

Accueil > Cours > Réalisez des calculs distribués sur des données massives > Parcourez les principaux algorithmes MapReduce

Réalisez des calculs distribués sur des données massives

20 heures  Moyenne

Mis à jour le 08/04/2020



Parcourez les principaux algorithmes MapReduce

 [Connectez-vous](#) ou [inscrivez-vous](#) gratuitement pour bénéficier de toutes les fonctionnalités de ce cours !



Dans le chapitre précédent, nous avons découvert le cadre de programmation MapReduce qui vise à proposer une stratégie générique pour paralléliser les traitements, quel que soit le problème cible.

Cette stratégie doit se faire uniquement à l'aide des deux opérateurs MAP et REDUCE et nous avons vu aussi qu'il est nécessaire de structurer les données en paires (clé, valeur) .

Dans l'exemple WordCount, c'est assez intuitif et donc rapide ! Pour autant, pour un problème donné, il n'est pas toujours évident de le reformuler selon ce cadre. C'est d'ailleurs même parfois impossible.

Pour vous familiariser un peu plus avec la logique du cadre MapReduce, nous allons l'appliquer à deux problèmes très différents :

- la multiplication d'une matrice par un vecteur, nécessaire entre autres, pour le calcul du PageRank, le fameux algorithme de pondération d'une page web, à l'origine du succès de Google.
- le problème de la jointure de deux tables de données, qui est un problème très classique mais très coûteux.

Exemple 1 : Multiplication d'une matrice par un vecteur



Le premier problème auquel nous allons nous intéresser est celui qui consiste à multiplier une matrice A de grande taille ($n \times n$) par un vecteur v de taille n . Il s'agit donc de calculer

$$Av = x$$

avec

$$x = (x_1, \dots, x_n)$$

et

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} v_j$$

Vous êtes peut-être en train de vous dire que c'est un joli problème mathématique mais bien loin de vos préoccupations ! Et bien en fait, pas tant que cela ! Sachez tout d'abord que c'est en grande partie pour ce problème que MapReduce a été conçu chez Google car c'est une opération nécessaire au calcul du fameux PageRank, utilisé pour ordonnancer les résultats d'une recherche Web. Dans ce cas, n est le nombre de pages web indexées... oui, un vrai problème big data ! De plus, c'est une opération très commune, que l'on retrouve dans de nombreux problèmes et notamment dans les algorithmes du data scientist.

