

CHAPITRE 5 : ALGÈBRE RELATIONNELLE

I. Introduction :

I-1. Les requêtes :

Une requête est destinée à obtenir des informations précises et ordonnées sur la base de données. On peut également par le biais des requêtes :

- effectuer des calculs,
- obtenir des statistiques,
- modifier les tables,
- créer de nouvelles tables
- gérer des utilisateurs...

Trois façons de créer des requêtes :

- **L'algèbre relationnelle** qui permet de préparer une requête en utilisant un langage algébrique.
- Le QBE (Query By Exemple), qui est un mode graphique où l'on clique sur les éléments choisis pour construire la requête. C'est un moyen interactif et puissant utilisé par Access.
- **Le SQL (Structured Query Language)** qui est le langage des requêtes, qui est plus puissant que le QBE et plus universel.

I-2. Définition de l'algèbre relationnelle :

Ensemble d'opérations permettant de manipuler des relations (schéma relationnel) et produisant comme résultat de nouvelles relations.

I-3. Objectif de l'algèbre relationnelle :

Description algorithmique ou symbolique préliminaire à l'utilisation d'un langage non procédural de type SQL.

II. Types d'opérations :

- **Opérateurs unaires** : Projection, Sélection.
- **Opérateurs binaires ensemblistes** : Union, Intersection, Différence.
- **Opérateurs n-aires** : Produit cartésien, Jointure, Division cartésienne :
- **Fonctions d'agrégation** : Min, Max, Somme, Moyenne :



III. Opérateurs unaires :

III-1. Projection: π

La projection permet d'extraire des données d'une table, en ne conservant que les colonnes souhaitées.

Exemple :

On considère par exemple la relation **CLIENT**:

NumCli	Nom	Prénom	DateNaiss	Rue	CP	Ville
1	Lamrani	Iyazid	01/01/1980	sifa	1465	Erfoud
2	Talbi	abderrahim	06/07/1981	rafaoui	2547	goulmima
3	maradani	omar	04/06/1977	myalichrif	36897	Rissani
4	farid	omar	03/06/1979	atlass	36978	Errachoidia
5	bouthir	abdelmajid	19/09/1980	boustoh	52600	tinjdad
6	boubekri	mohamed	22/10/1979	boudir	60000	oujda
7	albakali	nadia	03/12/1989	enakhil	90000	tanger
8	lasri	fatima	11/06/1963	abdelkarim alkhattabi	93150	tetouan
9	chuichi	inass	23/06/1981	sidi yousef	90000	tanger
10	chuichi	najib	23/08/1978	lbour	93150	tetouan
11	kacha	rachid	06/01/1963	ghandi	90000	tanger

Sa projection sur les attributs (NumCli, Nom):

En langage algébrique : $\pi_{\text{NumCli, Nom}}(\text{Client})$

Numcli	Nom
1	Lamrani
2	Talbi
3	maradani
4	farid
5	bouthir
6	boubekri
7	albakali
8	lasri
9	chuichi
10	chuichi
11	kacha

III-2. Sélection : σ

Permet d'extraire les lignes d'une table qui vérifient la réalisation d'une certaine condition (on parle parfois de critère).

Exemple : On aimerait avoir les clients qui portent comme prénom : "omar"

En langage algébrique : $\sigma_{\text{Prénom}="omar"}(\text{Client})$

NumCli	Nom	Prénom	DateNaiss	Rue	CP	Ville
3	maradani	omar	04/06/1977	myalichrif	36897	Rissani
4	farid	omar	03/06/1979	atlass	36978	Errachoidia



IV. Opérateurs binaires ensemblistes :

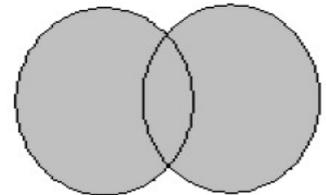
Dans ce qui suit on considère, deux relations **livre1** et **livre2** sur lesquelles on peut appliquer les opérateurs ensemblistes.

<i>livre₁</i>		
Titre	Auteur	Tome
Madame Bovary	Gustave Flaubert	1
Le comte de Monte-Cristo	Alexandre Dumas	1
Le comte de Monte-Cristo	Alexandre Dumas	2

<i>livre₂</i>		
Titre	Auteur	Tome
Madame Bovary	Gustave Flaubert	1
Le père Goriot	Honoré de Balzac	1

IV-1. Union : \cup

L'union consiste à combiner deux relations (compatibles) pour créer une troisième relation qui contient toutes les occurrences appartenant à l'une ou à l'autre des relations de départ.



