TLS. Kafka fournit une implémentation par défaut qui peut être étendue pour la production

SASL/SCRAM (256/512) (Salted Challenge Response Authentication Mechanism) : Mot de passe haché stocké dans Zookeeper

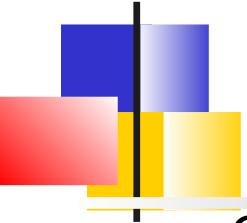
SASL/OAUTHBEARER : Basé sur oAuth2 mais pas adapté à la production



SASL PLAIN

1. Configurer le fichier JAAS
2. Passer l'emplacement du fichier de configuration JAAS en tant que paramètre JVM à chaque broker
 - Djava.security.auth.login.config=/etc/kafka/kafka_server_jaas.conf
3. Configurer SASL dans *server.properties*

```
listeners=SASL_SSL://host.name:port
security.inter.broker.protocol=SASL_SSL
sasl.mechanism.inter.broker.protocol=PLAIN
sasl.enabled.mechanisms=PLAIN
```



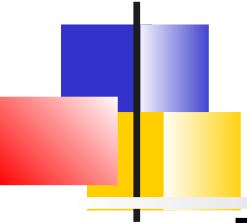
Configuration du client

Créer le fichier Jaas

```
KafkaClient {  
    org.apache.kafka.common.security.plain.PlainLoginModule  
    required  
    username="alice"  
    password="alice-secret"  
} ;
```

Ajouter un paramètre JVM

```
-Djava.security.auth.login.config=/home/ubuntu/ssl/client_jaas.conf  
client.properties  
security.protocol=SASL_SSL  
sasl.mechanisms=PLAIN
```



SASL / PLAIN en production

Doit être utilisé avec SSL

Possibilité d'éviter de stocker des mots de passe clairs en configurant des *callback handler* qui obtiennent le nom d'utilisateur et le mot de passe d'une source externe via :

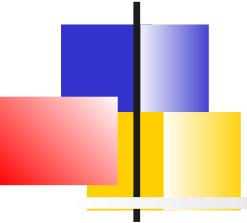
sasl.server.callback.handler.class

et

sasl.client.callback.handler.class.

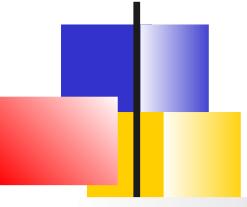
Possibilité d'intégrer des *callback handler* utilisant des serveurs d'authentification externes pour la vérification du mot de passe via

sasl.server.callback.handler.class



Sécurité

Configuration des listeners
SSL/TLS
Authentification via SASL
ACLs



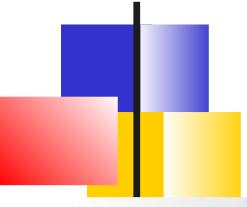
Introduction

Les brokers Kafka gèrent le contrôle d'accès à l'aide d'une API définie par l'interface
org.apache.kafka.server.authorizer.Authorizer

L'implémentation est configurée via la propriété :
authorizer.class.name

Kafka fournit 2 implémentations

- Pour Zookeeper,
kafka.security.authorizer.AclAuthorizer
- En kraft mode
org.apache.kafka.metadata.authorizer.StandardAuthorizer



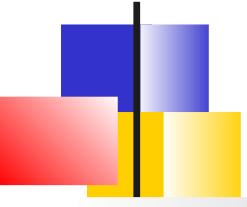
Autorisation

Les ACLs sont stockées dans les méta-données gérées par les contrôleurs et peuvent être gérées par l'utilitaire **kafka-acls.sh**

Chaque requête Kafka est autorisée si le *KafkaPrincipal* associé à la connexion a les autorisations pour effectuer l'opération demandée sur les ressources demandées.

Les règles peuvent être exprimées comme suit :

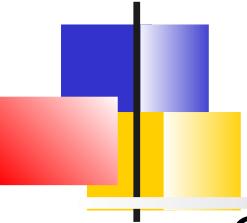
Principal P is [Allowed/Denied] Operation O From Host H on any Resource R matching ResourcePattern RP



Exemple

Principals User:Bob et User:Alice sont autorisés à effectuer les opérations Read et Write sur le Topic Test-Topic à partir des IP 198.51.100.0 et IP 198.51.100.1

```
bin/kafka-acls.sh --bootstrap-servers
localhost:9092 --add --allow-principal
User:Bob --allow-principal User:Alice --
allow-host 198.51.100.0 --allow-host
198.51.100.1 --operation Read --operation
Write --topic Test-topic
```



