IUT Sénart / Fontainebleau

Cours d'Optimisation

Par Maggie LEKPA

Rappel

Il existe plusieurs systèmes de stockage.

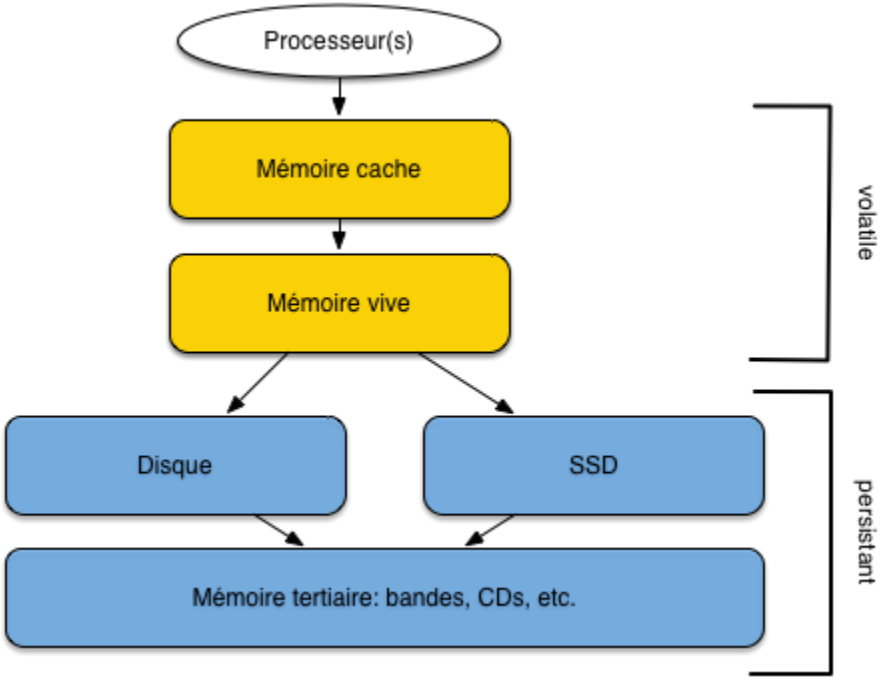
Mémoire volatile : elle permet de stocker les données et les processus constituants l'espace de travail du processeur; **la donnée doit y être stockée pour pouvoir être traitée**. C'est une mémoire à accès rapide.

Mémoire persistante (en ligne) : elle offre une grande capacité de stockage. Les accès en lecture et écriture sont relativement rapide.

Ex : disque magnétique, SSD(Solid State Drive)

Mémoire persistante (hors ligne): il s'agit des supports de sauvegarde. Ces dernières ont un accès en lecture/écriture très lent et un coût réduit.

Rappel


Processeur(s)
Mémoire cache
Mémoire vive
Disque
SSD
Mémoire tertiaire: bandes, CDs, etc.
volatile
persistant

Rappel

Dans le cas d'une basse de données, la mémoire vive et les disques sont les niveaux à considérer.

Matériellement, une base de données est un ensemble de fichiers stocké sur un support non volatile (disque magnétique , SSD(solide state drive)) pour des raisons de taille (données volumineuses) et de persistance.

Les données doivent impératives être chargées dans la mémoire vive afin d'être traitées; cela implique le transfert de données entre le disque et la mémoire vive.

Rappel

Ordre de grandeur :

mémoire vive d'un serveur de base de données : plusieurs dizaines de Go (des centaines pour de gros serveurs de bd)

Disque de stockage : ordre de téraoctet. En pratique toute la base de données ne peut être copiée dans la mémoire vive.

La mémoire vive ne contient alors qu'une fraction du disque.

Performance d'une mémoire

Deux métriques à prendre en compte :

- **Temps d'accès** : durée nécessaire pour lire une données dont l'adresse est connue (accès direct). De l'ordre de 10ms pour les disque magnétique et 0,1 ms pour les SSD.

Accès direct : on accède à une données dont l'adresse est connue.

Accès séquentielle :on parcours la mémoire dans un ordre pour accéder aux enregistrement au fur et à mesure.

- **Débit** : volume de données lues par unité de temps dans le meilleure des cas.

OPTIMISATION

Pourquoi optimiser?

- Réduire le temps de réponse : objectif numéro 1; Les utilisateurs sont très sensibles aux problèmes de performance de leurs traitements (rapports, mise à jours, …), dégradation des temps de réponse

- Diminuer les consommations de ressources (cpu, mémoire vive, disques durs)

- Répartir les charges

OPTIMISATION

Considérons la table client ci-dessous :

	PRENOM	NOM	EMAIL	VILLE
1	Flavie	Da costa	f.da.costa@example.com	Pomoy
2	Valentin	Vespasien	valentin@example.com	Buvilly
3	Gustave	Collin	gust@example.com	Marseille
4	Emilien	Camus	emilien@example.com	Toulouse
5	Firmin	Marais	firmin.marais@example.com	Lyon
6	Olivier	Riou	olive.de.lugagnac@example.com	Lugagnac
7	Lucas	Jung	lucas.jung@example.com	Coulgens
8	Maurice	Huet	maurice.villemareuil@example.com	Villemareuil
9	Manon	Durand	m.durand.s.e@example.com	Saint-Etienne
10	Joachim	Leon	joachim@example.com	Longwy-sur-le-Doubs
11	Muriel	Dupuis	muriel@example.com	Paris
12	Christiane	Riou	chritianelesabrets@example.com	Les Abrets
13	Jacinthe	Langlois	jacinthe.langlois@example.com	Lagney
14	Amaury	Payet	amaury@example.com	Avermes