Notation :

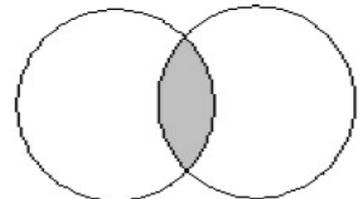
- L'union de deux relations R_1 et R_2 est l'ensemble des tuples comprises dans R_1 ou dans R_2 .
- On la note $R_1 \cup R_2$.
-

Exemple : Voici le résultat de l'union des deux relations livre1 et livre2 :

<i>livre₁ \cup livre₂</i>		
Titre	Auteur	Tome
Madame Bovary	Gustave Flaubert	1
Le comte de Monte-Cristo	Alexandre Dumas	1
Le comte de Monte-Cristo	Alexandre Dumas	2
Le père Goriot	Honoré de Balzac	1

IV-2. L'intersection : \cap

L'intersection consiste à combiner deux relations (compatibles) pour créer une troisième relation qui contient toutes les occurrences appartenant à l'une et à l'autre des relations de départ.



Notation : $R_1 \cap R_2$



Exemple : Voici le résultat de l'intersection des deux relations livre1 et livre2 :

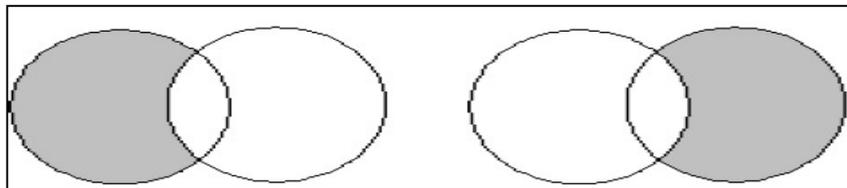
<i>livre₁ ∩ livre₂</i>		
Titre	Auteur	Tome
Madame Bovary	Gustave Flaubert	1

IV-3. La différence : -

La différence consiste à combiner deux relations (compatibles) pour créer une troisième relation qui contient toutes les occurrences appartenant à l'une des relations et non contenues dans l'autre des relations de départ. Deux différences sont possibles.

Notation :

- $R_1 - R_2$
- $R_2 - R_1$



Exemple : Voici le résultat de la différence entre les deux relations livre1 et livre2 :

<i>livre₁ - livre₂</i>		
Titre	Auteur	Tome
Le comte de Monte-Cristo	Alexandre Dumas	1
Le comte de Monte-Cristo	Alexandre Dumas	2

V. Opérateurs n-aires :

V-1. Produit cartésien : x

Le produit cartésien de R_1 par R_2 , noté $R_1 \times R_2$, est constitué par l'ensemble des n-uplets obtenus en concaténant chaque n-uplet de R_1 avec chaque n-uplet de R_2 .

Exemple : soit les deux relations suivantes :

Relation R1		Relation R2
NumProd	Desig	NumFour
P1	Clavier	F1
P2	Ecran	F2

Le résultat du produit cartésien de R1 par R2 est la relation T donnée par :

Relation T=R1xR2



NumProd	Desig	NumFour
P1	Clavier	F1
P1	Clavier	F2
P2	Ecran	F1
P2	Ecran	F2

V-2. Division cartésienne : ÷

La division est une opération portant sur deux relations R1 et R2, telles que le schéma de R2 est strictement inclus dans celui de R1, qui génère une troisième relation regroupant toutes les parties d'occurrences de la relation R1 qui, associées à toutes les occurrences de la relation R2, se retrouvent dans R1.

Exemple : soit les deux relations suivantes :

Relation R1

NumProd	Prix	Desig
P1	50	Clavier
P2	100	Clavier
P3	20	WebCam
P1	50	WebCam
P2	100	WebCam

Relation R2

Desig
WebCam
Clavier

Le résultat de la division cartésienne de R1 par R2 est la relation T donnée par :

Relation T=R1 ÷ R2

NumProd	Prix
P1	50
P2	100

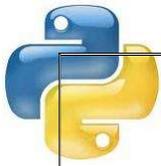
V-3. Jointure, thêta-jointure, jointure naturelle :

Définition : La jointure est une opération portant sur deux relations R1 et R2 qui construit une troisième relation regroupant exclusivement toutes les possibilités de combinaison des occurrences des relations R1 et R2 qui satisfont l'expression logique E.

