

L'informatique des entrepôts de données

Daniel Lemire



SEMAINE 9

Les opérations OLAP

9.1. Présentation de la semaine

Nous avons vu la semaine précédente qu'il est possible de définir partiellement le paradigme OLAP avec les schémas en étoile, la table de faits et le cube de données. Cependant, le paradigme prend tout son sens avec les requêtes qu'il permet d'effectuer rapidement : roll-up, drill-down, slice, dice, pivot, iceberg, etc. Un analyste combine plusieurs de ces requêtes afin d'obtenir l'information qu'il souhaite.

Dans ce cours, nous utiliserons les termes anglais pour désigner les différentes opérations OLAP. Quelques traductions possibles sont proposées dans la Table 1. Dans la pratique, on utilise surtout les termes anglais.

Table 1. Principaux termes désignant les opérations OLAP

terme anglais usuel	traduction possible
roll-up	résumé ou cumul
drill-down	zoom avant
slice	trancher
dice	couper en dés

9.2. Roll-up et drill-down

On effectue un roll-up¹ lorsqu'on souhaite obtenir moins de détails, ou qu'on souhaite obtenir une vue d'ensemble. On peut d'abord faire un roll-up à même une dimension qui dispose d'une hiérarchie. Prenons l'exemple des données suivantes :

France	3
Espagne	1
Suisse	41
Canada	24
É.-U.	14

La dimension Lieu est présentée à la granularité Pays. Si on juge que cela fournit trop de détails inutiles, on peut demander un roll-up vers le continent :

Europe	45
Amérique du Nord	38

Dans cet exemple, nous utilisons la somme de la mesure pour effectuer l'aggrégation, mais on pourrait tout aussi bien utiliser une autre opération comme la moyenne ou le maximum. L'opération contraire, soit le passage des données portant sur les continents vers les données portant sur les pays, est un drill-down.

Il existe aussi une autre forme de roll-up ou de drill-down, qui permet de faire apparaître ou de disparaître une dimension au complet. Prenons l'exemple des pays et de leur mesure. Imaginons que nous souhaitions

¹On utilise parfois les termes anglais consolidate ou drill-up pour désigner un roll-up.

décomposer les mesures selon une autre dimension, par exemple la couleur :

France	rouge	2
France	bleu	1
France	orange	0
Espagne	rouge	1
Espagne	bleu	0
Espagne	orange	0
Suisse	rouge	40
Suisse	bleu	1
Suisse	orange	0
Canada	rouge	20
Canada	bleu	4
Canada	orange	0
É.-U.	rouge	10
É.-U.	bleu	4
É.-U.	orange	0

Cette nouvelle table représente un drill-down par rapport à la table originale, parce qu'il y a plus de détails. L'opération inverse, celle qui consiste à faire disparaître l'attribut couleur, est un roll-up.

Il est important d'observer que lorsque l'on fait un drill-down ou un roll-up, les mesures sont modifiées en conséquence. Ainsi, si on fait la somme des mesures, et qu'il ne s'agit que de mesures positives, un roll-up va toujours générer des valeurs de mesures plus importantes. Au contraire, le drill-down réduira la valeur des mesures.

9.3. Dice

Une opération de type dice consiste à générer une nouvelle table, qui comporte autant de dimensions et les mêmes valeurs de mesures, mais où l'on restreint certaines des dimensions à quelques mesures. Prenons l'exemple de la table précédente, qui comprend à la fois des pays et des couleurs. Imaginons que nous voulions éliminer la couleur orange et ne conserver que les pays européens :