Requête : *SELECT * FROM CLIENT WHERE nom = 'Riou'*

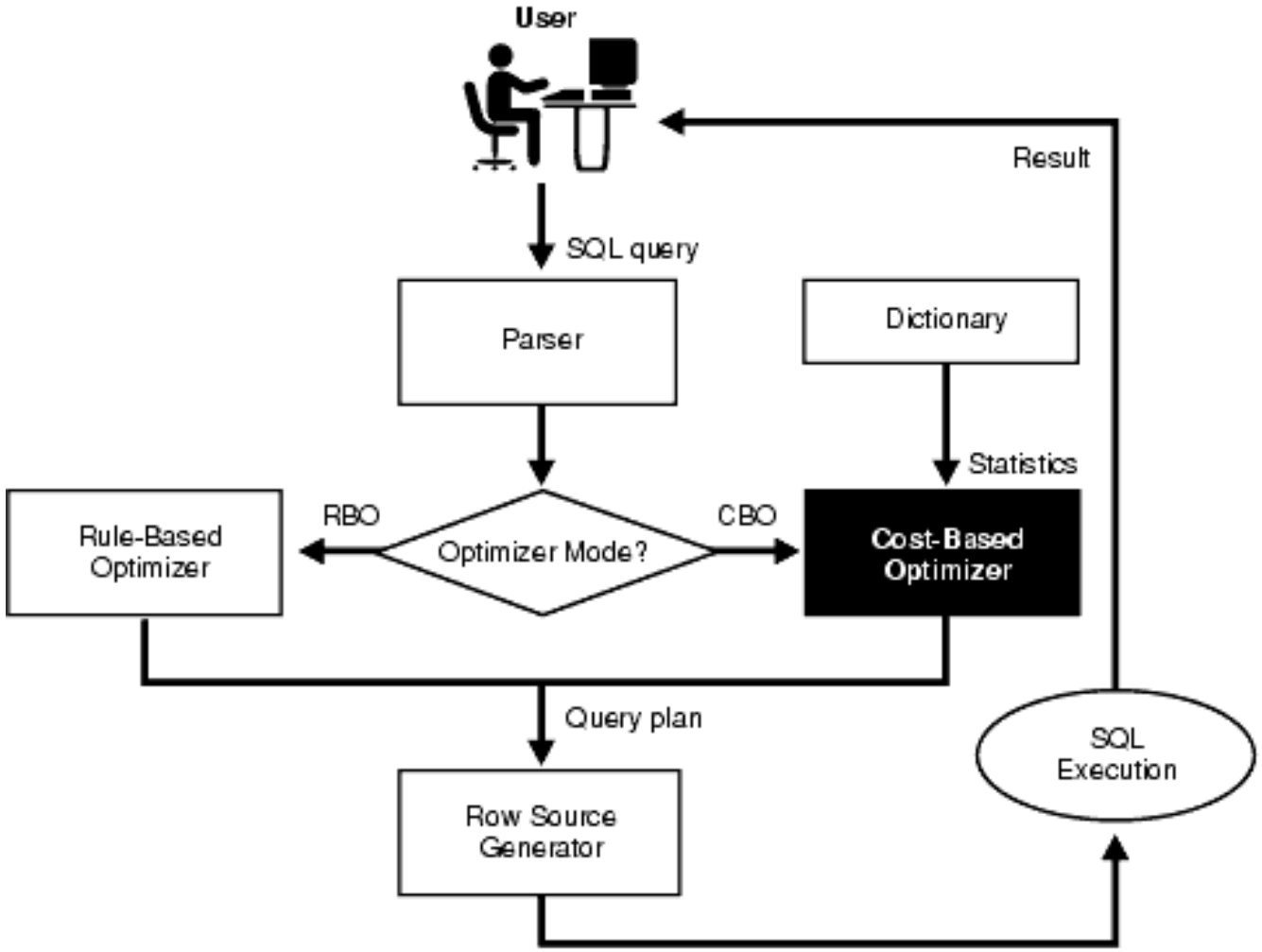
Que se passe t'il?

OPTIMISATION

Rappel : SQL est déclaratif → ne dit pas comment traiter le problème
→ besoin d'un programme (**forme opératoire**).

OPTIMISATION

Comment ça marche ?



OPTIMISATION

1. **Parseur** : analyse syntaxique et sémantique
2. **L'optimiseur détermine le chemin le plus efficace pour produire le résultat de la requête** : deux méthodes d'optimisation
   - **Cost Based Optimizer (CBO) :** elle se base sur des statistiques relatives aux tables pour déterminer le meilleur chemin d'accès. Ces statistiques concernent le volume des tables (nombre de lignes), le nombre de blocs alloués à la table, le nombre de valeurs distinctes de chaque colonne, la distribution de la clé, le nombre de valeurs différentes d'un index.
   - **Rule Based Optimizer (RBO) :** elle est basée sur un ensemble de règles internes (très peu utilisé).

L'optimiseur retourne un plan qui décrit la méthode la plus optimale pour l'exécution.

OPTIMISATION

3. Le **générateur de lignes** reçoit le plan optimal et génère le **plan d'exécution** de l'ordre SQL.

3. Le moteur SQL exécute le plan d'exécution et produit le résultat de la requête SQL

OPTIMISATION - OPTIMISEUR

Que fait l'optimiseur ?

1. Evaluer les expressions et les conditions
2. Transformer les déclarations SQL
3. Le choix de l'optimiseur : CBO ou RBO
4. Le choix des chemins d'accès
5. Le choix de la méthode de jointure

OPTIMISATION - OPTIMISEUR

1. Evaluer les expressions et les conditions

Certaines expressions sont changées si l'expression résultante peut être évaluée plus rapidement.

Exemple :

SELECT * FROM CLIENT WHERE nom IN ('Riou', 'Collin')
→ WHERE nom = 'Riou' or nom = 'Collin'

where salaire > 24000/12 => salaire > 200

OPTIMISATION - OPTIMISEUR

2. Transformer les déclarations SQL

A - *SELECT * FROM employees*

WHERE job_id = 'ST_CLERK' OR department_id = 50;

B - *SELECT * FROM employees*

WHERE job_id = 'ST_CLERK'

UNION – supprime les doublons contrairement à UNION ALL

*SELECT * FROM employees*

WHERE department_id = 50 ;

OPTIMISATION - OPTIMISEUR

3. Le choix de la méthode d'optimisation

RBO (Rule **B**ased **O**ptimiser**)** méthode basée sur 15 règles. Elle ne tient pas en compte des données contenues dans les tables. Est obsolète mais reste disponible pour certaines applications anciennes.

CBO(Cost **B**ased **O**ptimizer**)** méthode basée sur les statistiques (nombres de lignes, nombre de nœuds et feuilles sur les index…) et les chemins d'accès disponibles sur les tables et les index. Le plan d'exécution choisit est celui qui a le coût le plus faible.

OPTIMISATION - OPTIMISEUR

4. Le choix des chemins d'accès

Les chemins d'accès sont les chemins par lesquels les données sont lues dans la base de données. On peut distinguer

- **Full table Scan** (FTS) est un balayage complet de la table
- **Rowid Scan** permet d'accéder au fichier et au block qui contient la ligne. C'est le mode d'accès le plus rapide(accès direct).
- **Index Scan** permet de récupérer les données contenu dans l'index.
- **Cluster Scan** permet de récupérer les données stockées dans une table créés sous forme de cluster d'index.
- **Hash Cluster Scan** permet de récupérer les données stockées dans un hash cluster

OPTIMISATION - OPTIMISEUR

5. Le choix de la méthode de jointure

En fonction du coût, l'optimisateur va choisir la jointure la mieux adaptée.

