

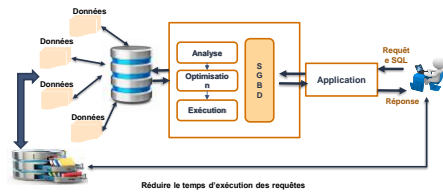
Administration des Bases de données

6

Structures d'optimisation des requêtes

L'index Bitmap

Problématique



Problématique

- Un des objectifs des bases de données est de restituer l'information dans des délais acceptables.
- D'où trouver la meilleure façon d'accéder et de traiter les données afin de répondre le plus rapidement possible à la requête: ceci passe par l'évaluation de la requête :
- L'exécution d'une requête nécessite:
 - ▷ Le transfert de données de la mémoire stable MS (disques) vers la mémoire centrale MC
 - ▷ Le traitement en MC
 - ▷ Écriture si MAJ en MS

Problématique

- L'optimisation consiste à réduire au maximum le volume de ces transferts
- Pour cela, le SGBD dispose d'un module d'évaluation de questions qui permet de choisir la meilleure stratégie possible d'exécution d'une expression relationnelle.
- Plusieurs structures d'optimisation existent:
 - ▷ Les structure d'indexation
 - ▷ Btree
 - ▷ Bitmap
 - ▷ Bitmap de jointure
 - ▷ La fragmentation
 - ▷ Les vues matérialisées

Les techniques d'indexation

- Les index sont des fichiers qui contiennent les paires [attribut(s) d'accès → numéro page]
- Structure permettant d'associer à une clé d'un tuple l'adresse physique correspondante
- Un index primaire est construit sur la clé primaire d'une relation
- Un index secondaire est construit sur un attribut quelconque d'une relation

7

Les choix d'oracle

- Par défaut l'index est un arbre B
 - Dès qu'on utilise une commande PRIMARY KEY, Oracle crée un arbre B sur la clé primaire
 - Arbre est stocké dans un segment d'index
 - L'index B arbre est généralement définie sur les attribut ayant plusieurs valeurs distinctes
 - Cependant, dans la clause where d'une requête SQL on utilise d'autres attributs

8

Index Bitmap

- Un index bitmap est organisé sous la forme d'un tableau de bits, très pratique pour des opérations booléennes.
 - tableau qui contient autant de colonnes que de valeurs possibles de la clé, et autant de lignes que la relation à indexer.
 - chaque case (x, y) contient un bit qui indique si la ligne x a la valeur de clé y ; la ligne ne comporte que des 0 si la valeur de la clé vaut null

RoID	SSI	IV	SII
113	1	0	0
223	0	1	0
254	1	0	0
300	0	0	0
320	0	0	1

Index bitmap

RoID	Matricule	Nom	spécialité
113	1	Slimani	SSI
223	2	Mahmoudi	IV
254	3	Benomar	SSI
300	4	Kraimia	null
320	5	Siamal	SII

Table étudiant

9

Principe de l'index Bitmap

Soit un attribut A, ayant prenant n valeurs possibles (V1, ..., Vn)

Création d'un index bitmap sur l'attribut A:

- On crée n tableaux de n bits, un pour chaque valeur vi
- Le tableau contient un bit pour chaque tuple t
- Le bit d'un tuple t est à 1 si t.A=vi, à 0 sinon

Création d'un index bitmap

```
CREATE BITMAP INDEX nom_index
ON Nom_TABLE.Nom_attribut
```

10

La taille de l'index Bitmap

Taille de l'index définit sur un attribut A de la table T

$|index| = (|DIST(A)| + RID) * ||T||$

- DIST (A): représente la cardinalité de l'attribut A
- ||T||: le nombre de ligne de la table T
- RID: la taille du RID

La taille de l'index devient très élevée dans le cas ou l'attribut a plusieurs valeurs distincts ou bien lorsque la taille de la table est très importante

- Le SGBD utilise des technique de compression pour réduire la taille de l'index

11

Plan d'exécution

Création de l'index

```
CREATE BITMAP INDEX members_gender_i
ON members(gender);
```

Plan d'exécution

```
EXPLAIN PLAN FOR
SELECT * FROM members WHERE gender = 'F';
```

```
SELECT PLAN_TABLE_OUTPUT
FROM TABLE(DBMS_XPLAN.DISPLAY());
```

12

Plan d'exécution d'une requête

EXPLAIN PLAN FOR SELECT * FROM members WHERE gender = 'F';
Plan hash value: 173331767

