

TP4 - Stockage de Données dans une Base NOSQL avec HBase



Télécharger PDF



[../tp4.pdf]

Objectifs du TP

Manipulation de données avec HBase, et traitement co-localisé avec Spark.

Outils et Versions

- [Apache HBase](https://hbase.apache.org/) [https://hbase.apache.org/] Version 1.4.3
- [Apache Hadoop](http://hadoop.apache.org/) [http://hadoop.apache.org/] Version: 2.7.2
- [Apache Spark](https://spark.apache.org/) [https://spark.apache.org/] Version: 2.2.1
- [Docker](https://www.docker.com/) [https://www.docker.com/] Version 17.09.1
- [IntelliJ IDEA](https://www.jetbrains.com/idea/download/) [https://www.jetbrains.com/idea/download/] Version Ultimate 2016.1 (ou tout autre IDE de votre choix)
- [Java](http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html) [http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html] Version 1.8
- Unix-like ou Unix-based Systems (Divers Linux et MacOS)

Apache HBase

Présentation

HBase est un système de gestion de bases de données distribué, non-relationnel et orienté colonnes, développé au-dessus du système de fichier HDFS. Il permet un accès aléatoire en écriture/lecture en temps réel à un très grand ensemble de données.



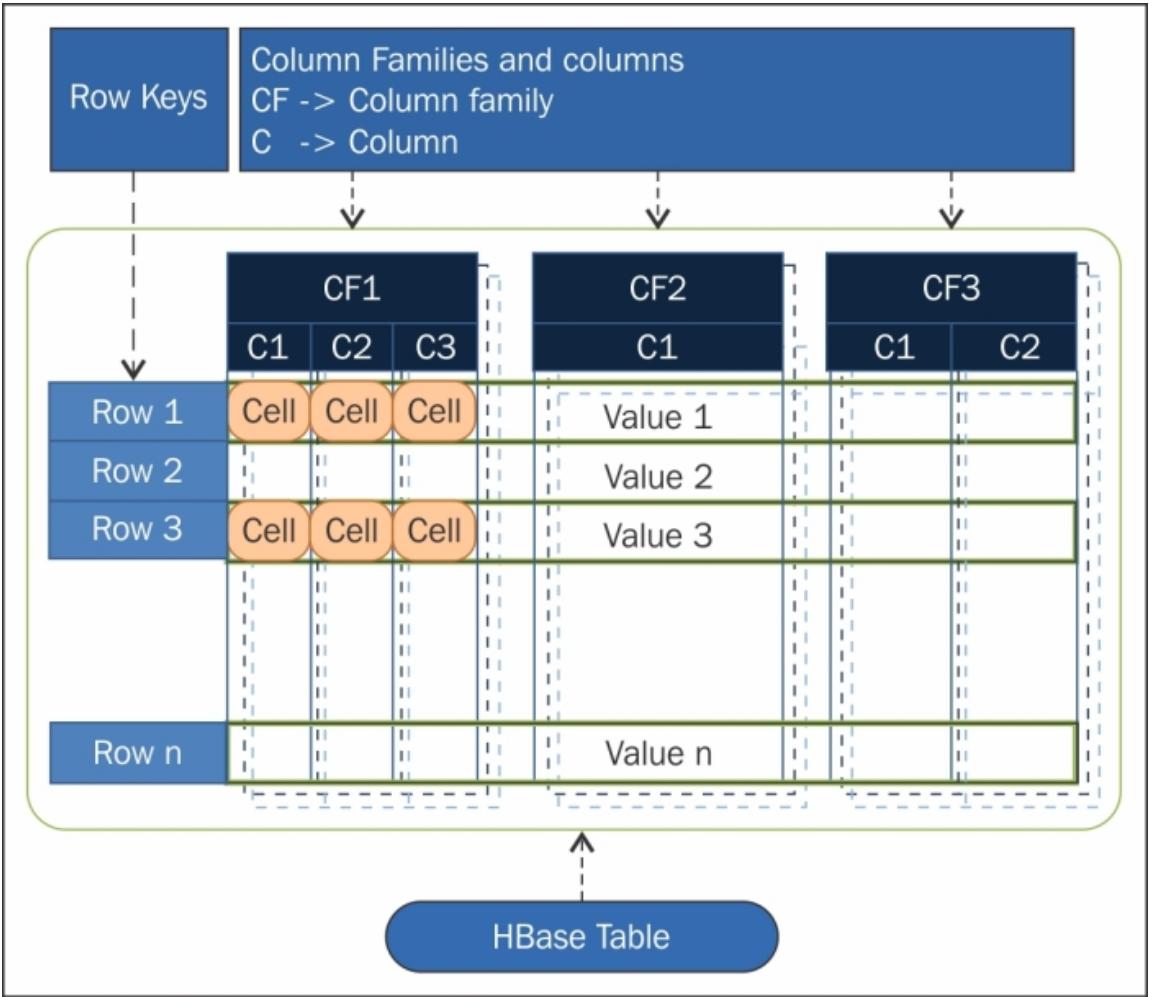
Modèle de données

Le modèle se base sur six concepts, qui sont :

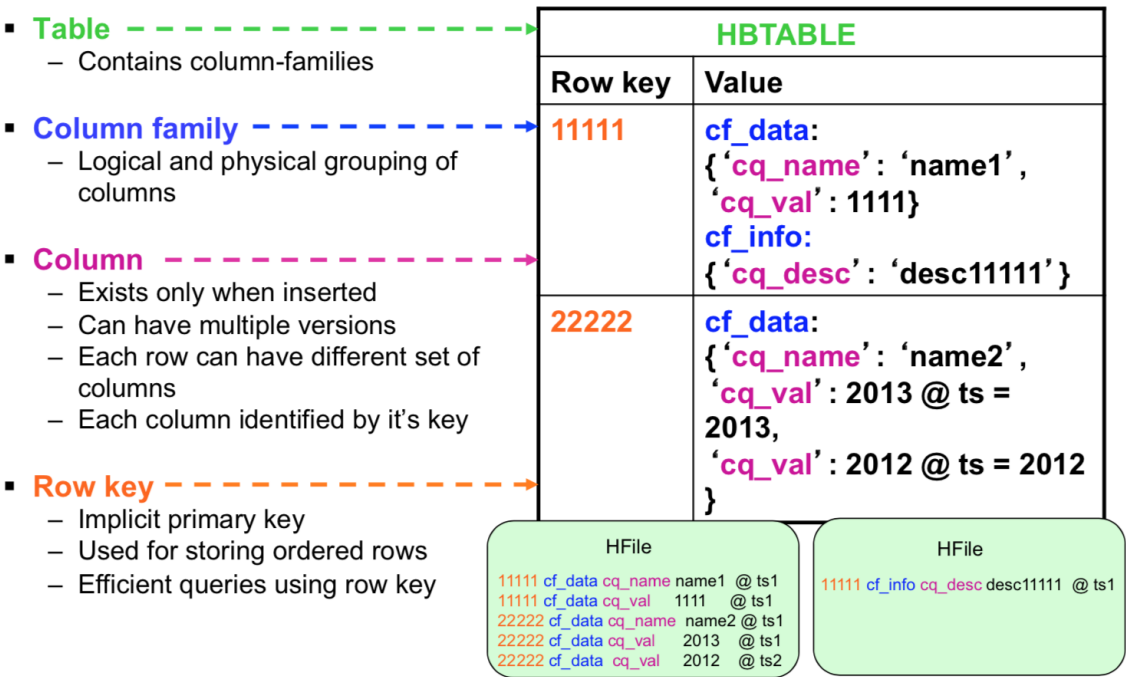
- **Table** : dans HBase les données sont organisées dans des tables. Les noms

des tables sont des chaînes de caractères.