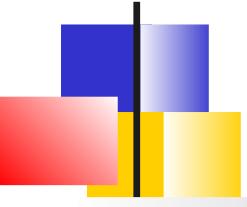
Ressources et opérations

Chaque ACL consiste en :

- **Type de ressource** : *Cluster | Topic | Group | TransactionalId*
- **Type de pattern** : *Literal | Prefixed*
- **Nom de la ressource** : Possibilité d'utiliser les wildcards
- **Opération** : *Describe | Create | Delete | Alter | Read | Write | DescribeConfigs | AlterConfigs*
- **Type de permission** : *Allow | Deny*
- **Principal** : De la forme <*principalType*>:<*principalName*>
Exemple : *User:Alice, Group:Sales, User :**
- **Host** : Adresse IP du client, * si tout le monde

Exemple Complet :

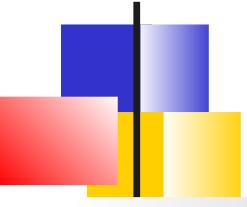
*User:Alice has Allow permission for Write to Prefixed
Topic:customer from 192.168.0.1*



Règles

AclAuthorizer autorise une action s'il n'y a pas d'ACL de DENY qui correspond à l'action et qu'il y a au moins une ACL ALLOW qui correspond à l'action.

- L'autorisation Describe est implicitement accordée si l'autorisation Read, Write, Alter ou Delete est accordée.
- L'autorisation Describe Configs est implicitement accordée si l'autorisation AlterConfigs est accordée.



Permissions clientes

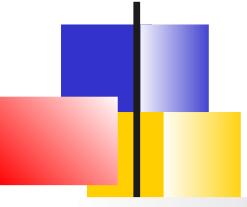
Brokers : **Cluster:ClusterAction** pour autoriser les requêtes de contrôleur et les requêtes de fetch des répliques.

Producteurs simples : **Topic:Write**

- idempotents sans transactions : **Cluster:IdempotentWrite**.
- Transactionnels : **TransactionalId:Write** à la transaction et **Group:Read** pour que les groupes de consommateurs valident les offsets.

Consommateurs : **Topic:Read** et **Group:Read** s'ils utilisent la gestion de groupe ou la gestion des offsets.

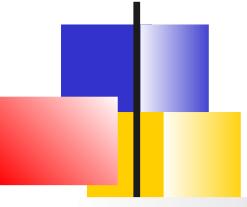
Clients admin : **Create, Delete, Describe, Alter, DescribeConfigs, AlterConfigs** .



Exceptions

2 options de configuration permettant d'accorder un large accès aux ressources permet de simplifier la mise en place d'ACL à des clusters existants :

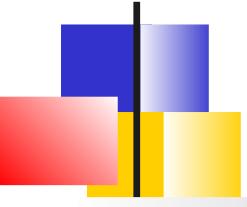
- ***super.users*** : Pemet de définir les utilisateurs ayant droit à tout
- ***allow.everyone.if.no.acl.found=true*** : Tous les utilisateurs ont accès aux ressources sans ACL.



Exemple

Principals User:Bob et User:Alice sont autorisés à effectuer les opérations Read et Write sur le Topic Test-Topic à partir des IP 198.51.100.0 et IP 198.51.100.1

```
bin/kafka-acls.sh --authorizer-properties
zookeeper.connect=localhost:2181 --add --
allow-principal User:Bob --allow-principal
User:Alice --allow-host 198.51.100.0 --
allow-host 198.51.100.1 --operation Read --
operation Write --topic Test-topic
```

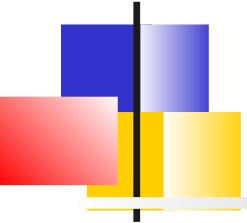


Audit

Les brokers peuvent être configurés pour générer des traces d'audit.

La configuration s'effectue dans *conf/log4j.properties*

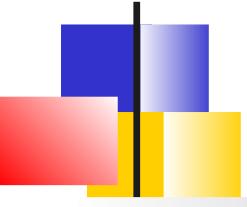
- Le fichier par défaut est *kafka-authorizer.log*
- Le niveau INFO trace les entrées pour chaque refus
- Le niveau DEBUG pour chaque requête acceptée



Spring Security

Principes

Modèles stateful/stateless
Auto-configuration Spring Boot
OpenIdConnect et oAuth2



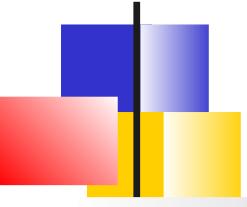
Spring Security

Spring Security gère principalement 2 domaines de la sécurité :

- **L'authentification** : S'assurer de l'identité de l'utilisateur ou du système
- **L'autorisation** : Vérifier que l'utilisateur ou le système ait accès à une ressource.