ID	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		509	1208K	3 (0)	00:00:01
1	TABLE ACCESS BY INDEX ROWID BATCHED: MEMBERS		509	1208K	3 (0)	00:00:01
2	BITMAP CONVERSION TO ROWIDS		1	1	1	1
3	BITMAP INDEX SINGLE VALUE	MEMBERS_GENDER_1				

Predicate Information (identified by operation 3):

3 - access("GENDER"='F')

Note

- dynamic statistics used: dynamic sampling (level=2)

3: Le système a utilisé l'index
2: Le système a converti ce qu'il a trouvé comme 1 en ROWID
1: accéder à la table MEMBERS en utilisant les ROWID
0: Répondre à la requête SELECT *

13

Exemple d'utilisation de l'index Bitmap

Soit la table Etudiant (Matricule, Nom, Prénom, Spécialité)

Nombre d'étudiants de la spécialité SSI

➤ Select count(*) FROM etudiant WHERE Spécialité = 'SSI'

CREATE BITMAP INDEX
Spécialité_ib_index
ON Etudiant.Spécialité

RowID	SSI	IV
113	1	0
223	0	1
254	1	0
300	0	0
320	0	0

➤ On compte le nombre de 1 dans le vecteur SSI

14

Exemple d'utilisation de l'index Bitmap

Nombre d'étudiants de la spécialité SSI

➤ Select count(*) FROM Etudiant WHERE Spécialité = 'SSI' OR Spécialité= 'SII'

RowID	SSI	IV	SII
113	1	0	0
223	0	1	0
254	1	0	0
300	0	0	0
320	0	0	1

➤ On compte le nombre de 1 dans le tableau SSI et SII

15

Exemple 2: Utilisation de l'index Bitmap

Exemple: `Select * From Enseignant where Grade = 'Prof'`

Syntaxe de création de l'index

CREATE BITMAP INDEX Grade_ib_index
ON Enseignant.Grade

Important:

- ↳ Lorsque le system (OS) stocke les données dans la mémoire secondaire, il envoie à l'ASGBD l'adresse physique de l'enregistrement
- ↳ L'ASGBD stocke cette adresse dans la colonne RowID
- ↳ Il s'agit numéro convertible en adresse physique

Enseignant			
ROWID(RID)	ID_ENS	Nom	Grade
00076:000:0123	1	Kadi	Prof
00123:045:8954	2	Melyani	MCA
03458:020:6543	3	Rahti	Prof
12065:213:1003	4	Slimani	MCB
16065:654:1234	5	Fertoul	MCB
23876:020:344	6	Berzeg	MAA

16

Utilisation de l'index Bitmap

Exemple:

Enseignant			
ROWID(RID)	ID_ENS	Nom	Grade
00076:000:0123	1	Kadi	Prof
00123:045:8954	2	Melyani	MCA
03458:020:6543	3	Rahti	Prof
12065:213:1003	4	Slimani	MCB
16065:654:1234	5	Fertoul	MCB
23876:020:344	6	Berzeg	MAA



Index Bitmap				
ROWID(RID)	Prof	MCA	MCB	MAA
00076:000:0123	1	0	0	0
00123:045:8954	0	1	0	0
03458:020:6543	1	0	0	0
12065:213:1003	0	0	1	0
16065:654:1234	0	0	1	0
23876:020:344	0	1	0	0

17

Utilisation de l'index Bitmap

Soit la requête : `Select * From Enseignant where Grade = 'Prof'`

- ↳ **Exécution de la requête sans index :** le système charge toute la table Enseignant
- ↳ **Exécution de la requête avec l'index:** le système
 - ↳ Charge l'index en RAM
 - ↳ Comme la restriction est définie sur grade = Prof, il se positionne sur la colonne Prof
 - ↳ seules les RowID des TupleS ayant la valeur 1 dans la colonne prof seront récupérés
 - ↳ Une fois récupérer les adresses physiques, il les envoient à l'OS pour récupérer les enregistrements des ces RowID

18

Exemple

■ Table Enseignant: un index bitmap est défini sur l'attribut Grade

Table enseignants

ROWID(RID)	ID_ENS	Nom	Grade
00076:000:0123	1	Kadi	Prof
00123:045:8954	2	Melyani	MCA
03458:020:8543	3	Riahi	Prof
12065:213:1003	4	Slimani	MCB
16065:654:1234	5	Fetoul	MCB
23876:020:344	6	Berzeg	MAA

