## 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: O

• But: La sélection permet de choisir des enregistrements en fonction d'une combinaison de conditions qu'on appelle **critère**.

• Syntaxe: σ [critère] relation

CLIENT				
MOM	RUE	СР	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: O

### Exemple:

### σ<sub>[CA>200001</sub> Client

	10/17/			
CLIENT				
МОМ	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

CLIENT NOM	RUE	СР	VILLE	CA
Mohamed	125, rue Hamria	50000	Meknès	23 500
Jamila	12, place Jamai Fna	40000	Marrakech	21 000
ourma	12, place varial i na	40000	Marrancerr	

## **Projection**: $\pi$

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

## $\pi$ [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**: $\pi$

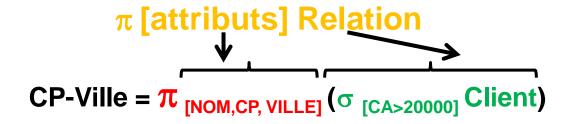
### Exemple:

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

CLIENT			
МОМ	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



CP-Ville			
MOM	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:

$$R2 = \alpha [B:C] R1$$



### 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:** ∪

- 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 ∪ Fournisseur

				R∪S:	NomFrs(30)	PreFrs(25)
					Alami	Driss
Fournisseurs		Clients			Rami	Ahmed
NomFrs (30)	PreFrs (25)	NomCli (30)	PreCli (25)		Zaim	Houda
Alami	Driss	Moumen	Saad		Smili	Abdelhak
Rami	Ahmed	Amir	Soukayna			
Zaim	Houda	Alami	Driss	•	Moumen	Saad
Smili	Abdelhak	Selouane	Mehdi		A	Caviliania
Moumen	Saad				Amir	Soukayna
	•	·			Selouane	Mehdi

## Intersection:

- 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** ∩ **Fournisseur**

Fournisseurs			Clients				
N E (00)	D 5 (05)		N. O.: (00)	D 01: (05)	$\mathbf{R} \cap \mathbf{S}$ :	NomCli(30)	PreCli(25)
NomFrs (30)	PreFrs (25)		NomCli (30)	PreCli (25)			
Alami	Driss	1	Moumen	Saad		Moumen	Saad
Rami	Ahmed	$1 \cap$	Amir	Soukayna		Alomi	Delias
Zaim	Houda	<u> </u>	Alami	Driss		Alami	Driss
Smili	Abdelhak		Selouane	Mehdi		t-	-
Moumen	Saad						

## 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	R-S:	NomFrs(30)	PreFrs(25)
NomFrs (30)	PreFrs (25)	NomCli (30)	PreCli (25)			Rami	Ahmed
Alami	Driss	Moumen	Saad		_	7-:	TT 1 -
Rami	Ahmed	Amir	Soukayna		7	Zaim	Houda
Zaim	Houda	Alami	Driss			Cmili	A h dalhalr
Smili	Abdelhak	Selouane	Mehdi			Smili	Abdelhak
Moumen	Saad						•

<u>Attention</u>: 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:×

- 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\$



Prénom					
Alain					
Charles					
Caroline					



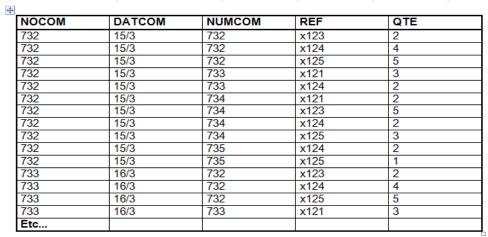
Nom	Prénom	Id	Nom	Prix
Bernard	Alain	4	Fraise	3.99\$
Bernard	Alain	7	Mais	3.50\$
Perrier	Charles	4	Fraise	3.99\$
Perrier	Charles	7	Mais	3.50\$
Labbé	Caroline	4	Fraise	3.99\$
Labbé	Caroline	7	Mais	3.50\$

## **Produit cartésien:**×

#### **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		Ę
735	16-mars	733	x121		3
		733	x124		2
		734	x121		2
		734	x123		Ę
		734	x124		2
		734	x125		3
		735	x124		2
S		735	x125		1

#### **Commande X Lignes**



## 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 ⋈ S
- Exemple: Liste des commandes avec leurs lignes

#### Commandes ⋈ Lignes

Commande		Lignes			
мосом	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

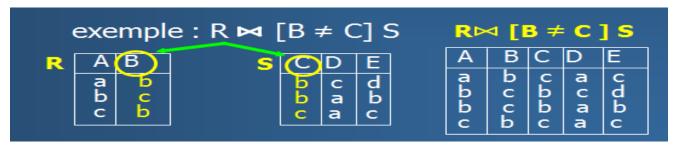
NOCOM	DATCOM	REF	QTE
732	15-mars	x123	2
732	15-mars	x124	4
732	15-mars	x125	5
733	16-mars	x121	3
733	16-mars	x124	2
734	16-mars	x121	2
734	16-mars	x123	5
734	16-mars	x124	2
734	16-mars	x125	3
735	17-mars	x124	2
735	17-mars	x125	1

## Theta-jointure: $\bowtie$ [p]

Syntaxe : R [p] S

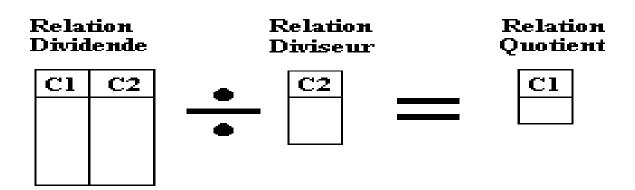
p: prédicat/condition de jointure

- 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 mêmenom



## 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 misent en jeux doivent correspondre au schéma suivant :



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

• Le diviseur doit comprendre toutes les commandes :

**Relation diviseur** :  $\pi_{INOCOM1}$  **Commande** 

## Division : réponse aux questions "tous les"

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

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

Commande		Lignes				
носом	DATCOM	NUMCOM	REF	QTE		
732	15-mars	732	x123		2	REF
733	16-mars	732	x124		4	
734	16-mars	732	x125		5	x124
735	16-mars	733	x121		3	A12.1
		733	x124		2	
		734	x121		2	
		734	x123		5	
		734	x124		2	
		734	x125		3	
		735	x124		2	
		735	x125		1	

## **Division**: réponse aux questions "tous les"

### Exemple 2:

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

<b>S</b> :	PIECE	R÷S:	FOURNISS
	vis		pierre
	boulon		paul

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)

1) Quel est le prix des journaux?

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

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

```
σ [périodicité = "hebdomadaire"] Journal
```

3) Donnez les codes des journaux livrés à Fès.

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

Soit le schéma relationnel suivant:

- Huiles(<u>Num</u>, Annee, Acidité)
- PRODUCTEURS (Num, Nom, Prenom, Region)
- RECOLTES (Nprod. Nh, Quantite)
- 1) Donner la liste des producteurs.

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

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

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

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

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

#### **Autre solution:**

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

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.

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

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

```
\pi_{\text{[Nom,Prenom]}}(\text{PRODUCTEURS}) \sim \pi_{\text{[Nprod]}}(\pi_{\text{[num]}}(\pi_{\text{[num]}}(\text{PRODUCTEURS}) - \pi_{\text{[Nprod]}}(\text{RECOLTES}))
```