Spring Security facilite la mise en place de la sécurité sur les applications Java en

- se basant sur des fournisseurs d'authentification :
 - Spécialisés
 - Ou s'intégrant avec des standards (LDAP, OpenIDConnect, Kerberos, PAM, CAS)
- permettant la configuration des contraintes d'accès aux URLs et aux méthodes des services métier

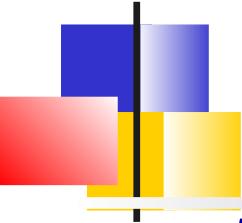


Principes et mécanisme

La configuration par défaut de la sécurité web peut être provoquée par l'annotation **@EnableWebSecurity** ou par SpringBoot

- Le bean **springSecurityFilterChain** encapsule une chaîne de filtres interceptant toutes les requêtes HTTP.
Chaque filtre est responsable d'un aspect de la sécurité.
La chaîne de filtre est hautement configurable et s'adapte à toutes les approches

Si en plus on désire ajouter de la sécurité au niveau des méthodes, il faut explicitement l'activer (même dans un contexte SpringBoot avec **@EnableGlobalMethodSecurity**)



Quelques Filtres communs de *springSecurityFilterChain*

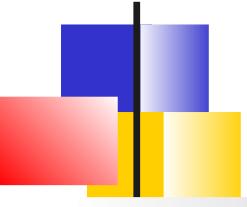
UsernamePasswordAuthenticationFilter :

Répond par défaut à */login*, récupère les paramètres *username* et *password* et appelle le gestionnaire d'authentification

SessionManagementFilter : Gestion de la collaboration entre la session *http* et la sécurité

BasicAuthenticationFilter : Traite les entêtes d'autorisation d'une authentification basique

SecurityContextPersistenceFilter : Responsable de stocker le contexte de sécurité (par exemple dans la session *http*)



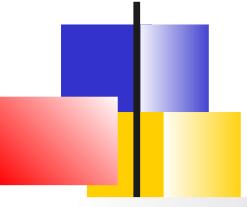
Personnalisation de la sécurité

La personnalisation de la configuration s'effectue programmatiquement avec une classe de type

WebSecurityConfigurer

Elle permet de surcharger le comportement par défaut en surchargeant les méthodes appropriées. En particulier :

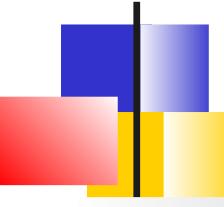
- ***void configure(HttpSecurity http)*** : Permet de définir les contrôles d'accès (ACLs) et les filtres de *springSecurityFilterChain*
- Pour l'authentification : 2 alternatives
 - ***void configure(AuthenticationManagerBuilder auth)*** : Permet de construire le gestionnaire d'authentification (*inMemory*, *jdbc*, *ldap*, ...) ou complètement personnalisé par l'implémentation d'un bean ***UserDetailsService***
 - ***AuthenticationManager authenticationManagerBean()*** : Création d'un bean implémentant la vérification du mot de passe
- ***void configure(WebSecurity web)*** : Permet de définir le comportement du filtre lors des demandes de ressources statiques



Personnalisation de la sécurité

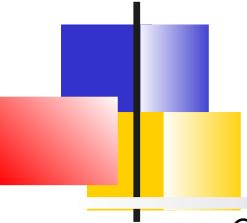
La personnalisation de la configuration consiste :

- A personnaliser le filtre *springSecurityFilterChain* en créant un bean de type **SecurityFilterChain**
la classe **HttpSecurity** est un builder facilitant sa création
- À personnaliser l'authentification :
 - en créant un bean de type **AuthenticationManager**
La classe *AuthenticationManagerBuilder* facilite la création de Realm (inMemory, jdbc, ldap, ...)
 - ou complètement personnalisé par l'implémentation d'un bean **UserDetailsService**
- A ignorer la sécurité pour certaines ressources en définissant un Bean de type **WebSecurityCustomizer** : lambda prenant un objet **WebSecurity** en argument



Exemple : Configuration de la chaîne de filtres

```
protected void configure(HttpSecurity http) throws Exception {  
    http  
        .authorizeRequests() // ACLs  
        .antMatchers("/resources/**", "/signup", "/about").permitAll()  
        .antMatchers("/admin/**").hasRole("ADMIN")  
        .antMatchers("/db/**").access("hasRole('ADMIN') and hasRole('DBA')")  
        .anyRequest().authenticated()  
        .and()  
        .formLogin() // Page de login  
        .loginPage("/login")  
        .permitAll()  
        .and()  
        .logout() // Comportement du logout  
        .logoutUrl("/my/logout")  
        .logoutSuccessUrl("/my/index")  
        .invalidateHttpSession(true)  
        .addLogoutHandler(logoutHandler)  
        .deleteCookies(cookieNamesToClear) ;  
}
```

