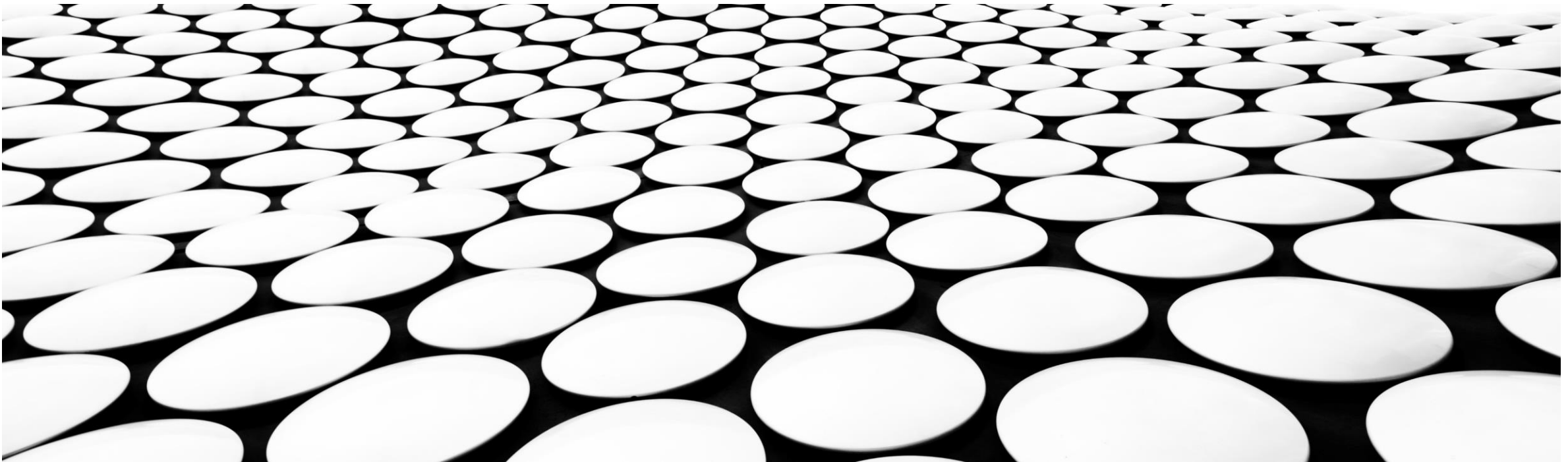


CHAPITRE 4:

ALGÈBRE RELATIONNELLE



Nour H. BEN SLIMEN ATTAOUI



ALGÈBRE RELATIONNELLE

- Le modèle relationnel, et en particulier l'algèbre relationnel qui lui est associée, est aussi le fondement théorique du langage standard SQL, qui est utilisé pour manipuler les données stockées dans une BD.
- Langage procédural: indique comment construire une nouvelle relation à partir d'une ou plusieurs relations existantes.
- Langage abstrait, avec des opérations qui travaillent sur une (ou plusieurs) relation(s) pour définir une nouvelle relation sans changer la (ou les) relation(s) originale(s).
- Le résultat de toute opération est une relation.

OPÉRATEURS ALGÈBRIQUES

Opérateurs ensemblistes:

- Union
- Intersection
- Différence
- Produit

Opérateurs relationnels spécifiques:

- Sélection
- Projection
- Jointure
- Division
- Renommage

OPÉRATIONS UNAIRES

Soit $R(a_1, a_2, \dots, a_N)$ une relation.

- **Sélection** : $\sigma_{\text{predicat}}(R)$

La sélection travaille sur R et définit une relation qui ne contient que les tuples de R qui satisfont à la condition (ou prédicat) spécifiée.

- **Projection** : $\pi_{a_1, a_2, \dots, a_k}(R)$

La projection travaille sur R et définit une relation restreinte à un sous-ensemble des attributs de R , en extrayant les valeurs des attributs spécifiés et en supprimant les doublons.

TABLES D'EXEMPLE

- CLIENT(numéro , nom, adresse, téléphone)
- PRODUIT (référence , marque, prix)
- VENTE(numéro , ref_produit#, no_client#, date)

Produit		
<u>référence</u>	marque	prix
153	BMW	8 000 €
589	Peugeot	7 450 €
158	Toyota	6 725 €
589	Citroën	7 000 €

Client			
<u>numéro</u>	nom	adresse	téléphone
101	Durand	Nice	0493939393
106	Fabre	Paris	NULL
110	Prosper	Paris	NULL
125	Antonin	Marseille	0491919191

Vente			
<u>numéro</u>	ref_produit#	no_client#	date
102	153	101	12/10/2004
809	589	108	20/01/2005
11005	158	108	15/03/2005
12005	589	125	30/03/2005

OPÉRATEUR SÉLECTION

- La sélection: opérateur SELECT – sélection d'un sous-ensemble de tuples d'une relation qui vérifient une condition

Exemple: $\sigma_{\text{adresse}=\text{PARIS}}(\text{Client})$

Client

relation résultante

numéro	nom	adresse	téléphone
101	Durand	NICE	0493942613
106	Fabre	PARIS	
110	Prosper	PARIS	
125	Antonin	MARSEILLE	0491258472

La relation résultante:

Même schéma que la relation sur laquelle porte la sélection

OPÉRATEUR PROJECTION

- La projection: opérateur PROJECT – sélection de certaines colonnes d'une relation

Exemple: $\pi_{nom,téléphone}(\text{Client})$

Client

numéro	nom	adresse	téléphone
101	Durand	NICE	0493942613
106	Fabre	PARIS	NULL
110	Prosper	PARIS	NULL
125	Antonin	MARSEILLE	0491258472

Fabre à la place de Prosper?