Index binaire sur l'attribut grade

ROWID(RID)	Prof	MCA	MCB	MAA
00076:000:0123	1	0	0	0
00123:045:8954	0	1	0	0
03458:020:6543	1	0	0	0
12065:213:1003	0	0	1	0
16065:654:1234	0	0	1	0
23876:020:344	0	0	0	1

19

Utilisation de l'index Bitmap

Exemple: soit la requête R:

SELECT *

From Enseignant

WHERE Grade = 'MCB' **OR** grade = 'MCA'

```
SELECT *
FROM Enseignant
WHERE Grade IN ('MCB', 'MCA')
```

ROWID(ROW)	Prof	MCA	MCB	MCA	MCB	MCA	MCB	MCB	MCB	ROWID(ROW)	ID_ENS	Nom	Grade
00076:000:0123			0	0	0	0	0	0	0	00076:000:0123	1	Kadi	Prof
00123:045:8954		1	0			0	1	1	1	00123:045:8954	2	Malyane	MCA
03458:020:6543	1	0	0	0	0	0	0	0	0	03458:020:6543	3	Rahni	Prof
12065:213:1003	0	0	0	1	0	1	0	1	0	12065:213:1003	4	Simani	MCB
16065:654:1234	0	0	0	1	0	1	0	1	0	16065:654:1234	5	Fentoul	MCB
23876:020:344	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23876:020:344	6	Bezneg	MAA

11

Utilisation de l'index Bitmap

Exemple: soit la requête R:

```
SELECT count (*)
```

From Enseignant

WHERE Grade = 'MCB' **OR** grade = 'MCA'

```
SELECT count (*)
From Enseignant
WHERE Grade IN ('MCB', 'MCA')
```

ROWID(ROW)	Prof	MCA	MCB	MCA	MCB	MCA	MCA
00076:000:0123	1	0	0	0	0	0	0
00123:045:8954	0	1	0	0	0	1	1
03458:029:65:43	1	0	0	0	0	0	0
12065:213:1003	0	0	1	0	1	0	0
16065:654:1234	0	0	1	0	1	0	1
23876:029:344	0	1	0	0	0	0	0

21

Index BITMAP

- Ce type d'index permet d'optimiser les requête de sélection
 - La sélection est enfaite précalculer lors de la création de l'index
- Index bitmap permet d'optimiser les opération de comparaison
- Les index bitmap est intéressant pour les requêtes de types select count(*)
 - Le système pourra dans ce cas répondre à la requête en chargeons uniquement l'index

21

Exercice de TD

Exercice 1

- Soit une base de données composée de trois tables Client, Produit et Ventes. La table Ventes contient les clés étrangères des deux autres table en plus de la quantité vendu et le prix unitaire de la vente.

Ventes			
CID	OID	Qnt	Prix ventes
618	106	5	25
618	104	50	50
518	104	5	10
418	105	2	14
212	106	4	14
111	101	5	20
212	101	5	100
313	102	3	200
418	102	20	100
518	102	2	100
515	103	4	17
212	103	5	45
111	105	89	44
212	104	8	40
518	104	7	20
618	104	5	20
212	105	2	10
212	105	2	10
212	106	4	18
313	105	4	19
313	108	6	15

Client				
CID	Nom	Ville	Age	Genre
618	Ghilles	Alger	26	M
515	Mohamed	Bida	15	M
414	Salma	Tipaza	55	F
313	Karima	Tipaza	76	F
212	Ali	Alger	88	M
111	Yasmine	Alger	30	F

Produit		
PID	Nom	Type
106	Sonoffore	Alger
105	Clarins	Bida
104	Webcam	Tipaza
103	Barbie	Tipaza
102	Engrais	Alger
101	Slimform	Alger

24

Exercice 1

Soient les requêtes suivantes :

R1 : SELECT Nom FROM Client WHERE Ville = 'Alger' ;

R2 : SELECT * FROM Client WHERE genre = 'M'

R3 : SELECT * FROM Client WHERE Genre = 'M' or Ville = 'Alger'

1. Donner le résultat d'exécution de chaque requêtes

a) La requête R1

Client				
CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Ghilles	Alger	26	M
515	Mohamed	Blida	15	M
414	Salma	Tipaza	55	F
313	Karima	Tipaza	76	F
212	Ali	Alger	88	M
111	Yasmine	Alger	30	F