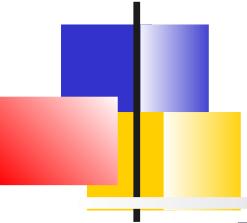


Example :

SpringSecurityFilterChain

The new way

```
@Bean
public SecurityWebFilterChain securitygWebFilterChain(
ServerHttpSecurity http) {
    return http.authorizeExchange()
        .pathMatchers("/actuator/**").permitAll()
        .pathMatchers("/auth/**").permitAll()}
        .anyExchange().authenticated()
        .and()
        .oauth2Login().csrf().disable().build();
}
```



Debug de la sécurité

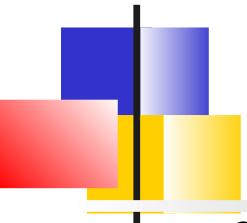
Pour debugger la configuration :

- Afficher le bean
springSecurityFilterChain et visualiser la chaîne de filtre configurée

Pour debugger l'exécution :

- Activer les traces de DEBUG :

`logging.level.org.springframework.security=DEBUG`

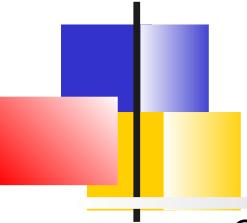


Exemple : Configuration du gestionnaire d'authentification

```
@Configuration
public class InMemorySecurityConfiguration extends
    WebSecurityConfigurerAdapter {

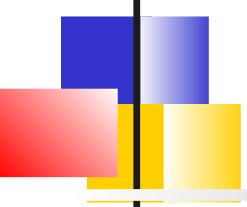
    @Override
    protected void configure(AuthenticationManagerBuilder auth) throws Exception {

        // Ici on utilise un realm mémoire, AuthenticationManagerBuilder permet
        // également de facilement de se connecter à un annuaire LDAP ou une bd
        auth.inMemoryAuthentication().withUser("user").password("password").
            roles("USER")
            .and().withUser("admin").password("password").
            roles("USER", "ADMIN");
    }
}
```



New Way

```
@Configuration
public class SecurityConfiguration {
    @Bean
    public InMemoryUserDetailsManager userDetailsService() {
        UserDetails user = User.withDefaultPasswordEncoder()
            .username("user")
            .password("password")
            .roles("USER")
            .build();
        return new InMemoryUserDetailsManager(user);
    }
}
```



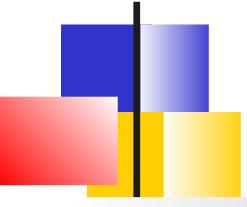
Personnalisation via *UserDetailsService*

Une alternative à la personnalisation de l'authentification est de fournir un bean implémentant ***UserDetailsService***

L'interface contient une seule méthode :

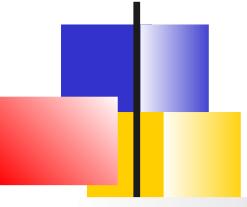
```
public UserDetails loadUserByUsername(String login) throws  
UsernameNotFoundException
```

- Elle est responsable de retourner, à partir d'un login, un objet de type *UserDetails* encapsulant le mot de passe et les rôles
C'est le framework qui vérifie si le mot de passe saisi correspond.
- La présence d'un bean de type *UserDetailsService* suffit à sa configuration



Exemple

```
import org.springframework.security.core.userdetails.User ;  
...  
@Service  
public class UserDetailsServiceImpl implements UserDetailsService{  
    @Autowired  
    private AccountRepository accountRepository;  
  
    @Transactional(readOnly = true)  
    public UserDetails loadUserByUsername(String login) throws UsernameNotFoundException {  
        Account account = accountRepository.findByLogin(login);  
        if ( account == null )  
            throw new UsernameNotFoundException("Invalides login/mot de passe");  
        Set<GrantedAuthority> grantedAuthorities = new HashSet<>();  
        for (Role role : account.getRoles()){  
            grantedAuthorities.add(new SimpleGrantedAuthority(role.getLibelle()));  
        }  
        return new User(account.getLogin(), account.getPassword(), grantedAuthorities);  
    }  
}
```



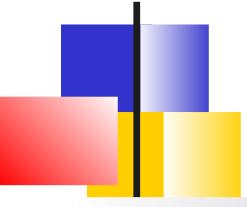
Password Encoder

Spring Security 5 nécessite que les mots de passes soient encodés

Il faut alors définir un bean de type
PasswordEncoder

L'implémentation recommandée est
BcryptPasswordEncoder

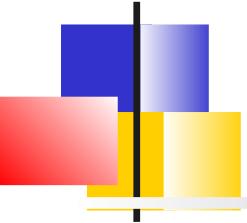
```
@Bean
PasswordEncoder passwordEncoder() {
    return new BCryptPasswordEncoder();
}
```