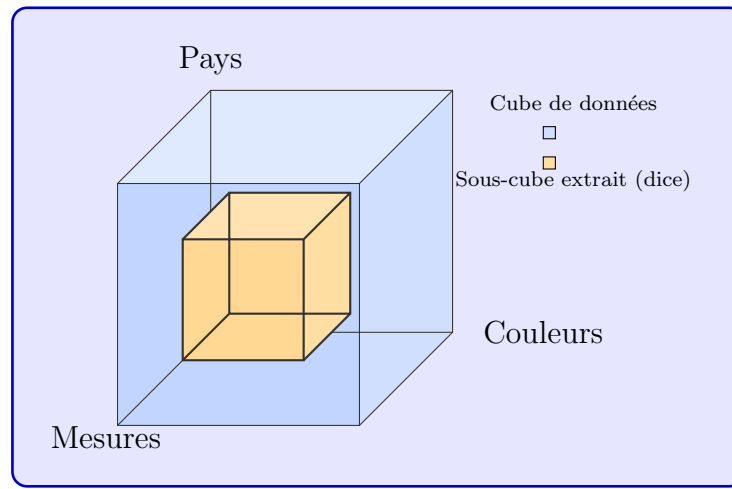
France	rouge	2
France	bleu	1
Espagne	rouge	1
Espagne	bleu	0
Suisse	rouge	40
Suisse	bleu	1

Le résultat est un *dice*. Contrairement au *drill-down* et au *roll-up*, lorsque l'on effectue un *dice*, les valeurs ne sont pas modifiées et l'on conserve les mêmes dimensions et les mêmes valeurs. On se contente d'éliminer certaines des valeurs indésirables.

Si on représente nos données selon deux axes, un pour chaque dimension, on constate qu'on peut illustrer le *dice* comme la sélection d'un sous-ensemble des mesures :

	rouge	bleu	orange
France	X	X	
Espagne	X	X	
Suisse	X	X	
Canada			
É.-U.			

Cette illustration explique le terme *dice* : on a coupé et extrait un sous-cube. Pour mieux visualiser cette opération, le diagramme suivant représente un cube de données en trois dimensions, où une partie (le sous-cube) est extraite pour ne conserver qu'un sous-ensemble des données :



9.4. Slice

L'opération roll-up peut réduire le nombre de dimensions, mais les mesures sont modifiées de manière correspondante. L'opération dice préserve les valeurs des mesures, mais omet une partie des données. L'opération slice, quant à elle, réduit le nombre de dimensions (comme une opération roll-up) mais, tout comme l'opération dice, elle laisse les valeurs de mesures inchangées, se contentant d'omettre une partie des données.

Imaginons que dans l'exemple des pays et des couleurs, nous nous intéressions qu'à la couleur rouge. Dans un tel cas, nous pourrions extraire les enregistrements correspondants dans la table de faits :

France	rouge	2
Espagne	rouge	1
Suisse	rouge	40
Canada	rouge	20
É.-U.	rouge	10

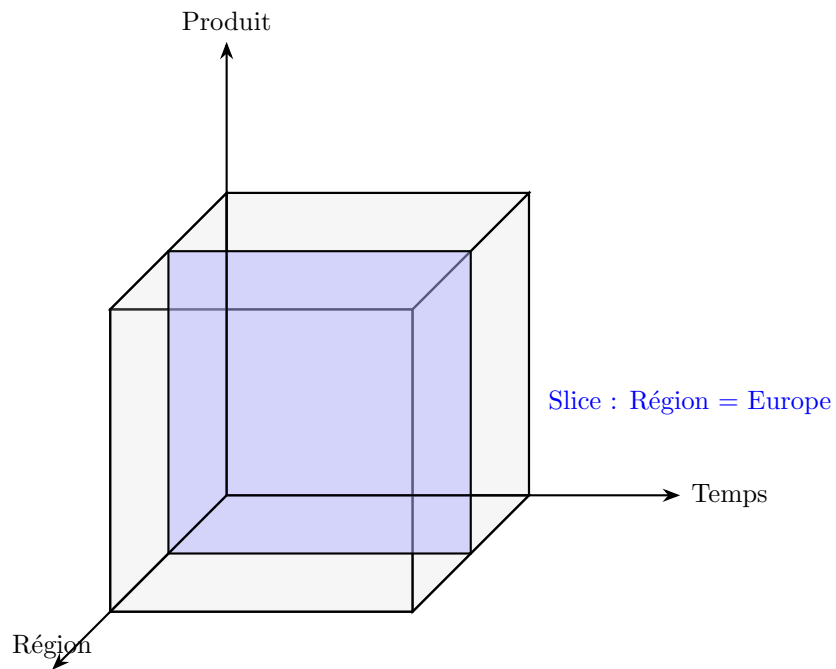
On se rend compte, par contre, que de conserver la dimension couleur ne sert pas à grand chose. Il vaut mieux l'omettre :