On peut distinguer les jointures ci-dessous:

- **Nested Loop** : boucle imbriquée
- **Sort Merge Join** :Tri fusion
- **Hash Join** : Jointure par hachage

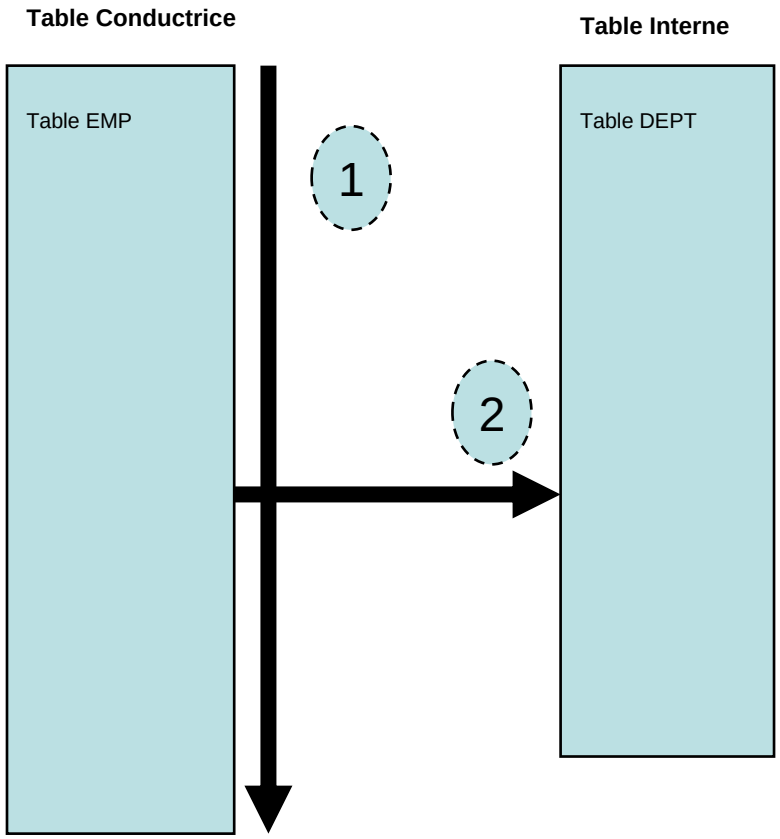
OPTIMISATION – Opérateur

Nested Loop :

La table extérieure est la table conductrice.

1- La boucle externe parcours selon la méthode d'accès la plus adaptée les lignes de la table externe (outer loop).

2 - Pour chaque ligne de la table externe, on recherche toutes les lignes de la table interne (inner loop) à l'aide de la méthode d'accès optimal sur la base du critère de jointure.



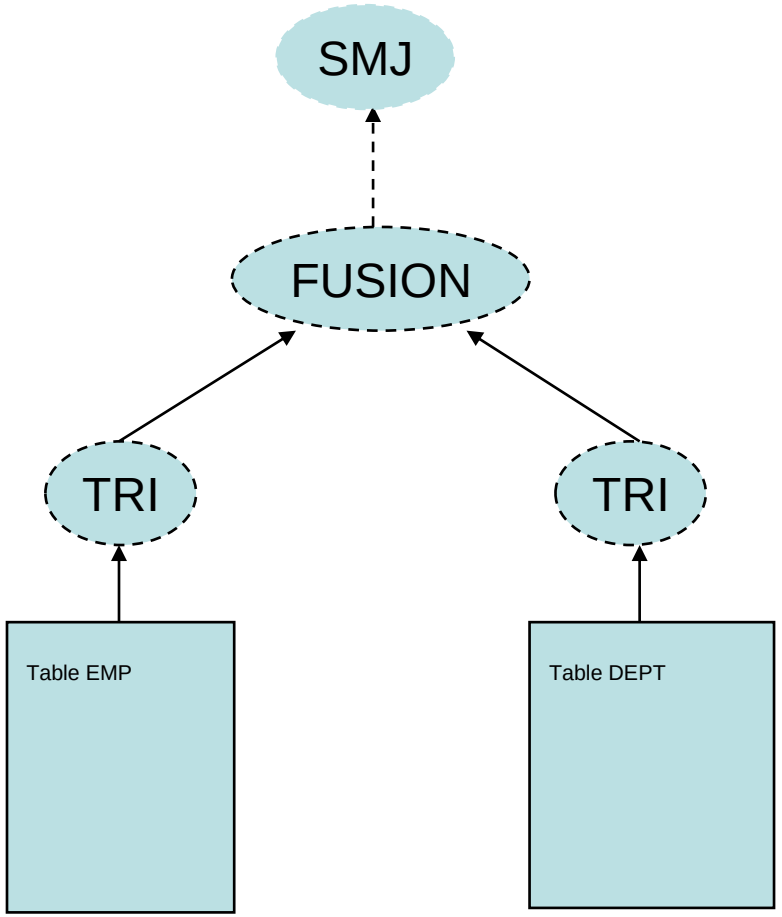
NESTED LOOPS
outer_loop
inner_loop

OPTIMISATION – Opérateur

Sort Merge Join :

Les deux tables sont triées selon le critère de jointure (ici numéro de département).

Les deux listes triées sont fusionnées.



OPTIMISATION – Opérateur

Hash Join :