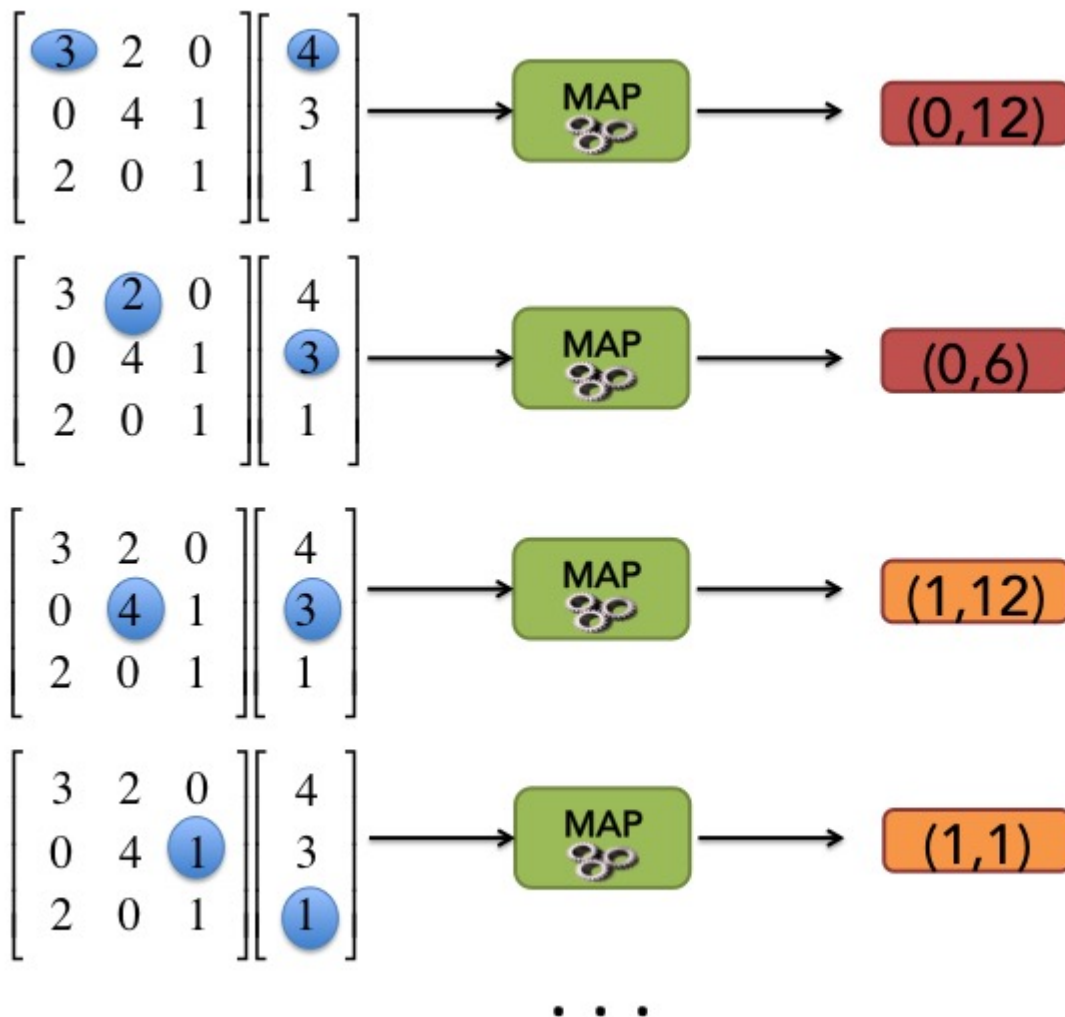
Pour ce problème, la **vraie question** est la manière dont nous allons représenter la matrice A et donc la forme de l'entrée donnée à MapReduce. Très souvent, pour ce type de problèmes, nous sommes en présence de matrices creuses et on évite donc de représenter les zéros. Ici, nous allons donc considérer que la matrice A est stockée sous la forme de triplets (i, j, a_{ij}) (les coordonnées sont explicites). De

même, le vecteur v est stocké sous la forme de paires (j, v_j) . Vous allez voir que nous avons presque répondu au problème en choisissant cette représentation.

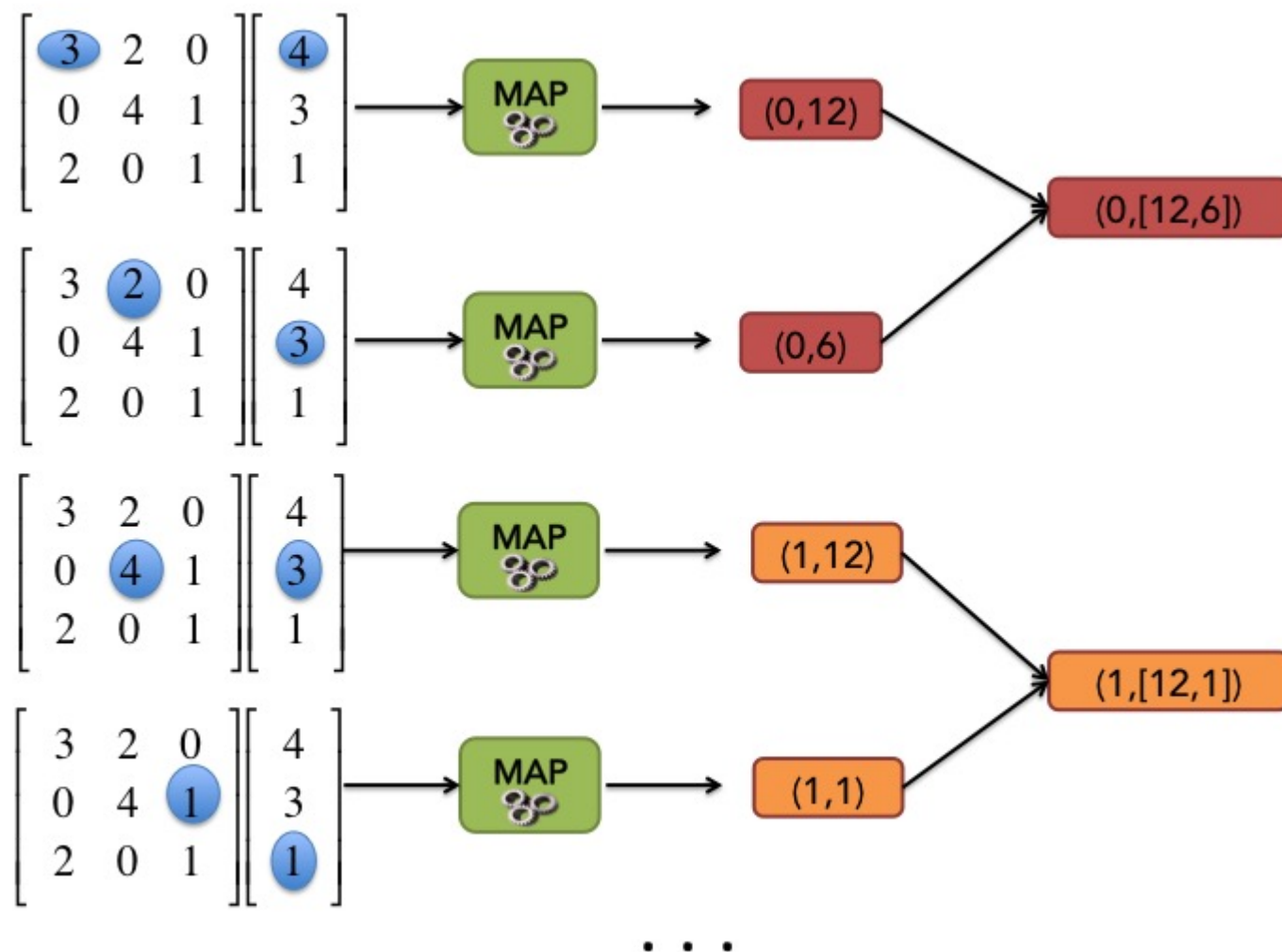
L'autre difficulté pour ce problème est la taille du vecteur v . En particulier, deux cas vont devoir être considérés selon la taille de ce vecteur v .