{noop}

Si les mots de passes sont stockés en clair, il faut les préfixer par **{noop}** afin que Spring Security n'utilise pas d'encodeur

```
public UserDetails loadUserByUsername(String login) throws UsernameNotFoundException {  
    Member member = memberRepository.findByEmail(login);  
    if ( member == null )  
        throw new UsernameNotFoundException("Invalides login/mot de passe");  
    Set<GrantedAuthority> grantedAuthorities = new HashSet<>();  
  
    return new User(member.getEmail(), "{noop}" + member.getPassword(), grantedAuthorities);  
}
```



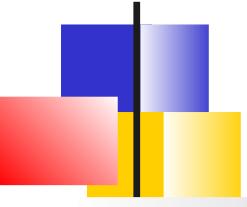
Spring Security

Principes

Modèles stateful/stateless

Auto-configuration Spring Boot

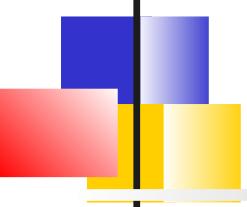
OpenIdConnect et oAuth2



Application Web et API Rest

Les application web (stateful) et les APIs REST (stateless) n'ont pas la même stratégie pour la gestion de la sécurité.

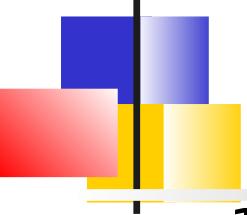
- Dans une application stateful, les informations liées à l'authentification sont stockées dans la session utilisateur (cookie).
- Dans une application stateless, les droits de l'utilisateur sont transmis à chaque requête



Authentification stateful

Appli web standard ou monolithique Rest

1. Le client demande une ressource protégée.
2. Le serveur renvoie une réponse indiquant que l'on doit s'authentifier :
 1. En redirigeant vers une page de login
 2. En fournissant les entêtes pour une authentification basique du navigateur .
3. Le navigateur renvoie une réponse au serveur :
 1. Soit le POST de la page de login
 2. Soit les entêtes HTTP d'authentification.
4. Le serveur décide si les crédentiels sont valides :
 1. si oui. L'authentification est stockée dans la session, la requête originelle est réessayée, si les droits sont suffisants la page est retournée sinon un code 403
 2. Si non, le serveur redemande une authentification.
5. L'objet *Authentication* contenant l'utilisateur et ses rôles est présent dans la session. Il est récupérable à tout moment par
`SecurityContextHolder.getContext().getAuthentication()`



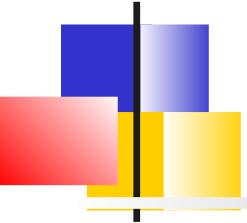
Authentification stateless

API REST - microservice

1. Le client demande une ressource protégée.
2. Le serveur renvoie une réponse indiquant que l'on doit s'authentifier en envoyant une réponse 401.
3. Le navigateur propose un formulaire de login puis envoie le formulaire sur un serveur d'authentification (peut être différent que le serveur d'API)
4. Le serveur d'authentification décide si les crédentiels sont valides :
 1. si oui. Il génère un token avec un délai de validité
 2. Si non, le serveur redemande une authentification .
5. Le client récupère le jeton et l'associe à toutes les requêtes vers l'API
6. Le serveur de ressources décrypte le jeton et déduit les droits de l'utilisateur. Il autorise ou interdit l'accès à la ressource

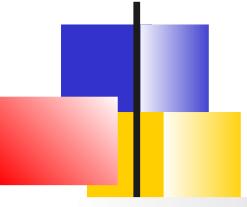
Authentification Rest





Spring Security

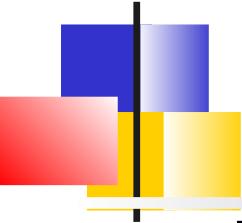
Principes
Modèles stateful/stateless
Autoconfiguration Spring Boot
OpenIdConnect et oAuth2



Apports de SpringBoot

Si *Spring Security* est dans le classpath,
la configuration par défaut :

- Sécurise toutes les URLs de l'application web par l'authentification formulaire
- Un gestionnaire d'authentification simpliste est configuré pour permettre l'identification d'un unique utilisateur



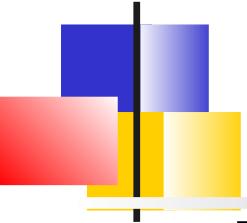
Gestionnaire d'authentification par défaut

Le gestionnaire d'authentification par défaut défini un seul utilisateur *user* avec un mot de passe aléatoire qui s'affiche sur la console au démarrage.

