

4. Algèbre relationnel

Algèbre relationnel

- **L'algèbre relationnelle** est un ensemble de **règles** et **d'opérateurs** ensemblistes sur lesquels sont basés tous les gestionnaires de bases de données dit relationnels.
- **L'algèbre relationnelle** permet de traduire des **questions** par une combinaison **d'opérations** sur des **ensembles**.
- La connaissance de **l'Algèbre Relationnelle** est indispensable lorsqu'il s'agit de répondre à des questions complexes (ex : Quels sont les fournisseurs qui ne fournissent pas tous les produits d'une catégorie donnée ?).

Les opérateurs relationnels

- Tous les **opérateurs relationnels** servent à **traduire une question exprimée en langage courant** par des **opérations sur des ensembles** de données.
- Les opérateurs relationnels créent **une nouvelle relation** en fonction du contenu des relations auxquelles on les applique.
- **La relation nouvellement créée** a le même statut qu'une relation de base, on peut donc appliquer à cette relation les opérateurs relationnels.

Les opérateurs relationnels

1. **Opérateurs unaires:** s'appliquent à une seule relation (table)
 1. Sélection
 2. Projection
 3. Renommage
2. **Opérateurs binaires:** s'appliquent à deux relations (tables)
 1. Union
 2. Intersection
 3. Différence
 4. Produit cartésien
 5. Jointure
 6. Division

Les opérateurs unaires : s'appliquent à une seule relation

- **Les opérateurs unaires** servent à extraire **d'une seule relation** les informations correspondant à une question simple.

Exemple :

- Quels sont les clients dont le CA est supérieur à 20 000 DH ?
- Quelles sont les villes dans lesquelles nous avons des clients ?

Sélection: σ

- **But:** La sélection permet de choisir des enregistrements en fonction d'une combinaison de conditions qu'on appelle **critère**.
- **Syntaxe :** σ [critère] **relation**

CLIENT				
NOM	RUE	CP	VILLE	CA
Driss	42, des FAR	30000	Fès	15 000
Mohamed	125, rue Hamria	50000	Meknès	23 500
Jamila	12, place Jamai	40000	Marrakech	21 000
Ahmed	25, av de Fès	90000	Tanger	14 600

Sélection: σ

Exemple:

$\sigma_{[CA > 20000]}$ Client

CLIENT				
NOM	RUE	CP	VILLE	CA
Driss	42, des FAR	30000	Fès	15 000
Mohamed	125, rue Hamria	50000	Meknès	23 500
Jamila	12, place Jamai Fna	40000	Marrakech	21 000
Ahmed	25, av de Fès	90000	Tanger	14 600

CLIENT				
NOM	RUE	CP	VILLE	CA
Mohamed	125, rue Hamria	50000	Meknès	23 500
Jamila	12, place Jamai Fna	40000	Marrakech	21 000

Projection: π

- **But:** ne retenir que certains attributs dans une relation
- **Syntaxe:**

π [attributs] Relation

- **attributs:** liste l'ensemble d'attributs de Relation à conserver dans le résultat
- crée **une nouvelle relation** de population
- l'ensemble des tuples de Relation est **réduit** aux **seuls attributs** de la liste spécifiée

Projection: π

Exemple:

$\pi_{[NOM,CP,VILLE]}$ Client

CLIENT		
NOM	CP	VILLE
Driss	30000	Fès
Mohamed	50000	Meknès
Jamila	40000	Marrakech
Ahmed	90000	Tanger

Sélection-projection

On veut les villes et les CP des clients qui ont un $CA > 20000$

π [attributs] Relation

CP-Ville = $\pi_{[NOM, CP, VILLE]} (\sigma_{[CA > 20000]} \text{Client})$

CP-Ville		
NOM	CP	VILLE
Mohamed	50000	Meknès
Jamila	40000	Marrakech

Renommage: α

- **But:** résoudre des problèmes de compatibilité entre noms d'attributs de deux relations opérandes d'une opération binaire.
- **Syntaxe :** α [nom_attribut : nouveau_nom] Relation
- Exemple: $R2 = \alpha [B:C] R1$