Cas 1 : v est suffisamment petit pour tenir dans la mémoire du nœud MAP.

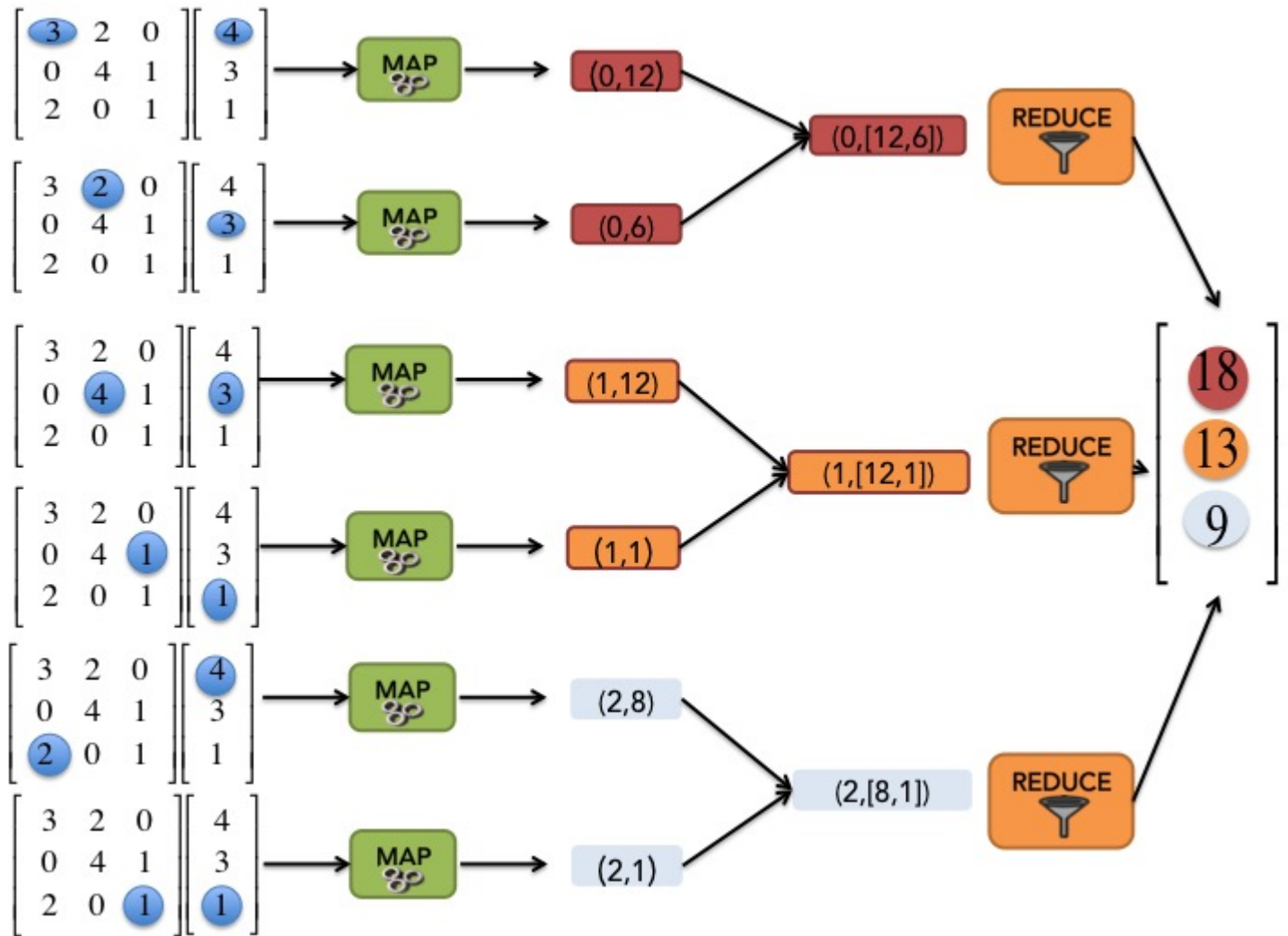
Dans ce cas, l'opération MAP peut être relativement simple à écrire si on considère qu'elle prend en entrée le vecteur v en entier et un élément non vide de la matrice, c'est-à-dire un triplet (i, j, a_{ij}) . En effet, pour chaque élément de la matrice, l'opération MAP va juste générer la paire $(i, a_{ij}v_j)$. On a donc choisi de prendre comme clé pour MAP, un numéro correspondant à une ligne de la matrice. C'est plutôt logique si on se rapporte à la formule ci-dessus car on somme sur les lignes.