France	2
Espagne	1
Suisse	40
Canada	20
É.-U.	10

Si on représente nos données selon deux axes, on voit que l'opération slice correspond à une tranche :

	rouge	bleu	orange
France	X		
Espagne	X		
Suisse	X		
Canada	X		
É.-U.	X		

Le diagramme suivant illustre un cube de données en trois dimensions, où une tranche est extraite pour ne conserver qu'un sous-ensemble des données, correspondant à une région spécifique (par exemple, l'Europe) :



9.5. Pivot

Le pivot peut désigner l'opération triviale qui consiste à permuter les axes dans une représentation bidimensionnelle des données [4]. Par exemple, on pourrait échanger les dimensions couleurs et pays. Cette opération prend son sens dans un chiffrier électronique (par ex. Excel).

En ce qui nous concerne, le pivot correspond au remplacement d'un roll-up par un autre. Imaginons que vous ayez une table de faits ayant les dimensions pays, couleur et mois. Après un roll-up sur la dimension mois, vous obtenez une vue (un cuboïde) comportant les dimensions pays et couleur. Vous pourriez alors souhaiter passer de ce roll-up à un roll-up sur la dimension pays ou couleur. Il y aura autant de pivots possibles qu'il y aura de roll-up distincts.

On peut expliquer le terme pivot en imaginant un cube en trois dimensions que l'on fait tourner afin d'en consulter les différentes faces. Ainsi, si vous avez un cube à trois dimensions, et que vous considérez un roll-up sur deux dimensions, il y aura six pivots possibles.

9.6. Iceberg

Il arrive qu'une table comporte trop d'enregistrements pour qu'on puisse les consulter facilement, mais sans pour autant qu'un roll-up soit intéressant. Par exemple, dans notre exemple original des pays, la plupart des pays ont une mesure correspondante relativement faible. On pourrait souhaiter ne conserver que les enregistrements correspondant à des mesures significatives. Par exemple, plaçons un seuil de 20 sur la valeur des mesures :

Suisse	41
Canada	24

On pourrait, au contraire, ne s'intéresser qu'au pays ayant une faible mesure. Au lieu de fixer un seuil, on aurait pu se contenter de spécifier que nous ne voulions obtenir que les deux enregistrements ayant les mesures les plus significatives.

On désigne ce type d'opération par le terme iceberg [2]. On fait bien sûr référence au fait que, dans un iceberg, seule une petite partie de la glace est visible (hors de l'eau).

9.7. Skyline

Lorsqu'il y a plus qu'une mesure, la manière d'appliquer la méthode iceberg n'est pas toujours claire. Prenons l'exemple de restaurants qui ont à la fois un indice de qualité et un indice de prix :

	indice de qualité	indice de prix
Restaurant chez Maurice	5	1
Restaurant chez Pierre	4	1
Macmodal	3	3
La belle patate	1	5
La dame en bleu	1	4

Idéalement, on souhaite sélectionner les restaurants qui ont de bons indices de prix et de qualité. Malheureusement, on voit que le restaurant avec le meilleur indice de qualité a aussi les moins bons prix (le restaurant chez Maurice).

Nous pouvons tout de même éliminer certains candidats indésirables. On dit qu'un enregistrement domine l'autre s'il lui est supérieur ou égal à tous les points de vue, et qu'il lui est supérieur en ce qui a trait à au moins une mesure. On voit que le restaurant chez Pierre est dominé par le restaurant chez Maurice : ils ont les mêmes prix, mais le restaurant chez Maurice a une meilleure qualité. Aussi, le restaurant La belle patate domine le restaurant La dame en bleu.

En excluant tous les enregistrements qui sont dominés par au moins un autre enregistrement, on obtient le skyline [1] :

	indice de qualité	indice de prix
Restaurant chez Maurice	5	1
Macmodal	3	3
La belle patate	1	5

Bien que les requêtes de type Skyline ne soient pas systématiquement associées au paradigme OLAP, leur pertinence est indéniable.