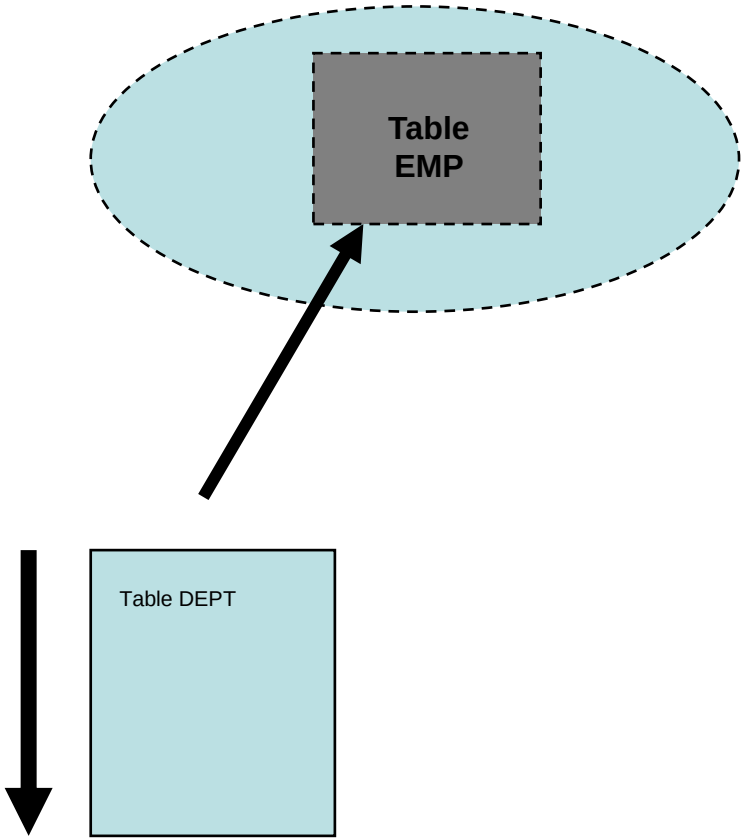
Table EMP est chargée en mémoire cache

Construire la table de hachage de EMP

Parcourir la table DEPT puis appliquer la fonction de hachage pour retrouver les lignes de la table EMP susceptible de joindre avec elle.

Pas de tri !

Jointure avec égalité uniquement



OPTIMISATION – Opérateur

Le choix de la méthode de jointure :

Coût de la Nested Loop :

cost= outer access cost + (inner access cost * outer cardinality)

Coût du Sort Merge Join :

cost= access cost of A + access cost of B +(sort cost of A + sort cost of B)

Coût du Hash Join :

cost= (outer access cost * number of hash partitions of B) + inner access cost

OPTIMISATION

Une fois les étapes de l'optimiseur effectuées (réécriture sql, choix du chemin d'accès…) un plan d'exécution est généré.

Le plan d'exécution regroupe le chemin d'accès utilisé, les opérations physiques ainsi que l'ordre dans lequel ces derniers seront effectués. Toutes ces informations sont sous la forme d'un arbre.

LE PLAN D'EXECUTION

Pour générer un plan d'exécution on exécute les commande ci-dessous

SQL> set timing on
SQL> set autotrace on
SQL> « requête sql »;

Ou

SQL> explain plan for « requête sql »;
SQL> select * from table(dbms_xplan.display());

La derrière option ne donne pas les ressources consommées

LE PLAN D'EXECUTION

Exemple : *set autotrace on;*

*select * from HR.EMPLOYEES where employee_id = 104;*

```
-----------------------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation                    | Name          | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |
-----------------------------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT             |               |     1 |    68 |     1   (0)| 00:00:01 |
|   1 |  TABLE ACCESS BY INDEX ROWID| EMPLOYEES     |     1 |    68 |     1   (0)| 00:00:01 |
|*  2 |   INDEX UNIQUE SCAN          | EMP_EMP_ID_PK |     1 |       |     0   (0)| 00:00:01 |
-----------------------------------------------------------------------------------------
```

Rows : estimation du nombre de lignes retournées

Cost: sans unite; estimation du coût de l'operation.

Balayage de l'index unique → adresse de la ligne → accès direct de la ligne dans la table → retourne la donnée

LE PLAN D'EXECUTION -- optimisation

Ressources consommées : 1ière execution

Statistiques

---

335 recursive calls -- opérations supplémentaires nécessaires pour l'exécution
0 db block gets --
110 consistent gets -- block lus en mémoire
0 physical reads -- block lus sur disque
0 redo size
*1076 bytes sent via SQL*Net to client*
*380 bytes received via SQL*Net from client*
*2 SQL*Net roundtrips to/from client*
5 sorts (memory)
0 sorts (disk)
1 rows processed

LE PLAN D'EXECUTION -- optimisation

Ressources consommées : 2nd execution

Statistiques

---

0 recursive calls
0 db block gets
2 consistent gets
0 physical reads
0 redo size
*1076 bytes sent via SQL*Net to client*
*380 bytes received via SQL*Net from client*
*2 SQL*Net roundtrips to/from client*
0 sorts (memory)
0 sorts (disk)
1 rows processed

OPTIMISATION

Nous avons vu ce que l'optimiseur fait pout nous.

Que devons nous faire pour améliorer les requêtes ?

Mise à jour des statistiques

Création des index

STATISTIQUES

STATISTIQUES

! La méthode d'optimisation CBO (Cost Based Optimizer) qui est la méthode d'optimisation utilisée dans la majeure partie des cas utilise les statistiques → ces statistiques doivent être mises à jour en continue afin que l'optimiseur utilise les statistiques à jour.

Le package DBMS_STATS permet de générer les statistiques indispensables au bon fonctionnement de l'optimiseur.

Statistiques à jour → pan d'exécution optimal

STATISTIQUES

Plusieurs fonctions et vues existantes dans le package DBMS_STATS

- **Afficher les statistiques**

Plusieurs fonctions disponibles (GET_TABLE_STATS, GET_COLUMN_STATS, GET_INDEX_STATS, GET_SYSTEM_STATS); lourdes à utiliser car plusieurs paramètres.

Il existe des vues déjà définies (DBA_TAB_STATISTICS, DBA_IN_STATISTICS, DBA_TAB_COL_STATISTICS)

STATISTIQUES

Exemple : *select table_name, num_rows, blocks, stale_stats from DBA_TAB_STATISTICS where owner = 'HR'*

	TABLE_NAME	NUM_ROWS	BLOCKS	STALE_STATS
1	REGIONS	4	5	NO
2	COUNTRIES	25	(null)	NO
3	LOCATIONS	23	5	NO
4	DEPARTMENTS	27	5	NO
5	JOBS	19	5	NO
6	EMPLOYEES	107	5	NO
7	JOB_HISTORY	10	5	NO

select index_name, table_name, leaf_blocks, distinct_keys,num_rows from DBA_IND_STATISTICS where OWNER = 'HR'

	INDEX_NAME	TABLE_NAME	LEAF_BLOCKS	DISTINCT_KEYS	NUM_ROWS
5	LOC_CITY_IX	LOCATIONS	1	23	23
6	LOC_ID_PK	LOCATIONS	1	23	23
7	DEPT_LOCATION_IX	DEPARTMENTS	1	7	27
8	DEPT_ID_PK	DEPARTMENTS	1	27	27
9	JOB_ID_PK	JOBS	1	19	19
10	EMP_NAME_IX	EMPLOYEES	1	107	107
11	EMP_MANAGER_IX	EMPLOYEES	1	18	106
12	EMP_JOB_IX	EMPLOYEES	1	19	107
13	EMP_DEPARTMENT_IX	EMPLOYEES	1	11	106
14	EMP_EMP_ID_PK	EMPLOYEES	1	107	107

STATISTIQUES

- **Collecter les statistiques** : première utilité du package.