- **Row** : dans chaque table, les données sont organisées dans des lignes. Une ligne est identifiée par une clé unique (*RowKey*). La Rowkey n'a pas de type, elle est traitée comme un tableau d'octets.
- **Column Family** : Les données au sein d'une ligne sont regroupées par *column family*. Chaque ligne de la table a les mêmes column families, qui peuvent être peuplées ou pas. Les column families sont définies à la création de la table dans HBase. Les noms des column families sont des chaînes de caractères.
- **Column qualifier** : L'accès aux données au sein d'une column family se fait via le *column qualifier* ou *column*. Ce dernier n'est pas spécifié à la création de la table mais plutôt à l'insertion de la donnée. Comme les rowkeys, le column qualifier n'est pas typé, il est traité comme un tableau d'octets.
- **Cell** : La combinaison du RowKey, de la Column Family ainsi que la Column qualifier identifie d'une manière unique une cellule. Les données stockées dans une cellule sont appelées les *valeurs* de cette cellule. Les valeurs n'ont pas de type, ils sont toujours considérés comme tableaux d'octets.
- **Version** : Les valeurs au sein d'une cellule sont versionnés. Les versions sont identifiés par leur *timestamp* (de type long). Le nombre de versions est configuré via la Column Family. Par défaut, ce nombre est égal à trois.



Les données dans HBase sont stockées sous forme de *HFiles*, par colonnes, dans HDFS. Chaque *HFile* se charge de stocker des données correspondantes à une *column family* particulière.



Autres caractéristiques de HBase:

- HBase n'a pas de schéma prédéfini, sauf qu'il faut définir les familles de colonnes à la création des tables, car elles représentent l'organisation physique des données
- HBase est décrite comme étant un magasin de données clef/valeur, où la clef est la combinaison (row-column family-column-timestamp) représente la clef, et la cell représente la valeur.

Architecture

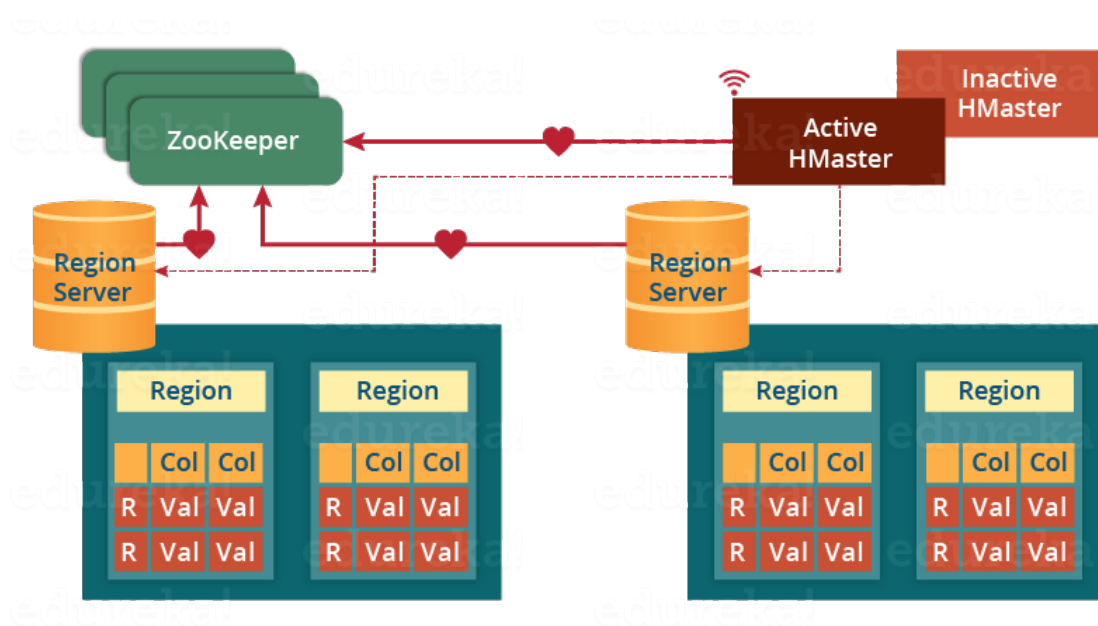
Physiquement, HBase est composé de trois types de serveurs de type Master/Slave.

- **Region Servers:** permettent de fournir les données pour lectures et écritures. Pour accéder aux données, les clients communiquent avec les RegionServers directement.
- **HBase HMaster :** gère l'affectation des régions, les opérations de création et suppression de tables.

- **Zookeeper**: permet de maintenir le cluster en état.