Les propriétés peuvent être changées via *application.properties* et le préfixe *security*.

security.user.name= myUser

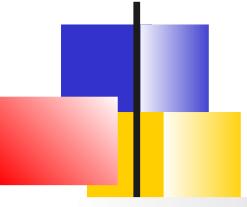
security.user.password=secret



Autres fonctionnalités par défaut

D'autres fonctionnalités sont automatiquement obtenues :

- Les chemins pour les ressources statiques standard sont ignorées (`/css/**`, `/js/**`, `/images/**`, `/webjars/**` et `**/favicon.ico`).
- Les événements liés à la sécurité sont publiés vers `ApplicationEventPublisher` via `DefaultAuthenticationEventPublisher`
- Des fonctionnalités communes de bas niveau (HSTS, XSS, CSRF, caching)



SSL

SSL peut être configuré via les propriétés préfixées par **server.ssl.***

Par exemple :

server.port=8443

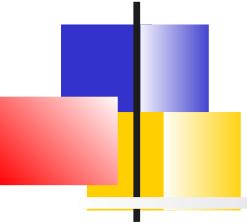
server.ssl.key-store=classpath:keystore.jks

server.ssl.key-store-password=secret

server.ssl.key-password=another-secret

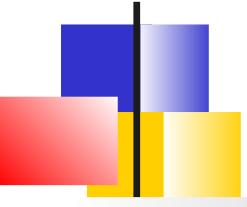
Par défaut si SSL est configuré, le port 8080 disparaît.

Si l'on désire les 2, il faut configurer explicitement le connecteur réseau



Spring Security

Principes
Modèles stateful/stateless
Autoconfiguration Spring Boot
OpenIdConnect et oAuth2



Rôles du protocole

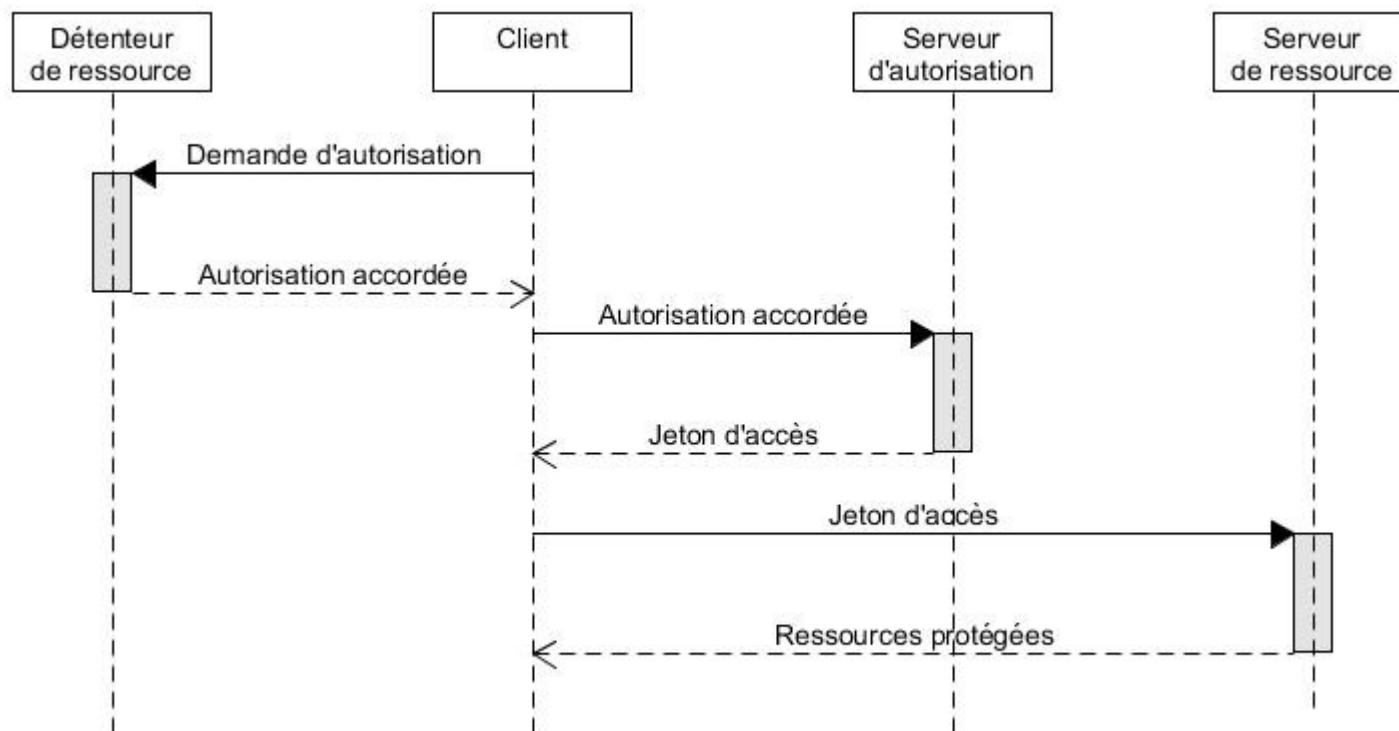
Le **Client** est l'application qui essaie d'accéder à des ressources détenues par l'utilisateur. Elle a besoin d'obtenir une permission de l'utilisateur pour le faire.