Plusieurs fonctions disponibles; GATHER_SCHEMA_STATS, GATHER_TABLE_STATS, GATHER_INDEX_STATS pour collecter respectivement les statistiques d'un schéma, une table ou encore d'un index.

Exemple : EXEC DBMS_STATS.GATHER_SCHEMA_STATS('HR');

	TABLE_NAME	NUM_ROWS	BLOCKS	STALE_STATS	LAST_ANALYZED
1	REGIONS	4	5	NO	08/01/23
2	COUNTRIES	25	(null)	NO	08/01/23
3	LOCATIONS	23	5	NO	08/01/23
4	DEPARTMENTS	27	5	NO	08/01/23
5	JOBS	19	5	NO	08/01/23
6	EMPLOYEES	107	5	NO	08/01/23
7	JOB_HISTORY	10	5	NO	08/01/23

STATISTIQUES

- **Supprimer les statistiques**

Quelques fonctions disponibles : DELETE_TABLE_STATS , DELETE_INDEX_STATS , DELETE_COLUMN_STATS pour la suppression respective des statistiques d'une table, d'un index et d'une colonne.

Exemple : *EXEC DBMS_STATS.DELETE_TABLE_STATS('HR', 'EMPLOYEES');*

	TABLE_NAME	NUM_ROWS	BLOCKS	STALE_STATS	LAST_ANALYZED
1	REGIONS	4	5	NO	08/01/23
2	COUNTRIES	25	(null)	NO	08/01/23
3	LOCATIONS	23	5	NO	08/01/23
4	DEPARTMENTS	27	5	NO	08/01/23
5	JOBS	19	5	NO	08/01/23
6	EMPLOYEES	(null)	(null)	(null)	(null)
7	JOB_HISTORY	10	5	NO	08/01/23

EXEC DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('HR', 'EMPLOYEES'); pour recollecter les stats

INDEXATION

OPTIMISATION

Considérons la table client ci-dessous :

	PRENOM	NOM	EMAIL	VILLE
1	Flavie	Da costa	f.da.costa@example.com	Pomoy
2	Valentin	Vespasien	valentin@example.com	Buvilly
3	Gustave	Collin	gust@example.com	Marseille
4	Emilien	Camus	emilien@example.com	Toulouse
5	Firmin	Marais	firmin.marais@example.com	Lyon
6	Olivier	Riou	olive.de.lugagnac@example.com	Lugagnac
7	Lucas	Jung	lucas.jung@example.com	Coulgens
8	Maurice	Huet	maurice.villemareuil@example.com	Villemareuil
9	Manon	Durand	m.durand.s.e@example.com	Saint-Etienne
10	Joachim	Leon	joachim@example.com	Longwy-sur-le-Doubs
11	Muriel	Dupuis	muriel@example.com	Paris
12	Christiane	Riou	chritianelesabrets@example.com	Les Abrets
13	Jacinthe	Langlois	jacinthe.langlois@example.com	Lagney
14	Amaury	Payet	amaury@example.com	Avermes

Requête : *SELECT * FROM CLIENT WHERE nom = 'Riou'*

Que se passe t'il?

INDEXATION

Parcours séquentiel de la table

Si la table est volumineuse →

Possibilité de trouver directement l'information → ajout d'un index sur la table

INDEXATION

L’indexation est une technique de structure de données permettant d’extraire efficacement les enregistrements des fichiers de bases de données en fonction de certains attributs sur lesquels l’indexation est faite.

L’index est une notion connue

Exemple : Le sommaire d’un livre est un index.

En SGBD, c’est le même principe; il permet de trouver rapidement un ou plusieurs enregistrements dans une table.

Ce sont des fichiers contenant des pointeurs vers l’information.

INDEXATION

Exemple :

Clé (attribut) de recherche:

* nom du client
* Ville

Opérations :

* Recherche des informations du client ayant le nom Riou
* Liste des clients résidant dans la ville de Fontainebleau

INDEXATION

Syntaxe : ***CREATE INDEX nom_index ON table_name(column1, column2,…)***

La clé d'un index peut avoir jusqu'à 32 colonnes max

CREATE INDEX ix_client ON CLIENT(nom) : créé un index sur la table CLIENT avec pour clé l'attribut « nom ».

Le SGBD se charge de la maintenance des index.

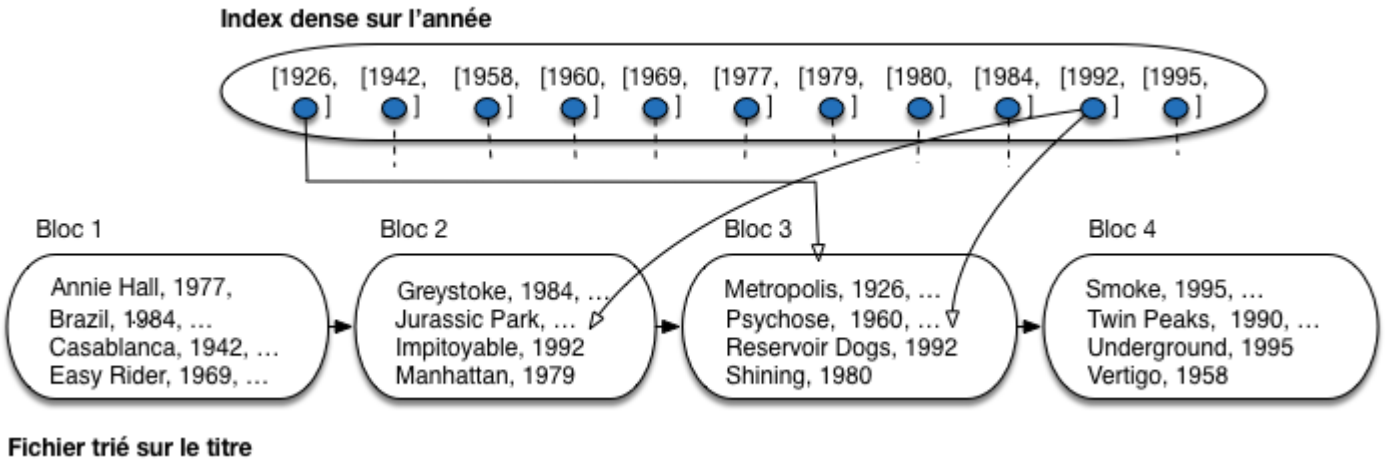
Lors de l'ajout, la mise à jour ou la suppression d'un film dans la table, l'index est mis à jour automatiquement.