Le DataNode de Hadoop permet de stocker les données que le Region Server gère. Toutes les données de HBase sont stockées dans des fichiers HDFS. Les RegionServers sont colocalisés avec les DataNodes.

Le NameNode permet de maintenir les métadonnées sur tous les blocs physiques qui forment les fichiers.



Les tables HBase sont divisées horizontalement, par *row* en plusieurs **Regions**. Une region contient toutes les lignes de la table comprises entre deux clefs données. Les regions sont affectées à des noeuds dans le cluster, appelés *Region Servers*, qui permettent de servir les données pour la lecture et l'écriture. Un *region server* peut servir jusqu'à 1000 régions.

Le HBase Master est responsable de coordonner les *region servers* en assignant les régions au démarrage, les réassignant en cas de récupération ou d'équilibrage de charge, et en faisant le monitoring des instances des *region servers* dans le cluster. Il permet également de fournir une interface pour la création, la suppression et la modification des tables.

HBase utilise Zookeeper comme service de coordination pour maintenir l'état du

serveur dans le cluster. Zookeeper sait quels serveurs sont actifs et disponibles, et fournit une notification en cas d'échec d'un serveur.

Installation

HBase est installé sur le même cluster que précédemment. Si vous disposez des conteneurs, vous n'avez rien à faire. Sinon, vous pourrez les installer avec Docker comme suit:

1. Cloner le repo github contenant les fichiers nécessaires pour le lancement des conteneurs et leur configuration:

```
git clone https://github.com/liliasfaxi/hadoop-cluster-docker
```

2. Construire l'image Docker à partir du fichier Dockerfile fourni.

```
cd hadoop-cluster-docker  
./build-image.sh
```

3. Démarrer les trois conteneurs:

```
sudo ./start-container.sh
```

Le résultat de cette exécution sera le suivant:

```
start hadoop-master container...  
start hadoop-slave1 container...  
start hadoop-slave2 container...  
root@hadoop-master:~#
```

4. Lancer Hadoop en tapant :

```
./start-hadoop.sh
```

5. Lancer HBase en tapant :

```
start-hbase.sh
```

Une fois c'est fait, en tapant `jps`, vous devriez avoir un résultat ressemblant au suivant:

```
161 NameNode
1138 HRegionServer
499 ResourceManager
1028 HMaster
966 HQuorumPeer
1499 Jps
348 SecondaryNameNode
```

Vous remarquerez que tous les démons Hadoop (NameNode, SecondaryNameNode et ResourceManager) ainsi que les démons HBase (HRegionServer, HMaster et HQuorumPeer (Zookeeper)) sont démarrés.

Première manipulation de HBase

HBase Shell

Pour manipuler votre base de données avec son shell interactif, vous devez lancer le script suivant:

```
hbase shell
```

Vous obtiendrez une interface ressemblant à la suivante:

```
Use "help" to get list of supported commands.
Use "exit" to quit this interactive shell.
Version 1.4.3, r172373d1f02bbe0e3da37ec25efc97d0ec69fc96, Wed Mar 21 17:21:52 PDT 2018
```

```
hbase(main):001:0> █
```


Nous allons créer une base de données qui contient les données suivantes:

Row Key	customer		sales	
ROW_ID	name	city	product	amount
101	John White	Los Angeles, CA	Chairs	\$400.00
102	Jane Brown	Atlanta, GA	Lamps	\$200.00
103	Bill Green	Pittsburgh, PA	Desk	\$500.00
104	Jack Black	St. Louis, MO	Bed	\$1,600.00

1. Commençons par créer la table, ainsi que les familles de colonnes associées:

```
create 'sales_ledger', 'customer', 'sales'
```

2. Vérifier que la table est bien créée:

```
list
```

Vous devriez obtenir le résultat suivant:

```
hbase(main):002:0> list
TABLE
sales_ledger
1 row(s) in 0.0270 seconds
```