9.8. Diamond

Les requêtes de type diamond (ou diamant en français) sont une forme de dice combinée avec des requêtes de type iceberg [3]. On cherche à extraire un sous-cube de taille maximale répondant à certaines contraintes. Par exemple, imaginez que vous souhaitiez obtenir une liste de magasins et

Table 2. Ventes (en millions de dollars) avec un diamant 5,10 identifié en gris : on ne conserve que les magasins ayant des ventes de plus de 10 millions \$ concernant des types produits rapportant plus de 5 millions \$.

	Chicago	Montréal	Miami	Paris	Berlin	Totaux
TV	3.4	0.9	0.1	0.9	2.0	7.3
Caméra	0.1	1.4	3.1	2.3	2.1	9.0
Téléphone	0.2	6.4	2.1	3.5	0.1	12.3
Appareil photo	0.4	2.7	5.3	4.6	3.5	16.5
Console de jeux	3.2	0.3	0.3	2.1	1.5	7.4
Lecteur DVD	0.2	0.5	0.5	2.2	2.3	5.7
Totaux	7.5	12.2	11.4	15.6	11.5	58.2

de types de produits, tel que les ventes des magasins sur les produits sélectionnés excèdent 10 millions et que les ventes des produits dans les magasins sélectionnés excèdent 5 millions (voir Table 2). Il s'agit là d'un exemple typique de requête de type diamond. Bien que simple en apparence, les requêtes diamond peuvent être difficiles à calculer efficacement.

9.9. Activité pratique

Rendez-vous sur le site https://github.com/lemire/olap_demo et suivez les instructions pour exécuter les requêtes OLAP sur de véritables données. Vous pourrez, à loisir, modifier les requêtes pour obtenir d'autres résultats. Vous pouvez aussi consulter le code source pour voir comment les requêtes sont mises en oeuvre.

9.10. Questions d'approfondissement

- Un ministre du gouvernement canadien souhaite obtenir une nouvelle version du rapport, qui se limite aux statistiques québécoises. Comment nomme-t-on ce type de requête ?
- Au lieu d'obtenir des statistiques par employé, le patron souhaite des statistiques par groupe de travail. Comment nomme-t-on ce type de requête ?
- Étant donné une table de faits comportant 10 dimensions, combien y a-t-il de pivots possibles sur une vue à deux dimensions ?
- Quel type d'opération est plus coûteux : dice, slice ou roll-up ?

9.11. Réponses suggérées

- (a) Slice.
- (b) Roll-up.
- (c) distinguer entre (pays, couleur) et (couleur, pays).
- (d) 90 pivots. On doit diviser par deux si on ne souhaite pas
 Il y a $10 \times 9 = 90$ paires de dimensions distinctes, donc
 manière appropriée.
 qui est peu coûteux lorsque les colonnes sont indexées de
 et slice ne font que de la sélection d'enregistrement, ce
 mesures, ce qui peut être coûteux. Les opérations dice
 Les opérations de type roll-up exigent l'aggrégation des

Votre avis compte !

Chers étudiants,

Si vous repérez une erreur dans ce document ou si vous avez une suggestion pour l'améliorer, nous vous invitons à remplir notre **formulaire anonyme**.

Votre contribution est précieuse pour nous !

[Cliquez ici pour accéder au formulaire](#)

BIBLIOGRAPHIE

1. S. Börzsönyi, D. Kossmann, and K. Stocker. The skyline operator. In *ICDE '01*, pages 421–430. IEEE Computer Society, 2001.
2. M. Fang, N. Shivakumar, H. Garcia-Molina, R. Motwani, and J. D. Ullman. Computing iceberg queries efficiently. In *VLDB'98*, pages 299–310, 1998.
3. H. Webb, O. Kaser, and D. Lemire. Pruning attribute values from data cubes with diamond dicing. In *International Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS'08)*, pages 121–129, 2008.
4. C. M. Wyss and E. L. Robertson. A formal characterization of pivot/unpivot. In *CIKM '05*, pages 602–608, 2005.