INDEXATION – Index dense

Un index dense est un index qui comporte un enrégistrement pour chaque valeur de la clé de tri du fichier indexé.

Temps de recherche très court.

Volumineux

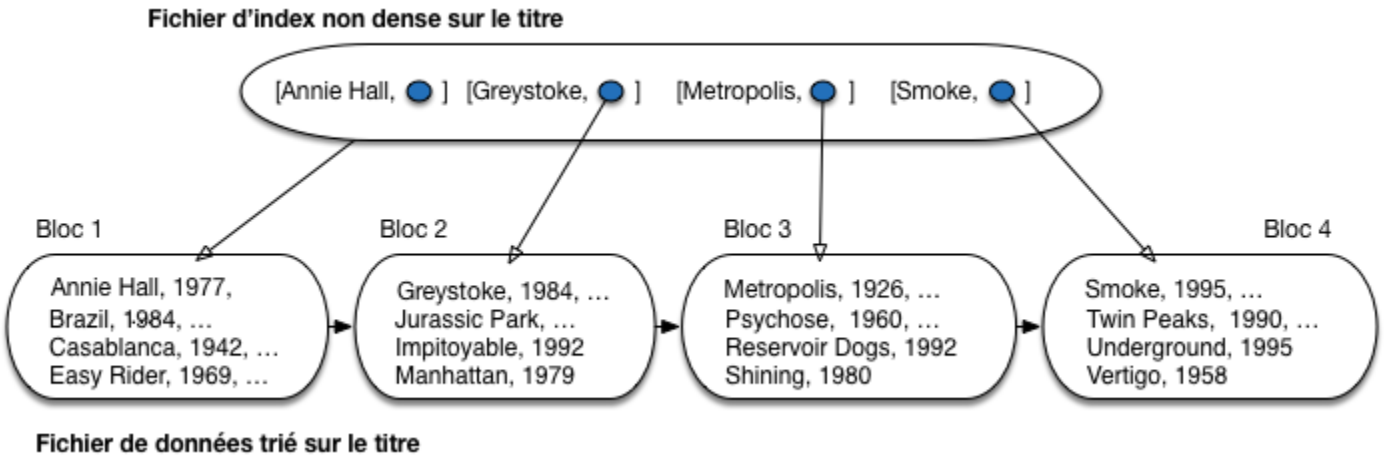


INDEXATION - index non dense

Un index non dense est un index qui contient certaines valeurs de la clé du tri du fichier indexé.

La recherche se fait par plage de valeur

Moins volumineux



INDEXATION – B-Tree

B-Tree pour Balanced Tree

Structure arborescente constituée de plusieurs niveaux

l’indexation se fait au niveau bloc (et non au niveau d’un fichier)

Le niveau le plus bas est l ’index dense sur le fichier de données.

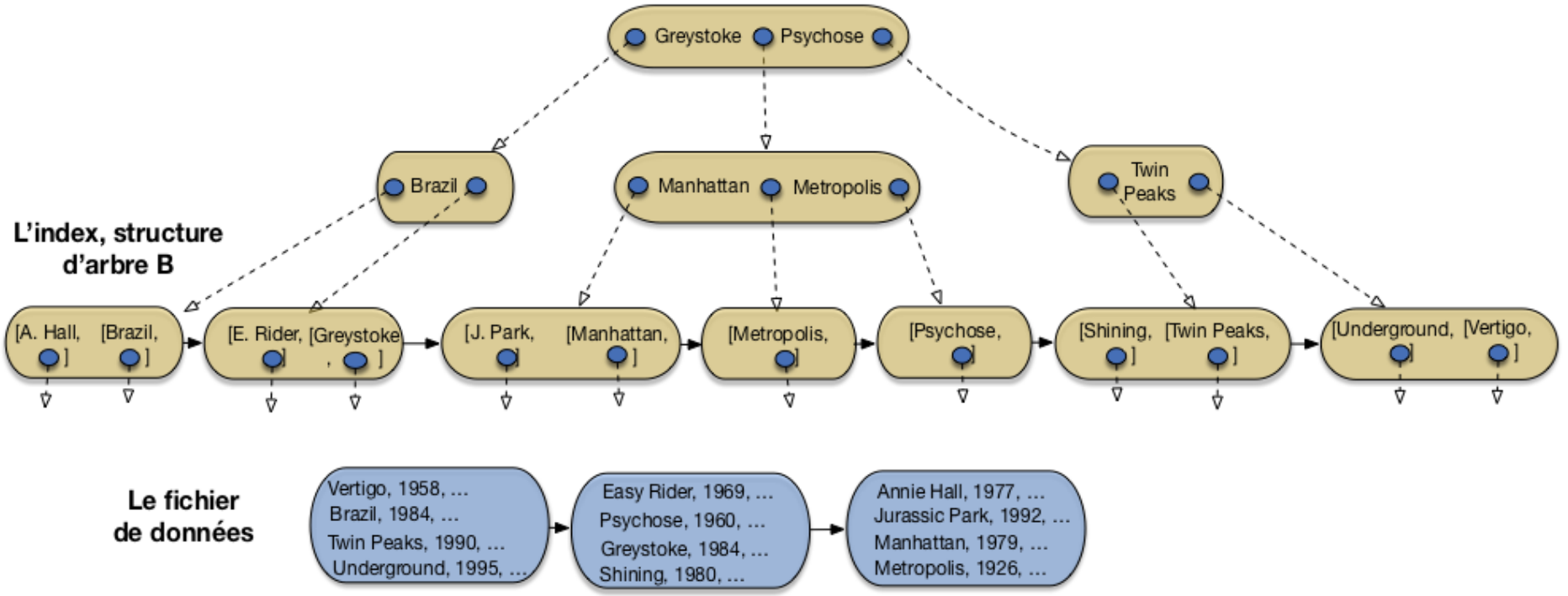
INDEXATION

Considérons la collection de films suivant

Titre	Année	(autres colonnes)
Vertigo	1958	…
Brazil	1984	…
Twin Peaks	1990	…
Underground	1995	…
Easy Rider	1969	…
Psychose	1960	…
Greystoke	1984	…
Shining	1980	…
Annie Hall	1977	…
Jurassic Park	1992	…
Metropolis	1926	…
Manhattan	1979	…
Reservoir Dogs	1992	…
Impitoyable	1992	…
Casablanca	1942	…
Smoke	1995	…

INDEXATION – B-Tree

Exemple : index B-Tree de la collection de film précédent avec 4 entrées d'index max par bloc



Indexation – B-Tree

Comment est utilisé l'index ?