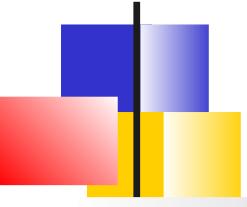
Le **serveur de ressources** est l'API utilisée pour accéder aux ressources protégées

Le **serveur d'autorisation** est le serveur qui autorise un client à accéder aux ressources en lui fournissant un jeton. Il peut demander l'approbation de l'utilisateur

L'utilisateur est la personne qui donne accès à certaines parties de son compte

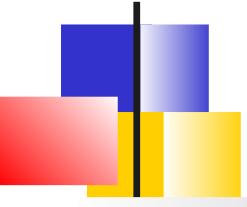
Rq : Un participant du protocole peut jouer plusieurs rôles





Scénario

1. Pré-enregistrer le client auprès du service d'autorisation (=> client ID et un secret)
2. Obtenir l'autorisation de l'utilisateur.
(4 types de grant)
3. Obtention du token (date d'expiration)
4. Appel de l'API pour obtenir les informations voulues en utilisant le token
5. Validation du token par le serveur de ressource



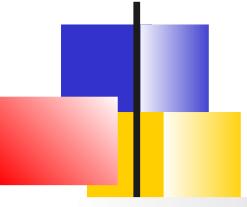
Tokens

Les Tokens sont des chaînes de caractères aléatoire générées par le serveur d'autorisation

Les jetons sont ensuite présents dans les requêtes HTTP et contiennent des informations sensibles => HTTPS

Il y a 2 types de token

- Le **jeton d'accès**: Il a une durée de vie limité.
- Le **Refresh Token**: Délivré avec le jeton d'accès.
Il est renvoyé au serveur d'autorisation pour renouveler le jeton d'accès lorsqu'il a expiré



Enregistrement du client

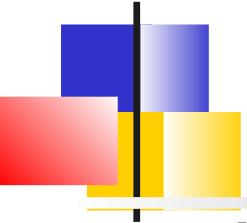
Le protocole ne définit pas comment l'enregistrement du client doit se faire mais définit les paramètres d'échange.

Le client doit fournir :

- **Application Name**: Le nom de l'application
- **Redirect URLs**: Les URLs du client pour recevoir le code d'autorisation et le jeton d'accès
- **Grant Types** : Les types d'autorisations utilisables par le client
- **Javascript Origin** (optionnel): Le host autorisé à accéder aux ressources via XMLHttpRequest

Le serveur répond avec :

- **Client Id**:
- **Client Secret**: Clé devant rester confidentielle

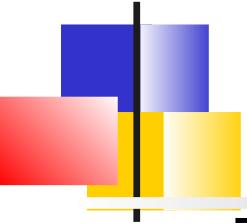


Périmètre d'accès

Le **scope** est un paramètre utilisé pour limiter les droits d'accès d'un client

Le serveur d'autorisation définit les scopes disponibles

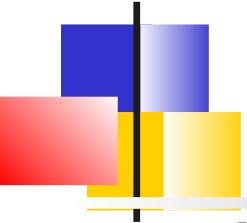
Le client peut préciser le scope qu'il veut utiliser lors de l'accès au serveur d'autorisation



OAuth2 Grant Type

Différents moyens afin que l'utilisateur donne son accord
: les **grant types**

- ***authorization code*** :
 - L'utilisateur est dirigé vers le serveur d'autorisation
 - L'utilisateur consent sur le serveur d'autorisation
 - Il est redirigé vers le client avec un code d'autorisation
 - Le client utilise le code pour obtenir le jeton
- ***implicit*** : Jeton fourni directement. Certains serveurs interdisent de mode
- ***password*** : Le client fournit les crédentiels de l'utilisateur
- ***client credentials*** : Le client est l'utilisateur
- ***device code*** :