3. Insérer les différentes lignes:

```
put 'sales_ledger', '101', 'customer:name', 'John White'
put 'sales_ledger', '101', 'customer:city', 'Los Angeles, CA'
put 'sales_ledger', '101', 'sales:product', 'Chairs'
put 'sales_ledger', '101', 'sales:amount', '$400.00'

put 'sales_ledger', '102', 'customer:name', 'Jane Brown'
put 'sales_ledger', '102', 'customer:city', 'Atlanta, GA'
put 'sales_ledger', '102', 'sales:product', 'Lamps'
put 'sales_ledger', '102', 'sales:amount', '$200.00'
```

```
put 'sales_ledger','103','customer:name','Bill Green'
put 'sales_ledger','103','customer:city','Pittsburgh, PA'
put 'sales_ledger','103','sales:product','Desk'
put 'sales_ledger','103','sales:amount','$500.00'

put 'sales_ledger','104','customer:name','Jack Black'
put 'sales_ledger','104','customer:city','St. Louis, MO'
put 'sales_ledger','104','sales:product','Bed'
put 'sales_ledger','104','sales:amount','$1,600.00'
```

4. Visualiser le résultat de l'insertion, en tapant:

```
scan 'sales_ledger'
```

```
hbase(main):022:0> scan 'sales_ledger'
ROW COLUMN+CELL
101 column=customer:city, timestamp=1523913843069, value=Los Angeles, CA
101 column=customer:name, timestamp=1523913464518, value=John White
101 column=sales:amount, timestamp=1523913843149, value=$400.00
101 column=sales:product, timestamp=1523913843102, value=Chairs
102 column=customer:city, timestamp=1523913843219, value=Atlanta, GA
102 column=customer:name, timestamp=1523913843191, value=Jane Brown
102 column=sales:amount, timestamp=1523913843272, value=$200.00
102 column=sales:product, timestamp=1523913843249, value=Lamps
103 column=customer:city, timestamp=1523913843348, value=Pittsburgh, PA
103 column=customer:name, timestamp=1523913843308, value=Bill Green
103 column=sales:amount, timestamp=1523913843413, value=$500.00
103 column=sales:product, timestamp=1523913843373, value=Desk
104 column=customer:city, timestamp=1523913843472, value=St. Louis, MO
104 column=customer:name, timestamp=1523913843438, value=Jack Black
104 column=sales:amount, timestamp=1523913844965, value=$1,600.00
104 column=sales:product, timestamp=1523913843495, value=Bed
4 row(s) in 0.0360 seconds
```

5. Afficher les valeurs de la colonne *product* de la ligne 102

```
get 'sales_ledger','102',{COLUMN => 'sales:product'}
```

Vous obtiendrez:

```
hbase(main):001:0> get 'sales_ledger','102',{COLUMN => 'sales:product'}  
COLUMN CELL  
sales:product timestamp=1523913843249, value=Lamps  
1 row(s) in 0.3440 seconds
```

6. Vous pourrez quitter le shell en tapant:

```
exit
```

HBase API

HBase fournit une API en Java pour pouvoir manipuler programmatiquement les données de la base. Nous allons montrer ici un exemple très simple.

1. Dans votre conteneur principal, créer un répertoire *hbase-code* à l'emplacement de votre choix, puis déplacez-vous dedans.

```
mkdir hbase-code  
cd hbase-code
```