Nom
Ghilles
Ali
Yasmine

25

Exercice 1

Soient les requêtes suivantes :

R1 : SELECT Nom FROM Client WHERE Ville = 'Alger' ;

R2 : SELECT * FROM Client WHERE genre = 'M'

R3 : SELECT * FROM Client WHERE Genre = 'M' or Ville = 'Alger'

1. Donner le résultat d'exécution de chaque requêtes

a) La requête R2

Client				
CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Ghilles	Alger	26	M
515	Mohamed	Blida	15	M
414	Salma	Tipaza	55	F
313	Karima	Tipaza	76	F
212	Ali	Alger	88	M
111	Yasmine	Alger	30	F

Client				
CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Ghilles	Alger	26	M
515	Mohamed	Blida	15	M
212	Ali	Alger	88	M

26

Exercice 1

2. Donner la requête permettant de créer un index bitmap pour optimiser la requête R1

R1 : SELECT Nom FROM Client WHERE Ville = 'Alger' ;

Il s'agit de créer un index Bitmap sur l'attribut Ville de la table Client

Syntaxe:

```
CREATE BITMAP INDEX Index_ville
ON Client(Ville);
```

27

Exercice 1

3. Donner la requête permettant de créer un index Bitmap pour optimiser la requête R2

R2 : SELECT * FROM Client WHERE genre = 'M'

Il s'agit de créer un index Bitmap sur l'attribut Ville de la table Client

Syntaxe:

CREATE BITMAP INDEX Index_genre

ON Client(genre);

28

Exercice 1

4. Dessiner les deux index et montrer l'utilisation de cet index afin de trouver le même résultat des deux requêtes

CREATE BITMAP INDEX Index_ville ON Client(Ville);

Client				
CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Ghilles	Alger	26	M
515	Mohamed	Blida	15	M
414	Salma	Tipaza	55	F
313	Karima	Tipaza	76	F
212	Ali	Alger	88	M
111	Yasmine	Alger	30	F

Index_ville			
RID	Alger	Blida	Tipaza
616	1	0	0
515	0	1	0
414	0	0	1
313	0	0	1
212	1	0	0
111	1	0	0

La taille de l'index: (3+ RID) * 6 = Bits

29

Exercice 1

4. Dessiner les deux index et montrer l'utilisation de cet index afin de trouver le même résultat des deux requêtes

CREATE BITMAP INDEX Index_genre ON Client(genre);

Client				
CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Ghilles	Alger	26	M
515	Mohamed	Blida	15	M
414	Salma	Tipaza	55	F
313	Karima	Tipaza	76	F
212	Ali	Alger	88	M
111	Yasmine	Alger	30	F

Index_genre		
Rid	M	F
616	1	0
515	1	0
414	0	1
313	0	1
212	1	0
111	0	1

La taille de l'index: (2+ RID) * 6 = ... Bits

Charger l'index en RAM

30

Exercice 1

5. Comment peut-on exploiter les deux index pour répondre à la requête R3

- Charger les deux indexes
- Effectuer un OR logique entre la colonne Alger et la colonne M
- Récupérer les RID
- Chercher les CID dans la table Client qui correspondent aux lignes dont résultat = 1

Index_ville				OR	Index_genre			=	Client					
CID	Alger	Blida	Tipaza		CID	M	F		CID	Nom	Ville	Age	Genre	
616	1	0	0		616	1	0		616	Chilles	Alger	26	M	
515	0	1	0		515	1	0		515	Mohamed	Blida	15	M	
414	0	0	1		414	0	1		414	Salma	Tipaza	55	F	
313	0	0	1		313	0	1		313	Karima	Tipaza	75	F	
212	1	0	0	212	1	0	212	Ali	Alger	85	M			
111	1	0	0	111	0	1	111	Yasmine	Alger	30	F			

L'index de jointure BITMAP

Index de jointure

- Pré-calculé une opération de jointure
- Utilisée avec les tables liées avec des clés étrangères avec plusieurs tables
- Maintient des relation entre une clés étrangères avec les clés primaires
- Exemple

Index de jointure

Exemple : Trouver le montant de ventes des article de type Electroménager

Index de jointure		
Id-SigneVente	Id-SigneClient	Id-SigneArticle
V1	C1	A1
V2	C2	A2
V3	C3	A1
V4	C1	A1