Comme pour WordCount, nous pouvons utiliser notre baguette magique et l'opération SHUFFLE and SORT regroupe toutes les valeurs associées à la même clé i dans une paire $(i, [a_{i1}v_1, \dots, a_{in}v_n])$.

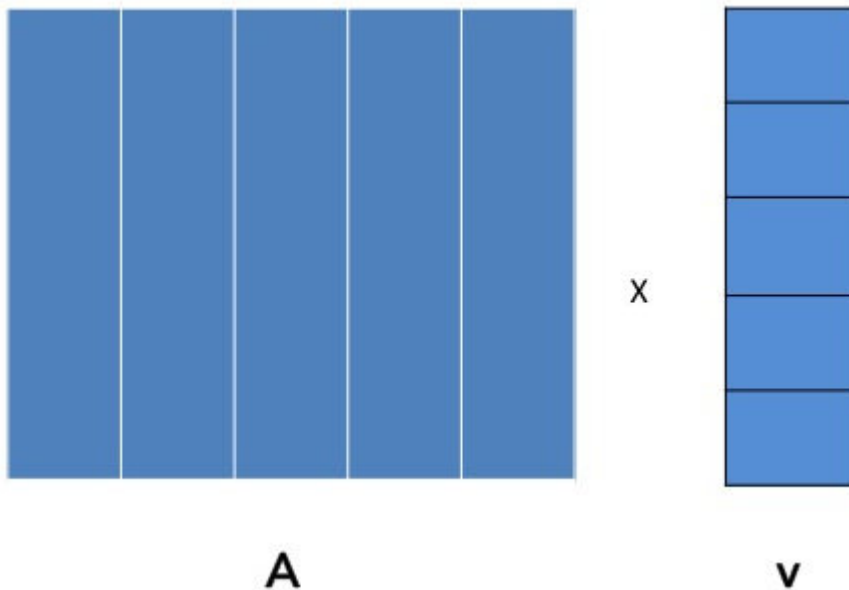


L'opération REDUCE est donc aussi très évidente, il suffit de faire la somme de toutes les valeurs associées à une clé donnée.