2. Créer l'arborescence *tn/insat/tp4* dans ce répertoire:

```
mkdir -p tn/insat/tp4
```

3. Créer et ouvrir le fichier *HelloHBase.java* sous le répertoire *tp4*:

```
vim tn/insat/tp4/HelloHBase.java
```

4. Insérer le code suivant dans le fichier:

```
package tn.insat.tp4;  
  
import org.apache.hadoop.conf.Configuration;  
import org.apache.hadoop.hbase.HBaseConfiguration;  
import org.apache.hadoop.hbase.HColumnDescriptor;  
import org.apache.hadoop.hbase.HTableDescriptor;
```

```
import org.apache.hadoop.hbase.TableName;
import org.apache.hadoop.hbase.client.*;
import org.apache.hadoop.hbase.util.Bytes;

import java.io.IOException;

public class HelloHBase {

    private Table table1;
    private String tableName = "user";
    private String family1 = "PersonalData";
    private String family2 = "ProfessionalData";

    public void createHbaseTable() throws IOException {
        Configuration config = HBaseConfiguration.create();
        Connection connection = ConnectionFactory.createConnection(config);
        Admin admin = connection.getAdmin();

        HTableDescriptor ht = new HTableDescriptor(TableName.valueOf(tableName));
        ht.addFamily(new HColumnDescriptor(family1));
        ht.addFamily(new HColumnDescriptor(family2));
        System.out.println("connecting");

        System.out.println("Creating Table");
        createOrOverwrite(admin, ht);
        System.out.println("Done.....");

        table1 = connection.getTable(TableName.valueOf(tableName));

        try {
            System.out.println("Adding user: user1");
            byte[] row1 = Bytes.toBytes("user1");
            Put p = new Put(row1);

            p.addColumn(family1.getBytes(), "name".getBytes(), Bytes.toBytes("user1"));
            p.addColumn(family1.getBytes(), "address".getBytes(), Bytes.toBytes("123456789"));
            p.addColumn(family2.getBytes(), "company".getBytes(), Bytes.toBytes("Google"));
            p.addColumn(family2.getBytes(), "salary".getBytes(), Bytes.toBytes("100000"));
            table1.put(p);

            System.out.println("Adding user: user2");
            byte[] row2 = Bytes.toBytes("user2");
            Put p2 = new Put(row2);
            p2.addColumn(family1.getBytes(), "name".getBytes(), Bytes.toBytes("user2"));
            p2.addColumn(family1.getBytes(), "tel".getBytes(), Bytes.toBytes("1234567890"));
            table1.put(p2);
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

```

        p2.addColumn(family2.getBytes(), "profession".getBytes());
        p2.addColumn(family2.getBytes(), "company".getBytes());
        table1.put(p2);

        System.out.println("reading data...");
        Get g = new Get(row1);

        Result r = table1.get(g);
        System.out.println(Bytes.toString(r.getValue(family1.getBytes(), "profession")));
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        table1.close();
        connection.close();
    }
}

public static void createOrOverwrite(Admin admin, HTableDescriptor table) {
    if (admin.tableExists(table.getTableName())) {
        admin.disableTable(table.getTableName());
        admin.deleteTable(table.getTableName());
    }
    admin.createTable(table);
}

public static void main(String[] args) throws IOException {
    HelloHBase admin = new HelloHBase();
    admin.createHbaseTable();
}
}

```

Ce code permet de réaliser les opérations suivantes:

- 4.1. Créer une table appelée "user" contenant deux familles de colonnes: "PersonalData" et "ProfessionalData". Si cette table existe déjà, elle sera écrasée.
- 4.2. Insérer deux enregistrements dans cette table.
- 4.3. Lire la valeur de la colonne 'PersonalData:name' de la ligne 'user1'
5. Tout en restant sous le répertoire *hbase-code*, compiler cette classe:

```
javac tn/insat/tp4/HelloHBase.java
```

**Remarque**

Ce code devrait compiler sans problèmes, car la librairie HBase est déjà incluse dans le classpath par défaut, grâce à la variable d'environnement \$CLASSPATH.

Exécuter ce code:

```
java tn.insat.tp4.HelloHBase
```

Le résultat devrait ressembler au suivant:

```
connecting
Creating Table
Done.....
Adding user: user1
Adding user: user2
reading data...
ahmed
```

Chargement de fichiers

Il est possible de charger des fichiers volumineux dans la base HBase, à partir de HDFS. Nous vous fournissons pour cela le fichier *purchases2.txt* que vous trouverez directement sous le répertoire */root* de votre conteneur.

**Remarque**

Ce fichier n'est autre que le fichier *purchases.txt*, légèrement modifié: un numéro unique est rajouté au début de chaque ligne, que nous utiliserons comme clef pour chaque enregistrement, et la séparation entre les colonnes a été remplacée par une virgule (,) au lieu d'une tabulation.

1. Commencer par charger le fichier dans le répertoire *input* de HDFS (mais d'abord, créer ce répertoire s'il n'existe pas déjà):

```
hadoop fs -mkdir -p input
hadoop fs -put purchases2.txt input
```

2. Créer la base *products* avec une famille de colonnes *cf*

```
hbase shell
create 'products', 'cf'
exit
```

3. Exécuter la commande suivante. *ImportTsv* est une utilité qui permet de charger des données au format *tsv* dans HBase. Elle permet de déclencher une opération MapReduce sur le fichier principal stocké dans HDFS, pour lire les données puis les insérer via des *put* dans la base.