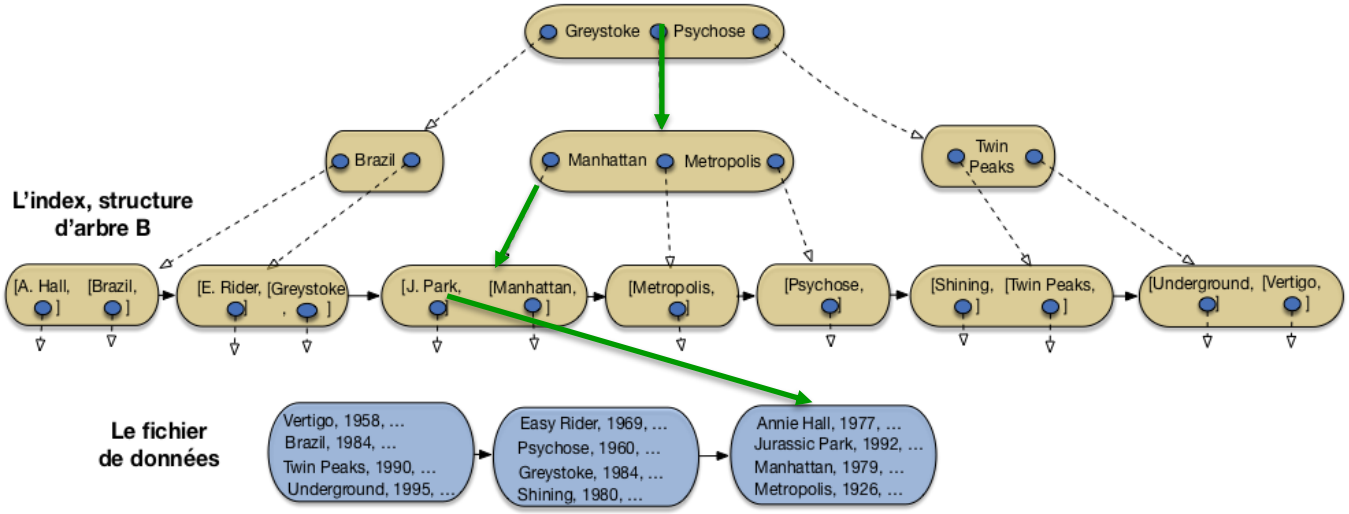
Select * from Film where titre ='Jurassic Park'

Sans index : parcours du fichier entier → lecture de 9 films inutile

Avec l'index

3 lectures (index)

1 lecture fichier



INDEXATION B-Tree

Syntaxe : ***CREATE INDEX nom_index ON table_name(column1, column2,…)***

La clé d'un index peut avoir jusqu'à 32 colonnes max

CREATE INDEX filmTitre ON Film(Titre) : créé un index sur la table Film avec pour clé l'attribut « Titre ».

Le SGBD se charge de la maintenance des index.

Lors de l'ajout, la mise à jour ou la suppression d'un film dans la table, l'index est mis à jour automatiquement.

INDEXATION B-Tree

- Toutes les feuilles sont à la même profondeur => temps de recherche est toujours le même
- La recherche s'effectue par une traversée en profondeur (de la racine vers les feuilles).
- L'arbre est toujours équilibré
- Systématique utilisé par les SGBD car a de très bonne performance.

INDEXATION Bitmap

Index qui transforme les données en bit (1 ou 0) avant de les stocker.

Performant pour indexer les colonnes avec une faible cardinalité.

Exemple : colonne genre (femme, homme, autre)

Syntaxe :

*CREATE **BITMAP** INDEX index_name ON table_name(key);*

¨Par défaut, Oracle créé un index B-TREE.

INDEXATION Bitmap

Considérons la table produit ci_dessous

N-PROD	COULEUR	TAILLE	PRIX
1	BLANC	PETIT	100
2	BLANC	MOYEN	200
3	BLANC	GRAND	300
4	BLEU	PETIT	100
5	BLEU	MOYEN	200
6	BLEU	GRAND	300
7	NOIR	PETIT	100
8	NOIR	MOYEN	200
9	NOIR	GRAND	300
10	JAUNE	PETIT	100
11	JAUNE	MOYEN	200
12	JAUNE	GRAND	300
13	BLANC	PETIT	100
14	BLANC	MOYEN	200
15	BLANC	GRAND	300

INDEXATION Bitmap

CREATE BITMAP INDEX idx_bp_couleur ON produit(counleur)

CREATE BITMAP INDEX idx_bp_taille ON produit(Taille)

--- idx_bp_ taille

Rowid 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Petit 1 0 0 1

Moyen 0 1 0

Grand 0 0 1

--- idx_bp_ couleur

Rowid 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Blanc 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

Bleu

Considérons la table produit ci_dessous

N-PROD	COULEUR	TAILLE	PRIX
1	BLANC	PETIT	100
2	BLANC	MOYEN	200
3	BLANC	GRAND	300
4	BLEU	PETIT	100
5	BLEU	MOYEN	200
6	BLEU	GRAND	300
7	NOIR	PETIT	100
8	NOIR	MOYEN	200
9	NOIR	GRAND	300
10	JAUNE	PETIT	100
11	JAUNE	MOYEN	200
12	JAUNE	GRAND	300
13	BLANC	PETIT	100
14	BLANC	MOYEN	200
15	BLANC	GRAND	300

INDEXATION Bitmap

select * from produit

where couleur = 'BLANC' and taille = 'PETIT';

(‘BLANC’ = 1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1)

AND

(‘PETIT’ = 1,0,0,1,0,0,1,0,0,1,0,0,1,0,0)

1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,**1**,0,0

INDEXATION Bitmap

⇒ Performant pour les colonnes à faible cardinalité (très peu de valeurs distinctes)

⇒ À chaque ligne est associée une valeur booléenne : true ou false

⇒ Performant sur la combinaison de critères (and, or)

⇒ Peu volumineux

INDEXATION – Index unique

Un index peut être unique ou non unique. Le mot clé UNIQUE le rend unique.

Syntaxe : *CREATE **UNIQUE** INDEX index_name ON table_name(column1, column2…)*

La creation d'un index unique empêche d'avoir des doublons dans la (les) colonne(s) clé(s)

Exemple : CREATE UNIQUE INDEX ix_Film_Titre ON Film(Titre) → on ne peut pas avoir deux films ayant le même titre dans la table Film

INDEXATION – Index unique

NB : lorsque qu'une clé primaire est créée sur une table, Oracle créé automatique un index UNIQUE sur la clé primaire.

De même lorsqu'une contrainte d'unicité est ajoutée sur un attribut de la table, un index unique est créé sur cet attribut.