Table client

Id-Signe	CodeClient	Ville
C1	1	Bleda
C2	2	Boumerdes
C3	3	Bleda
C4	4	Alger

Table article

Id-Signe	NumArticle	catégorie
A1	10	electroménager
A2	20	Electroménager
A3	30	Electroménager
A4	40	Made

N°signe	CodeClient	NumArticle	DateVente	Montant
V1	1	10	18-12-2021	1000
V2	2	20	14-03-2017	2000
V3	3	10	12-03-2017	5000
V4	1	10	1-04-2016	3000

34

- Charger la table Article
- Récupérer le résultat de la sélection : A1, A2, A3
- Charger l'index , et récupérer les RID qui correspondent à ces valeurs
- Le système envoi ces RID à l'OS, pour récupérer les montant
- Puis calculer la somme

35

L'index de jointure Bitmap

- Il permet d'optimiser les jointures
- Il est utilisable si les jointures se fond sur les clés étrangères

Création de l'index Bitmap de jointure

```
CREATE BITMAP INDEX nom_index
ON Table2( table1.att3)
FROM table2, table1
WHERE table1.att= table2.att2
```

Sachant que att2 est une clé étrangère → att

36

Exemple d'un index Bitmap de Jointure

Exemple
Client(CodeClient, Ville)
Article(CodeArticle, catégorie)
Vente (CodeClient, CodeArticle, date, Montant)

Exemple de création de l'index

```
CREATE BITMAP INDEX ventes_bji
ON Ventes (Client,Ville)
FROM Ventes, Client
WHERE Ventes.CodeClient= Client.codeClient;
```

37

Index Bitmap de jointure

Client		
N°ligne	CodeClient	Ville
C1	1	Blida
C2	2	Boumerdes
C3	3	Blida
C4	4	Alger

```
SELECT count(*)
FROM Ventes V, Client C
WHERE V.CID= C.CID AND C.ville ='Blida'
```

```
CREATE BITMAP INDEX ventes_bji
ON Ventes (Client,Ville)
FROM Ventes, Client
WHERE Ventes.CodeClient= Client.codeClient;
```

Ventes				
N°ligne	CodeClient	Numarticle	DateVente	Montant
V1	1	10	18-12-2021	1000
V2	2	20	14-03-2017	2000
V3	3	10	12-03-2017	5000
V4	1	10	1-04-2016	3000

Index		
Alger	Blida	Boumerdes
0	1	0
0	0	1
0	1	0
0	1	0

38

L'utilisation de l'index Bitmap de jointure

```
SELECT count (*) FROM ventes, v Client c WHERE c.Ville = 'Blida' AND c.CodeClient= v.CodeClient
```

N°ligne	CodeClient	Ville
C1	1	Blida
C2	2	Boumerdes
C3	3	Blida
C4	4	Alger

N°ligne/Vente	Blida	Boumerdes	Alger
V1	1	0	0
V2	0	1	0
V3	1	0	0
V4	0	0	1

N°ligne	CodeClient	Numarticle	DateVente	Montant
V1	1	10	18-12-2021	1000
V2	2	20	14-03-2017	2000
V3	3	10	12-03-2017	5000
V4	1	10	1-04-2016	3000

Lire dans le bitmap la colonne P
Compter le nombre de 1
→ Pas de lecture dans la table ventes

39

■ Deux opérations

- Lire dans le bitmap la colonne P
 - Compter le nombre de 1
- pas de lecture de la table Ventes



Exercice de TD

Exercice 1

■ Soit la requête R4 : **SELECT** Count (*)
FROM Client, Ventes
WHERE Client.CID= VENTES.CID **AND** CLIENT.VILLE ≠'Alger'

6. Donner le résultat de la requête

Client				
CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Chahes	Alger	25	M
515	Mohamed	Blida	15	M
414	Salma	Tipaza	55	F
313	Karima	Tipaza	76	F
212	Ali	Alger	68	M
111	Yasmine	Alger	30	F

Ventes			
CID	CID	Qte	Prix ventes
616	106	5	20
616	104	10	50
515	104	5	10
414	105	2	14
212	106	4	14
111	101	5	10
212	101	1	100
313	102	3	200
414	102	22	100
616	102	2	100
616	102	4	17
212	103	4	45
111	105	69	44
212	104	6	40
616	104	1	20
212	105	2	10
212	105	2	10
212	106	4	16
313	105	4	16
313	106	6	16