Cas 2 : v est trop grand pour tenir dans la mémoire du nœud MAP.

Étudions maintenant le cas où le vecteur v est trop gros pour tenir entièrement en mémoire des nœuds MAP. Il faut alors ici appliquer le principe de diviser pour régner. Il faut découper le vecteur v en bandes horizontales (qui tiennent en mémoire) et faire de même mais verticalement pour la matrice A . Le problème initial est ainsi découpé en sous-tâches et on assigne à chaque nœud MAP un morceau de la matrice et la bande de vecteur correspondante.



On peut alors appliquer la même stratégie pour les fonctions `map` et `reduce` que précédemment.

Exemple 2 : Jointure de deux tables de données



Passons maintenant à un exemple tout différent. Nous allons supposer que vous venez d'être recruté·e par une entreprise qui vend en ligne des films en flux continu sur Internet (oui... un marché pour lequel il y a une belle concurrence !). Cette entreprise se démarque des autres par son gigantesque catalogue de films. Par contre, elle propose uniquement de naviguer dans son catalogue et n'a pas su mettre en place un outil de recherche de films dans son catalogue. Par exemple, il est impossible pour les utilisateurs de faire une recherche sur l'ensemble des films réalisés par un réalisateur donné. C'est justement la première mission que vous donne votre responsable. Il vous fournit deux tables de données, une **table des réalisateurs** dans laquelle chaque réalisateur est associé à un unique identifiant et une **table des films** avec pour chaque film, les informations le concernant dont l'identifiant de son réalisateur.

À première vue, cela semble assez simple. Il suffit de faire une jointure entre la table des films et la table des réalisateurs en concaténant tous les films et les réalisateurs dont l'identifiant réalisateur coïncide :

sql

```
1 SELECT *
2 FROM Films F JOIN Realisateurs R
3 ON F.ID_realisateur=R.ID_realisateur
```

ID_film	Titre	ID_realisateur	ID_acteur	...
1111	Pulp Fiction	123	23	
1112	Le pianiste	4567	678	
1113	La leçon de piano	234	567	
...	

Films

 jointure

ID_réalisateur	Nom
123	Quentin Tarentino
4567	Roman Polanski
234	Jane Campion
...	...

Réalisateurs

Oui, mais en grande dimension ? Ici, vous avez trop de données pour pouvoir faire cette opération de jointure de la sorte et une solution est donc de faire cette jointure de manière distribuée avec MapReduce.

Ici, nous allons appliquer une stratégie qui s'appelle *Reduce-Side Join*, c'est-à-dire que l'opération de jointure en tant que telle sera effectuée dans la phase REDUCE.

Avant de commencer et pour rendre plus facile l'explication, nous allons simplifier la table des films en mettant le champ correspondant à la clé de jointure en premier et en ne gardant comme information que le nom du film. Ce n'est bien évidemment pas nécessaire en vrai. On va donc dans la suite faire comme si nous travaillions avec les deux tables suivantes :

ID_realisateur	Titre
123	Pulp Fiction
4567	Le pianiste
234	La leçon de piano
123	Reservoir dogs
..	...

Films

ID_réalisateur	Nom
123	Quentin Tarentino
4567	Roman Polanski
234	Jane Campion
...	...

Réalisateurs

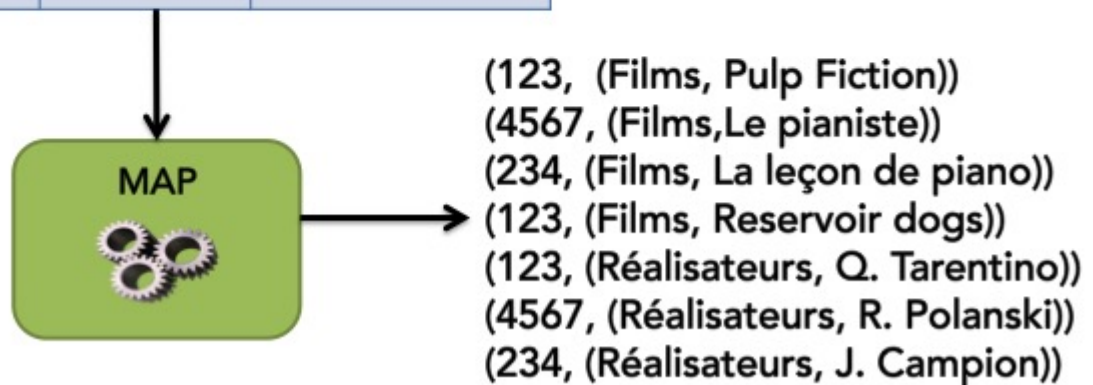
Avant de nous intéresser aux opérations MAP et REDUCE, nous allons aussi regrouper les enregistrements des deux tables en une seule longue liste d'enregistrements en ajoutant à chaque enregistrement le nom de la table dont il est issu. Pour notre problème, on obtiendrait donc une liste d'enregistrements comme ci-dessous.