INDEXATION – Index basé sur une fonction

La clé de l'index est le résultat d'une fonction appliquée sur un ou plusieurs attributs.

Syntaxe : *CREATE INDEX index_name ON table_name(expression);*

Expression : function(column)

Exemple : CREATE INDEX ix_Film ON film(LOWER(Titre));
CREATE INDEX ix_Emp ON Employe(salaire+commission)

INDEXATION

INDEX CONCATENE ; index sur plusieurs colonnes

create index I_emp_ename_job on emp (ename, job);

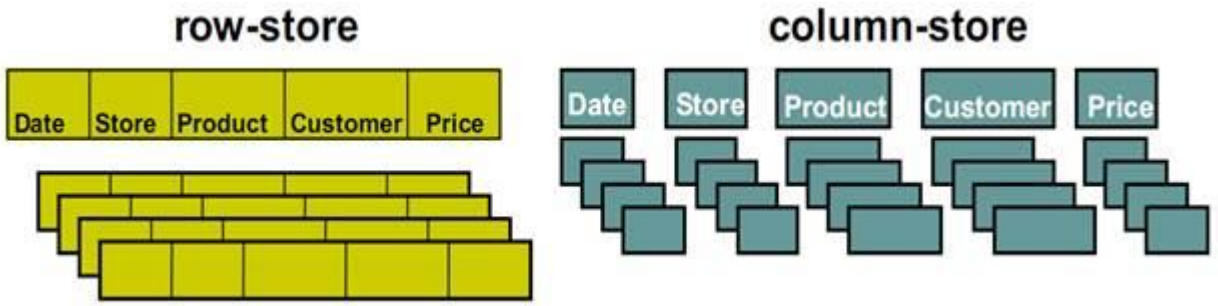
32 colonnes max.

La clause where doit porter sur (ename) ou (ename, job) pour que l'index soit utilisé

L'index ne sera pas sera utilisé si la where clause porte sur Job ou sur (job, ename)

INDEXATION - COLUMNSTORE

Structure qui stocke les données en colonne.



- Compression optimale
- Reduction I/O

INDEXATION

Index créé de façon implicite

- Primary key : index dense (cluster)
- Contrainte unicité :

OPTIMISATION

Exemple d'optimisation

```
SQL>  select * from TestData where name='MAG500';


-------------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation          | Name     | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |
-------------------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT   |          |     1 |    19 |    13   (8)| 00:00:01 |
|*  1 |  TABLE ACCESS FULL| TESTDATA |     1 |    19 |    13   (8)| 00:00:01 |
-------------------------------------------------------------------------------

Predicate Information (identified by operation id):
---------------------------------------------------

   1 - filter("NAME"='MAG500')
```

Exemple d'optimisation

```
SQL>  select * from TestData where name='MAG500';


Statistiques
----------------------------------------------------------
          0  recursive calls
          0  db block gets
         40  consistent gets
          0  physical reads
          0  redo size
        540  bytes sent via SQL*Net to client
        380  bytes received via SQL*Net from client
          2  SQL*Net roundtrips to/from client
          0  sorts (memory)
          0  sorts (disk)
          1  rows processed
```

Exemple d'optimisation

On créé un index non unique sur la colonne name

```
SQL > create index IX_TestData on TestData(name)
```

On collecte les statistiques.

```
EXEC DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('SYSTEM','TESTDATA');
```

Exemple d'optimisation

```
SQL>  select * from TestData where name='MAG500';

-------------------------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation                    | Name        | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |
-------------------------------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT             |             |     1 |    19 |     2   (0)| 00:00:01 |
|   1 |  TABLE ACCESS BY INDEX ROWID| TESTDATA    |     1 |    19 |     2   (0)| 00:00:01 |
|*  2 |   INDEX RANGE SCAN           | IX_TESTDATA |     1 |       |     1   (0)| 00:00:01 |
-------------------------------------------------------------------------------------------

Predicate Information (identified by operation id):
---------------------------------------------------

   2 - access("NAME"='MAG500')
```

Exemple d'optimisation

```
Statistiques
----------------------------------------------------------
          0  recursive calls
          0  db block gets
          4  consistent gets
          0  physical reads
          0  redo size
        540  bytes sent via SQL*Net to client
        380  bytes received via SQL*Net from client
          2  SQL*Net roundtrips to/from client
          0  sorts (memory)
          0  sorts (disk)
          1  rows processed
```

HINT

Il est possible de proposer à l'optimiseur CBO des recommandations pour le choix d'un index ou d'un algorithme de jointure. Notamment lorsque vous maitrisez bien la donnée et la structure de la base est bien connue.

HINT vous permet de faire ces recommandations.

HINTS for Join Operations

- USE_NL
- USE_MERGE
- USE_HASH

HINT

SQL> select ename, dname from emp natural join dept ;

```
-------------------------------------------------------------------------------------------

| Id  | Operation                    | Name         | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |

-------------------------------------------------------------------------------------------

|   0 | SELECT STATEMENT             |              |    14 |   308 |     3   (0)| 00:00:01 |
|   1 |  NESTED LOOPS                |              |    14 |   308 |     3   (0)| 00:00:01 |
|   2 |   TABLE ACCESS FULL          | EMP          |    14 |   126 |     2   (0)| 00:00:01 |
|   3 |   TABLE ACCESS BY INDEX ROWID| DEPT         |     1 |    13 |     1   (0)| 00:00:01 |
|*  4 |    INDEX UNIQUE SCAN         | SYS_C004637 |     1 |       |     0   (0)| 00:00:01 |

-------------------------------------------------------------------------------
```

HINT

```
SQL> select /*+ USE_MERGE (emp dept) */ ename, dname from
   emp natural join dept;
```

```
-------------------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation                    | Name       | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |
-------------------------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT             |            |    14 |   308 |     5  (20)| 00:00:01 |
|   1 |  MERGE JOIN                  |            |    14 |   308 |     5  (20)| 00:00:01 |
|   2 |   TABLE ACCESS BY INDEX ROWID| DEPT       |     4 |    52 |     2   (0)| 00:00:01 |
|   3 |    INDEX FULL SCAN           | SYS_C004637|     4 |       |     1   (0)| 00:00:01 |
|*  4 |   SORT JOIN                  |            |    14 |   126 |     3  (34)| 00:00:01 |
|   5 |    TABLE ACCESS FULL         | EMP        |    14 |   126 |     2   (0)| 00:00:01 |
-------------------------------------------------------------------------------------
```

IUT Sénart / Fontainebleau

Fin

- Bitmap Index vs. B-tree Index: Which and When? (oracle.com)
- Les index B-tree (dba-expert.fr)