```
hbase org.apache.hadoop.hbase.mapreduce.ImportTsv \
  -Dimporttsv.separator=', ' \
  -Dimporttsv.columns=HBASE_ROW_KEY,cf:date,cf:time,cf:town,cf:
products input
```

4. Vérifier que la base a bien été créée en consultant la ville de l'enregistrement numéro 2000:

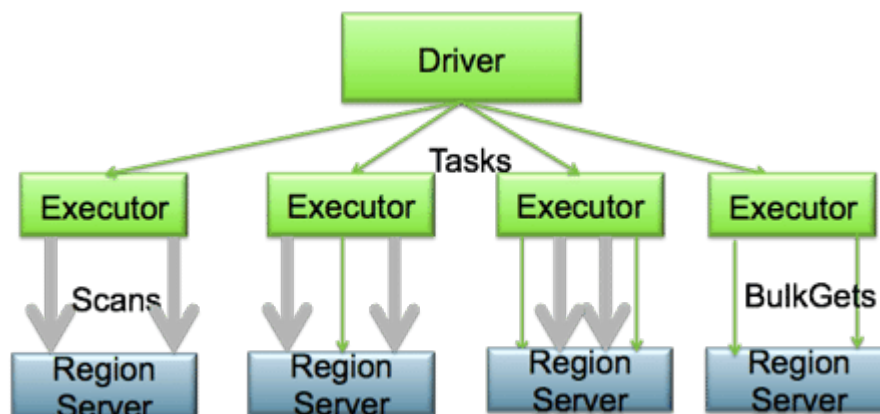
```
hbase shell
get 'products', '2000', {COLUMN => 'cf:town' }
```

Vous devriez obtenir le résultat suivant:

```
hbase(main):001:0> get 'products', '2000', {COLUMN => 'cf:town'}
COLUMN CELL
cf:town timestamp=1523918466043, value=Oklahoma City
1 row(s) in 0.4660 seconds
```

Traitement de données avec Spark

Installé sur le même cluster que HBase, Spark peut être utilisé pour réaliser des traitements complexes sur les données de HBase. Pour cela, les différents Executors de Spark seront co-localisés avec les region servers, et pourront réaliser des traitements parallèles directement là où les données sont stockées.



Nous allons réaliser un traitement simple pour montrer comment greffer spark sur HBase.

1. Ouvrir IntelliJ IDEA, et créer un nouveau projet Maven.
2. Utiliser le fichier POM suivant:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<project xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0 http://maven.apache.org/xsd/maven-4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>

  <groupId>hbase.spark</groupId>
  <artifactId>processing</artifactId>
  <version>1</version>
  <build>
    <plugins>
      <plugin>
        <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
        <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>
        <configuration>
          <source>1.8</source>
        </configuration>
      </plugin>
    </plugins>
  </build>
</project>

```



```

        <target>1.8</target>
    </configuration>
</plugin>
</plugins>
</build>

<dependencies>
    <dependency>
        <groupId>org.apache.hbase</groupId>
        <artifactId>hbase-spark</artifactId>
        <version>2.0.0-alpha4</version>
    </dependency>

    <dependency>
        <groupId>org.apache.spark</groupId>
        <artifactId>spark-core_2.11</artifactId>
        <version>2.2.1</version>
    </dependency>
</dependencies>
</project>

```

3. Créer la classe `tn.insat.tp4.HbaseSparkProcess` dont le code est le suivant:

```

package tn.insat.tp4;

import org.apache.hadoop.conf.Configuration;
import org.apache.hadoop.hbase.HBaseConfiguration;
import org.apache.hadoop.hbase.client.Result;
import org.apache.hadoop.hbase.io.ImmutableBytesWritable;
import org.apache.hadoop.hbase.mapreduce.TableInputFormat;
import org.apache.spark.SparkConf;
import org.apache.spark.api.java.JavaPairRDD;
import org.apache.spark.api.java.JavaSparkContext;

public class HbaseSparkProcess {

    public void createHbaseTable() {
        Configuration config = HBaseConfiguration.create();
        SparkConf sparkConf = new SparkConf().setAppName("SparkH
        JavaSparkContext jsc = new JavaSparkContext(sparkConf);

        config.set(TableInputFormat.INPUT_TABLE, "products");

        JavaPairRDD<ImmutableBytesWritable, Result> hBaseRDD =