Films	123	Pulp Fiction
Films	4567	Le pianiste
Films	234	La leçon de piano
Films	123	Reservoir dogs
Réalisateurs	123	Q. Tarentino
Réalisateurs	4567	R. Polanski
Réalisateurs	234	J. Campion
...

Représentation des données d'entrée sous la forme d'une seule table.

L'opération MAP est donc ensuite facile à concevoir. Il suffit de renvoyer pour chaque enregistrement la paire (clé, valeur) où la clé est la clé de jointure (ID_realisateur) et la valeur est le contenu de l'enregistrement.

Films	123	Pulp Fiction
Films	4567	Le pianiste
Films	234	La leçon de piano
Films	123	Reservoir dogs
Réalisateurs	123	Q. Tarentino
Réalisateurs	4567	R. Polanski
Réalisateurs	234	J. Campion
...



Exemple d'application de l'opération MAP sur nos données d'entrée.

Comme pour WordCount, on va supposer que les données d'entrée sont structurées en paires

(clé, valeur) avec comme clé le nom du fichier et comme valeur une liste d'enregistrements de type `<String, Int, String>`.

Et on peut donc écrire très facilement un code correspondant à l'opération MAP pour ce problème de jointure :

python

```
1 def map(key,value):
2     intermediate = []
3     for i in value:
4         intermediate.append((i[1], (i[0], i[1:])))
5     return intermediate
```

Nous appliquons maintenant notre petit coup de baguette magique `SHUFFLE and SORT` et les résultats intermédiaires sont alors regroupés par clé de jointure commune et chaque paire regroupée constitue donc une entrée idéale à une opération REDUCE.

L'opération REDUCE est aussi facile à concevoir. Elle concatène les enregistrements des tables Films et Réalisateur associées à une même clé de jointure. Et au final, nous avons donc le schéma d'exécution suivant de MapReduce pour notre problème de jointure :

(123, [(Films, Pulp Fiction), (Films, Reservoir dogs),
(Réalisateur, Q. Tarentino)])



ID_réalisateur	Nom	Titre Films
123	Quentin Tarentino	Pulp Fiction
123	Quentin Tarentino	Reservoir dogs

Exemple d'application de l'opération REDUCE sur nos données d'entrée.

Pour aller plus loin :

- **Algèbre relationnelle et MapReduce**

Nous venons donc de voir au travers de deux exemples comment concevoir des algorithmes MapReduce en suivant le processus suivant :

1. Choisir une manière de découper les données afin que l'opération MAP soit parallélisable.
2. Choisir la clé à utiliser pour le problème ciblé.
3. Ecrire le code de la fonction pour l'opération MAP.
4. Ecrire le code de la fonction pour l'opération REDUCE.

En résumé



- MapReduce est bien un modèle et un cadre générique pour la parallélisation de traitements.
Nous venons en effet de voir qu'il peut s'appliquer de manière identique sur des problèmes de

nature relativement différente.

- Souvent, ce ne sont pas les opérations MAP et REDUCE qui sont les plus difficiles à concevoir mais la manière de représenter les données pour permettre d'appliquer facilement le modèle.
- C'est par la pratique que l'on acquière cette méthodologie.

[◀ DIVISEZ \(ET DISTRIBUEZ\) POUR RÉGNER](#)[FAMILIARISEZ-VOUS AVEC HADOOP ▶](#)

Les professeurs

Céline Hudelot

Professeur des Universités en Informatique à CentraleSupélec.

Régis Behmo

Expert en machine learning, développeur fullstack, grimpeur invétéré et gros, très gros amateur de nouilles chinoises.

[OPENCCLASSROOMS](#)[ENTREPRISES](#)[CONTACT](#)[EN PLUS](#)

Français



Télécharger dans