R1	A	B
	a	b
	y	z
	b	b

R2	A	C
	a	b
	y	z
	b	b

Les opérateurs binaires: s'appliquent à deux relations

- Les opérateurs binaires permettent de **croiser** des informations en provenance de **plusieurs relations** afin de répondre à des questions plus complexes.
- Sur deux structures **identiques** (**même nombre de champs et champs de même type**): Union, Intersection, Soustraction

Fournisseurs		Clients	
NomFrs (30)	PreFrs (25)	NomCli (30)	PreCli (25)
Alami	Driss	Moumen	Saad
Rami	Ahmed	Amir	Soukayna
Zaim	Houda	Alami	Driss
Smili	Abdelhak	Selouane	Mehdi
Moumen	Saad		

Union: \cup

- **Syntaxe** : $R \cup S$
- **But**: réunit dans **une même relation** les tuples de R et ceux de S
- **Exemple**: créer une relation qui contient les noms et prénoms de toutes les personnes en relation avec l'entreprise.

Client \cup Fournisseur

Fournisseurs		Clients	
NomFrs (30)	PreFrs (25)	NomCli (30)	PreCli (25)
Alami	Driss	Moumen	Saad
Rami	Ahmed	Amir	Soukayna
Zaim	Houda	Alami	Driss
Smili	Abdelhak	Selouane	Mehdi
Moumen	Saad		



$R \cup S$:	NomFrs(30)	PreFrs(25)
	Alami	Driss
	Rami	Ahmed
	Zaim	Houda
	Smili	Abdelhak
	Moumen	Saad
	Amir	Soukayna
	Selouane	Mehdi

Intersection: \cap

- **Syntaxe:** $R \cap S$
- **But:** sélectionne les tuples qui sont à la fois dans R et S
- **Exemple:** les noms et prénoms des personnes qui **sont clients et aussi fournisseurs**

Client \cap Fournisseur

Fournisseurs			Clients		
NomFrs (30)	PreFrs (25)		NomCli (30)	PreCli (25)	
Alami	Driss	\cap	Moumen	Saad	\rightarrow
Rami	Ahmed		Amir	Soukayna	
Zaim	Houda		Alami	Driss	
Smili	Abdelhak		Selouane	Mehdi	
Moumen	Saad				

$R \cap S :$		NomCli(30)	PreCli(25)
		Moumen	Saad
		Alami	Driss

Différence: -

- **But:** sélectionne les tuples de R qui ne sont pas dans S
- **Syntaxe:** $R - S$
- **Exemple:** Liste des fournisseurs qui ne sont pas des clients.

Fournisseurs - Clients

Fournisseurs		Clients		R - S :	Fournisseurs - Clients	
NomFrs (30)	PreFrs (25)	NomCli (30)	PreCli (25)		NomFrs(30)	PreFrs(25)
Alami	Driss	Moumen	Saad	→	Rami	Ahmed
Rami	Ahmed	Amir	Soukayna		Zaim	Houda
Zaim	Houda	Alami	Driss		Smili	Abdelhak
Smili	Abdelhak	Selouane	Mehdi			
Moumen	Saad					

Attention : contrairement à l'union et à l'intersection, la soustraction n'est pas commutative. Le résultat de "**Client - Fournisseurs**" n'est pas le même.