```

```
        jsc.newAPIHadoopRDD(config, TableInputFormat.class, hBaseRDD.iterator(), hBaseRDD.iterator())

        System.out.println("nombre d'enregistrements: " + hBaseRDD.count());
    }

    public static void main(String[] args){
        HbaseSparkProcess admin = new HbaseSparkProcess();
        admin.createHbaseTable();
    }
}
```

Ce code permet de lire la table *products* que nous avons précédemment créée, puis de créer un RDD en mémoire la représentant. Un Job spark permettra de compter le nombre d'éléments dans la base.

4. Faire un `mvn install` package sur le projet. Un fichier *processing-1.jar* sera créé dans le répertoire target du projet.
5. Copier ce fichier dans votre conteneur:

```
docker cp target/processing-1.jar hadoop-master:/root/
```

6. Copier tous les fichiers de la bibliothèque hbase dans le répertoire jars de spark:

```
cp -r $HBASE_HOME/lib/* $SPARK_HOME/jars
```

7. Exécuter ce fichier grâce à *spark-submit* comme suit:

```
spark-submit --class tn.insat.tp4.HbaseSparkProcess --master yarn
```

Le résultat qui devra s'afficher ressemblera au suivant:

```
18/04/16 23:10:50 INFO zookeeper.ClientCnxn: EventThread shut down
18/04/16 23:10:50 INFO zookeeper.ZooKeeper: Session: 0x162d09af9ab0010 closed
18/04/16 23:10:50 INFO executor.Executor: Finished task 1.0 in stage 0.0 (TID 1). 832 bytes result sent to driver
18/04/16 23:10:50 INFO scheduler.TaskSetManager: Finished task 1.0 in stage 0.0 (TID 1) in 17138 ms on localhost (executor driver) (2/2)
18/04/16 23:10:50 INFO scheduler.TaskSchedulerImpl: Removed TaskSet 0.0, whose tasks have all completed, from pool
18/04/16 23:10:50 INFO scheduler.DAGScheduler: ResultStage 0 (count at HbaseSparkProcess.java:26) finished in 17.187 s
18/04/16 23:10:50 INFO scheduler.DAGScheduler: Job 0 finished: count at HbaseSparkProcess.java:26, to
nk 17 280126 s
nombre d'enregistrements: 4138476
18/04/16 23:10:50 INFO spark.SparkContext: Invoking stop() from shutdown hook
18/04/16 23:10:50 INFO server.AbstractConnector: Stopped Spark@648eea01{HTTP/1.1,[http/1.1]}{0.0.0.0:4040}
18/04/16 23:10:50 INFO ui.SparkUI: Stopped Spark web UI at http://172.18.0.2:4040
18/04/16 23:10:50 INFO spark.MapOutputTrackerMasterEndpoint: MapOutputTrackerMasterEndpoint stopped!
18/04/16 23:10:50 INFO memory.MemoryStore: MemoryStore cleared
18/04/16 23:10:50 INFO storage.BlockManager: BlockManager stopped
18/04/16 23:10:50 INFO storage.BlockManagerMaster: BlockManagerMaster stopped
18/04/16 23:10:50 INFO scheduler.OutputCommitCoordinator$OutputCommitCoordinatorEndpoint: OutputCommitCoordinator stopped!
18/04/16 23:10:50 INFO spark.SparkContext: Successfully stopped SparkContext
18/04/16 23:10:50 INFO util.ShutdownHookManager: Shutdown hook called
18/04/16 23:10:50 INFO util.ShutdownHookManager: Deleting directory /tmp/spark-4e3c1669-16f4-4691-9e6
root@hadoop-master:~#
```



Activité

Modifier ce code pour qu'il puisse faire la somme des ventes de tous les produits.