→ 12 Enregistrements



Exercice 1

7. Donner la requête permettant de créer un index de jointure bitmap pour optimiser la requête R4

```
CREATE BITMAP INDEX Index_vente_ville_ijk
ON VENTES( C.Ville)
FROM Ventes V, Client C
WHERE V.CID=C.CID
```

43

8. Dessiner l'index résultat et montrer l'utilisation de cet index afin de trouver le même résultat des deux requêtes

Ventes			
RID	CID	Qte	Prix_ventes
616	106	5	25
616	104	10	50
414	104	5	10
414	105	2	14
212	106	4	14
111	101	5	20
212	101	9	100
313	102	3	200
414	102	22	102
515	102	2	100
515	103	4	17
212	103	6	45
111	105	89	44
212	104	8	40
515	104	7	20
616	104	5	20
212	105	2	10
212	105	2	10
212	106	4	18
313	106	6	15

Client					
RID	CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Ghilles	Alger	26	M	
515	Mohamed	Blida	15	M	
414	Salma	Tipaza	55	F	
313	Karima	Tipaza	76	F	
212	Ali	Alger	88	M	
111	Yasmine	Alger	30	F	

44

Comment l'index est créé?

Ventes			
RID	CID	Qte	Prix_ventes
616	106	5	25
616	104	10	50
515	104	5	10
414	105	2	14
212	106	4	14
111	101	5	20
212	101	9	100
313	102	3	200
414	102	22	102
515	102	2	100
515	103	4	17
212	103	6	45
111	105	89	44
212	104	8	40
515	104	7	20
616	104	5	20
212	105	2	10
212	105	2	10
212	106	4	18
313	106	6	15

Client					
RID	CID	Nom	Ville	Age	Genre
616	Ghilles	Alger	26	M	
515	Mohamed	Blida	15	M	
414	Salma	Tipaza	55	F	
313	Karima	Tipaza	76	F	
212	Ali	Alger	88	M	
111	Yasmine	Alger	30	F	

Pour chaque ligne de la table ventes est Concaténée la ligne correspondante De la table Client

Après le système créé l'index sur le résultat

45

Ventes					Client					Index			
RID	CID	CID	Qte	Prix ventes	CID	Nom	Ville	Age	Genre	RID	Alger	Bida	Tipaza
1	616	106	5	25	616	Ghiles	Alger	26	M	1	1	0	0
3	616	104	10	50	616	Ghiles	Alger	26	M	2	1	0	0
3	515	104	5	10	515	Mohamed	Bida	15	M	3	0	1	0
4	414	105	2	14	414	Salma	Tipaza	55	F	4	0	0	1
5	212	106	4	14	212	Ali	Alger	88	M	5	1	0	0
6	111	101	5	20	111	Yasmine	Alger	30	F	6	1	0	0
7	212	101	9	100	212	Ali	Alger	88	M	7	1	0	0
8	313	102	3	200	313	Karina	Tipaza	76	F	8	0	0	1
9	414	102	22	102	414	Salma	Tipaza	55	F	9	0	0	1
10	515	102	2	100	515	Mohamed	Bida	15	M	10	0	1	0
11	515	103	4	17	515	Mohamed	Bida	15	M	11	0	1	0
12	212	103	6	45	212	Ali	Alger	88	M	12	1	0	0
13	111	105	89	44	111	Yasmine	Alger	30	F	13	1	0	0
14	212	104	8	40	212	Ali	Alger	88	M	14	1	0	0
15	515	104	7	20	515	Mohamed	Bida	15	M	15	0	1	0
16	616	104	5	20	616	Ghiles	Alger	26	M	16	1	0	0
17	212	105	2	10	212	Ali	Alger	88	M	17	1	0	0
18	212	105	2	10	212	Ali	Alger	88	M	18	1	0	0
19	212	106	4	18	212	Ali	Alger	88	M	19	1	0	0
20	313	105	4	19	313	Karina	Tipaza	76	F	20	0	0	1
21	313	106	6	15	313	Karina	Tipaza	76	F	21	0	0	1

Comment l'index est utilisé pour répondre à la requête R4

R4 : **SELECT** Count (*)
FROM Client, Ventes
WHERE Client.CID= VENTES.CID **AND** CLIENT.VILLE = 'Alger'

1. Le système charge l'index
2. Il se positionne sur la colonne Alger
3. Il compte le nombre de 1
4. La valeur trouvée est 12, → optimiser une jointure et sélection sans charger les tables