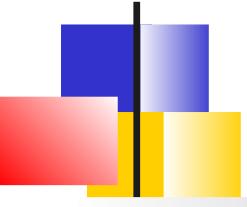
Usage du jeton

Le jeton est passé à travers 2 moyens :

- Les paramètres HTTP. (Les jetons apparaissent dans les traces du serveur)
- ***L'entête d'Authorization***

```
GET /profile HTTP/1.1
Host: api.example.com
Authorization: Bearer MzJmNDc3M2VjMmQzM
```

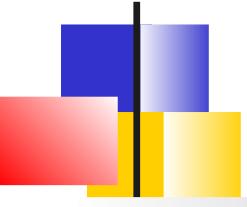
<http://www.bubblecode.net/en/2016/01/22/understanding-oauth2/>



Validation du jeton

Lors de la réception du jeton, le serveur de ressource doit valider l'authenticité du jeton et extraire ses informations différentes techniques sont possibles

- Appel REST vers le serveur d'autorisation
- Utilisation de JWT et validation via clé privée ou clé publique



JWT

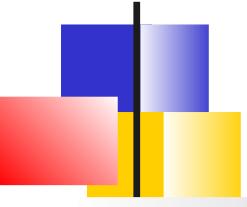
JSON Web Token (JWT) est un standard ouvert défini dans la RFC 75191.

Il permet l'échange sécurisé de jetons (tokens) entre plusieurs parties.

La sécurité consiste en la vérification de l'intégrité des données à l'aide d'une signature numérique. (HMAC ou RSA).

Dans le cadre d'une application REST SpringBoot, le jeton contient les informations d'authentification d'un user :
Subject + Rôles

Différentes implémentations existent en Java (*io.jsonwebtoken*, ...) ou le starter **spring-security-oauth2-jose**



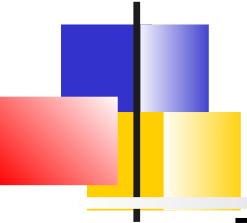
Apport de SpringBoot

Le support de oAuth via Spring a été revu :

- Le projet **spring-security-oauth2** a été déprécié et remplacé par SpringSecurity 5.
Voir :
<https://github.com/spring-projects/spring-security/wiki/OAuth-2.0-Migration-Guide>
- Il n'y a plus de support pour un serveur d'autorisation

3 starters sont désormais fourni :

- **OAuth2 Client** : Intégration pour utiliser un login oAuth2 fournit par Google, Github, Facebook, ...
- **OAuth2 Resource server** : Application permettant de définir des ACLs par rapport aux scopes client et aux rôles contenu dans des jetons oAuth
- **Okta** : Pour travailler avec le fournisseur oAuth Okta



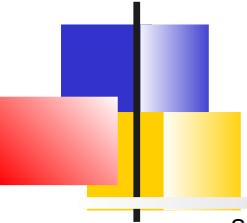
Serveur de ressources

Dépendance :

```
<dependency>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-oauth2-resource-server</artifactId>
</dependency>
```

Le serveur de ressources doit vérifier la signature du jeton pour s'assurer que les données n'ont pas été modifiées.

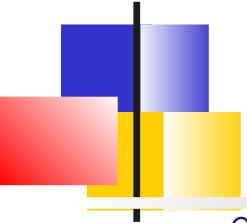
- **jwk-set-uri** contient la clé publique que le serveur peut utiliser pour la vérification
- **issuer-uri** pointe vers l'URI du serveur d'autorisation de base, qui peut également être utilisé pour localiser le endpoint fournissant la clé publique



Exemple *application.yml*

```
server:
  port: 8081
  servlet:
    context-path: /resource-server

spring:
  security:
    oauth2:
      resourceserver:
        jwt:
          issuer-uri: http://keycloak:8083/auth/realms/myRealm
          jwk-set-uri: http://keycloak:8083/auth/realms/myRealm/protocol/openid-connect/certs
```



Configuration typique

SpringBoot

```
@Configuration
public class SecurityConfig extends WebSecurityConfigurerAdapter {

    @Override
    protected void configure(HttpSecurity http) throws Exception {
        http.cors()
            .and()
            .authorizeRequests()
                .antMatchers(HttpMethod.GET, "/user/info", "/api/foos/**")
                    .hasAuthority("SCOPE_read")
                .antMatchers(HttpMethod.POST, "/api/foos")
                    .hasAuthority("SCOPE_write")
                .anyRequest()
                    .authenticated()
            .and()
                .oauth2ResourceServer()
                    .jwt();
    }
}
```

Voir : <https://github.com/Baeldung/spring-security-oauth.git>