Produit cartésien: \times

- **But:** construire toutes les combinaisons de tuples de deux relations (en général, en vue d'une sélection)
- **Syntaxe :** $R \times S$
- **Exemple: Producteur X Produit**

Produit

Id	Nom	Prix
4	Fraise	3.99\$
7	Mais	3.50\$

Producteur

Nom	Prénom
Bernard	Alain
Perrier	Charles
Labbé	Caroline



Nom	Prénom	Id	Nom	Prix
Bernard	Alain	4	Fraise	3.99\$
Bernard	Alain	7	Mais	3.50\$
Perrier	Charles	4	Fraise	3.99\$
Perrier	Charles	7	Mais	3.50\$
Labbé	Caroline	4	Fraise	3.99\$
Labbé	Caroline	7	Mais	3.50\$

Produit cartésien: x

Exemple 2:

Commande		Lignes		
NOCOM	DATCOM	NUMCOM	REF	QTE
732	15-mars	732	x123	2
733	16-mars	732	x124	4
734	16-mars	732	x125	5
735	16-mars	733	x121	3
		733	x124	2
		734	x121	2
		734	x123	5
		734	x124	2
		734	x125	3
		735	x124	2
		735	x125	1


Commande X Lignes

NOCOM	DATCOM	NUMCOM	REF	QTE
732	15/3	732	x123	2
732	15/3	732	x124	4
732	15/3	732	x125	5
732	15/3	733	x121	3
732	15/3	733	x124	2
732	15/3	734	x121	2
732	15/3	734	x123	5
732	15/3	734	x124	2
732	15/3	734	x125	3
732	15/3	735	x124	2
732	15/3	735	x125	1
733	16/3	732	x123	2
733	16/3	732	x124	4
733	16/3	732	x125	5
733	16/3	733	x121	3
Etc...				

Jointure naturelle : ⋈

- **But:** créer toutes les combinaisons significatives entre tuples de deux relations (portent la même valeur pour les attributs de même nom)
 - les deux relations ont **au moins** un attribut de même nom.
 - les attributs de même nom n'apparaissent qu'une seule fois
- **Syntaxe:** $R \bowtie S$
- **Exemple:** Liste des commandes avec leurs lignes
Commandes ⋈ Lignes

Commande		Lignes			
NOCOM	DATCOM	NUMCOM	REF	QTE	
732	15-mars	732	x123		2
733	16-mars	732	x124		4
734	16-mars	732	x125		5
735	16-mars	733	x121		3
		733	x124		2
		734	x121		2
		734	x123		5
		734	x124		2
		734	x125		3
		735	x124		2
		735	x125		1



NOCOM	DATCOM	REF	QTE
732	15-mars	x123	2
732	15-mars	x124	4
732	15-mars	x125	5
733	16-mars	x121	3
733	16-mars	x124	2
734	16-mars	x121	2
734	16-mars	x123	5
734	16-mars	x124	2
734	16-mars	x125	3
735	17-mars	x124	2
735	17-mars	x125	1

Theta-jointure: $\bowtie[p]$

- Syntaxe : $R \bowtie [p] S$

p: prédicat/condition de jointure

- **But:** créer toutes les combinaisons significatives entre tuples de deux relations (critère de combinaison explicitement défini en paramètre de l'opération)
 - combine les tuples qui **satisfont** le prédicat
 - **les deux relations n'ont pas d'attribut de même nom**

exemple : $R \bowtie [B \neq C] S$

R	A	B
	a	b
	b	c
	c	b

S	C	D	E
	b	c	d
	b	a	b
	c	a	c

$R \bowtie [B \neq C] S$

A	B	C	D	E
a	b	c	a	c
b	c	b	a	d
b	c	b	a	b
c	b	c	a	c

Division : réponse aux questions "tous les"

- **Syntaxe générale :** RelDividende / ou % RelDiviseur
- **But:** permet de répondre aux questions qui contiennent le quantificateur "tous".
- Les structures des relations mises en jeu doivent correspondre au schéma suivant :

**Relation
Dividende**

C1	C2



**Relation
Diviseur**

C2



**Relation
Quotient**

C1

Division : réponse aux questions "tous les"

- **Exemple** : Les **références** qui sont présentes dans **toutes** les commandes
- **Le dividende** doit comprendre les commandes avec les références qu'elles contiennent:

Relation dividende : $\pi_{[\text{NUMCOM}, \text{REF}]}$ **Lignes**

- **Le diviseur** doit comprendre toutes les commandes :

Relation diviseur : $\pi_{[\text{NOCOM}]}$ **Commande**

Division : réponse aux questions "tous les"

- Le résultat (Relation Quotient) comprendra les Références qui sont présentes dans toutes les commandes.
- Quotient :

$\pi_{[NUMCOM, REF]} \text{ Lignes} / \pi_{[NOCOM]} \text{ Commandes}$

Commande		Lignes		
NOCOM	DATCOM	NUMCOM	REF	QTE
732	15-mars	732	x123	2
733	16-mars	732	x124	4
734	16-mars	732	x125	5
735	16-mars	733	x121	3
		733	x124	2
		734	x121	2
		734	x123	5
		734	x124	2
		734	x125	3
		735	x124	2
		735	x125	1




REF
x124

Division : réponse aux questions "tous les"

Exemple 2:

R :	PIECE	FOURNISS
	vis	pierre
	boulon	paul
	écrou	pierre
	vis	paul
	boulon	pierre
	boulon	alice

S :	PIECE
	vis
	boulon



R÷S :	FOURNISS
	pierre
	paul

Exercice 1

Soient les relations suivantes :

Journal (code-j, titre, prix, type, périodicité)

Dépôt (no-dépôt, nom-dépôt, adresse)

Livraison (no-dépôt, code-j, date-liv, quantité-livrée)

Exercice 1

1) Quel est le prix des journaux ?

$\pi_{[\text{prix}]}$ Journal

2) Donnez tous les renseignements connus sur les journaux hebdomadaires.

$\sigma_{[\text{périodicité} = \text{"hebdomadaire"}]}$ Journal

3) Donnez les codes des journaux livrés à Fès.

$\pi_{[\text{code-j}]} (\sigma_{[\text{adresse} = \text{" Fès"}]} (\text{Dépôt} \bowtie \text{Livraison}))$

Exercice 2

Soit le schéma relationnel suivant:

- Huiles(Num, Annee, Acidité)
- PRODUCTEURS (Num, Nom, Prenom, Region)
- RECOLTES (Nprod, Nh, Quantite)

1) Donner la liste des producteurs.

$\pi_{[Nom]} \text{ PRODUCTEURS}$

2) Quels sont les producteurs de la région de Meknès?

$\pi_{[Nom,Prenom]}(\sigma_{[Region="Meknès"]} \text{ PRODUCTEURS})$

Exercice 2

3) Quels sont les producteurs de la région de Fès qui ont récolté au moins un type d'huile en quantité supérieure à 30000 litres? On veut les noms et les prénoms des producteurs, avec un tri par ordre alphabétique

$\pi_{[Nom, Prenom]}((\sigma_{[Region = "Fès"]} \text{PRODUCTEURS}) \bowtie_{[Num = Nprod]} (\sigma_{[Quantite > 30000]} \text{Recoltes}))$

Autre solution:

$\pi_{[Nom, Prenom]}(\sigma_{[Quantite > 30000]} (\text{PRODUCTEURS} \bowtie_{[Num = Nprod]} \text{RECOLTES}))$

4) Donner la liste des numéros d'huile qui ont une acidité supérieure à 1,2 ou qui ont été produits par le producteur numéro 24.

$\pi_{[Num]}(\sigma_{[acidité > 1,2]}(\text{Huiles})) \cup \pi_{[Nh]}(\sigma_{[Nprod = 24]}(\text{RECOLTES}))$

Exercice 2

5) Donner les numéros, noms et prénoms des producteurs qui ne produisent aucune huile.

$\pi_{[Nom, Prenom]}(PRODUCTEURS \bowtie_{[P.Num=Num]} (\pi_{[num]}(PRODUCTEURS) - \pi_{[Nprod]}(RECOLTES)))$