La jointure est notée : $R1 \bowtie_E R2$.

Si R1 ou R2 ou les deux sont vides, alors la relation qui résulte de la jointure est vide. En fait, la jointure n'est rien d'autre qu'un produit cartésien suivi d'une sélection :

$$R1 \bowtie_E R2 = \sigma_E (R1 \times R2)$$



Exemple : soit les deux relations suivantes :

NumProd	Desig	NumFour
P1	PC	F1
P2	Imprimante	F6
P3	scanner	F3
P4	CD	F1

NumFour	Nom
F1	lamrani
F2	ben said
F3	boubekri
F4	chuichi

Le résultat de la jointure $R1 \bowtie_{(R1.NumFour=R2.NumFour)} R2$ est la relation T donnée par :

NumProd	Desig	R1.NumFour	R2.NumFour	Nom
P1	PC	F1	F1	lamrani
P3	scanner	F3	F3	boubekri
P4	CD	F1	F1	lamrani

Thêta-jointure de deux relations n'ayant aucun attribut commun :

La thêta-jointure est une jointure dans laquelle l'expression logique E est une simple comparaison entre un attribut A1 de la relation R1 et un attribut A2 de la relation R2. La thêta-jointure est notée $R1 \bowtie_E R2$.

Équi-jointure :

Une équi-jointure est une thêta-jointure dans laquelle l'expression logique E est un test d'égalité entre un attribut A1 de la relation R1 et un attribut A2 de la relation R2. L'équi-jointure est notée $R1 \bowtie_{A1=A2} R2$.

Jointure (naturelle) de deux relations ayant au moins un attribut commun.

Une jointure naturelle est une jointure dans laquelle l'expression logique E est un test d'égalité entre les attributs qui portent le même nom dans les relations R1 et R2. Dans la relation construite, ces attributs ne sont pas dupliqués, mais fusionnés en une seule colonne par couple d'attributs. La jointure naturelle est notée $R1 \bowtie R2$. Si la jointure ne doit porter que sur un sous-ensemble des attributs communs à R1 et R2 il faut préciser explicitement ces attributs de la manière suivante : $R1 \bowtie_{A1, \dots, An} R2$.

Généralement, R1 et R2 n'ont qu'un attribut en commun. Dans ce cas, une jointure naturelle est équivalente à une équi-jointure dans laquelle l'attribut de R1 et celui de R2 sont justement les deux attributs qui portent le même nom.

Pour effectuer une jointure naturelle entre R1 et R2 sur un attribut A1 commun à R1 et R2, il vaut mieux écrire $R1 \bowtie_{A1} R2$ que $R1 \bowtie R2$. En effet, si R1 et R2 possèdent deux attributs portant un nom



commun, $A1$ et $A2$, $R1 \bowtie_{A1} R2$ est bien une jointure naturelle sur l'attribut $A1$, mais $R1 \bowtie R2$ est une jointure naturelle sur le couple d'attributs $A1, A2$, ce qui produit un résultat très différent !

V-4. Opérateurs d'agrégation :

On utilise les opérateurs d'agrégation afin d'exécuter de simples calculs statistiques sur un ensemble de données. Ces opérateurs font un calcul sur un ensemble de données et retournent une seule valeur. Les fonctions suivantes sont disponibles :

- COUNT : nombre de valeurs
- MIN : valeur minimum
- MAX : valeur maximum
- SUM : somme des valeurs
- AVG : valeur moyenne.

Notation :

$$R' = \lambda_{a1, a2, \dots} f1, f2, \dots (R)$$

- la relation R' correspond aux valeurs calculées par $f1$ et $f2$ des regroupements faits sur les attributs $a1$ et $a2$ de la relation R .
- Si aucun attribut de regroupement n'est spécifié alors les fonctions s'appliquent sur tous les tuples à la fois.
- Le nom des attributs de sortie est constitué de la concaténation de la fonction et de l'attribut spécifié.

Exemple : soit la relation suivante :

Elevés		
CNE	Note	Ville
100	12	Tanger
200	16	Casa
300	13.7	Tanger
400	5	Fes

$$R = \lambda_{ville} \lambda_{Max(Note)} R$$

R	
Ville	Max_Note
Tanger	13.7
Casa	16
Fes	5