Relation résultante

OPÉRATIONS ENSEMBLISTES

OPÉRATEUR UNION

Soient $R(a_1, \dots, a_N) \in$

■ Union : $R \cup S$

Les schémas de R et

L'union de deux relations
à la fois de R et S, le

Exemple:

- Soit deux relations R1 et R2 de même schéma
- $R1 \cup R2$ est la relation contenant les tuples appartenant à R1 et à R2 (en supprimant les lignes identiques)

R1	<table> <tr><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th></tr> <tr><td>a1</td><td>a2</td><td>a3</td></tr> <tr><td>b1</td><td>b2</td><td>b3</td></tr> <tr><td>c1</td><td>c2</td><td>c3</td></tr> <tr><td>d1</td><td>d2</td><td>d3</td></tr> </table>	A1	A2	A3	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	*			
A1	A2	A3																		
a1	a2	a3																		
b1	b2	b3																		
c1	c2	c3																		
d1	d2	d3																		
R2	<table> <tr><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th></tr> <tr><td>a1</td><td>a2</td><td>a3</td></tr> <tr><td>e1</td><td>e2</td><td>e3</td></tr> <tr><td>b1</td><td>b2</td><td>b3</td></tr> </table>	A1	A2	A3	a1	a2	a3	e1	e2	e3	b1	b2	b3	*						
A1	A2	A3																		
a1	a2	a3																		
e1	e2	e3																		
b1	b2	b3																		
UNION R1 ∪ R2	<table> <tr><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th></tr> <tr><td>a1</td><td>a2</td><td>a3</td></tr> <tr><td>b1</td><td>b2</td><td>b3</td></tr> <tr><td>c1</td><td>c2</td><td>c3</td></tr> <tr><td>d1</td><td>d2</td><td>d3</td></tr> <tr><td>e1</td><td>e2</td><td>e3</td></tr> </table>	A1	A2	A3	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	<p>Suppression des lignes identiques</p>
A1	A2	A3																		
a1	a2	a3																		
b1	b2	b3																		
c1	c2	c3																		
d1	d2	d3																		
e1	e2	e3																		

Relation temporaire

commutatif: $[R1 \cup R2] = [R2 \cup R1]$
 associatif: $[(R1 \cup R2) \cup R3] = [R2 \cup (R1 \cup R3)]$

es tuples de R ou de S ou

OPÉRATIONS ENSEMBLISTES

OPÉRATEUR DIFFÉRENCE

Soient $R(a_1, \dots, a_N)$ et $S(b_1, \dots, b_M)$ de

■ Différence d'ensembles : $R - S$

La différence d'ensemble définit une relation $R - S$ et non dans la relation S .

Exemple:

- Soit deux relations $R1$ et $R2$ de même schéma
- $R1 - R2$ est la relation contenant les tuples de $R1$ n'appartenant pas à $R2$

R1

A1	A2	A3
a1	a2	a3
b1	b2	b3
c1	c2	c3
d1	d2	d3

R2

A1	A2	A3
a1	a2	a3
e1	e2	e3
b1	b2	b3

DIFFERENCE

R1-R2

A1	A2	A3
c1	c2	c3
d1	d2	d3

Relation temporaire

Non commutatif: $[R1 - R2] \neq [R2 - R1]$

Non associatif: $[(R1 - R2) - R3] \neq [R2 - (R1 - R3)]$

ion

OPÉRATIONS ENSEMBLISTES

OPÉRATEUR INTERSECTION

Soient $R(a_1, \dots, a_N)$ et $S(b_1, \dots, b_M)$ deux

■ Intersection : $R \cap S$

L'intersection définit une relation constituée des tuples qui sont à la fois dans R et dans S .

Exemple

- Soit deux relations $R1$ et $R2$ de même schéma
- $R1 \cap R2$ est la relation contenant les tuples appartenant à $R1$ et à $R2$

R1

A1	A2	A3
a1	a2	a3
b1	b2	b3
c1	c2	c3
d1	d2	d3

R2

A1	A2	A3
a1	a2	a3
e1	e2	e3
b1	b2	b3

INTERSECTION

R1 ∩ R2

A1	A2	A3
a1	a2	a3
b1	b2	b3

Relation temporaire

★ ★

On garde que les lignes identiques

commutatif: $[R1 \cap R2] = [R2 \cap R1]$

associatif: $[(R1 \cap R2) \cap R3] = [R2 \cap (R1 \cap R3)]$

OPÉRATIONS ENSEMBLISTES

OPÉRATEUR PRODUIT CARTÉSIEN

Soient $R(a_1, \dots, a_N)$

R1

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2
a3	b3	c3

R2

X	Y
x1	y1
x2	y2

■ Produit cartésien

PRODUIT CARTESIEN

Le produit cartésien (

$R1 \times R2$

relation R avec tous (commutatif: $[R1 \times R2] = [R2 \times R1]$)

associatif: $[(R1 \times R2) \times R3] = [R2 \times (R1 \times R3)]$

Exemple:

A	B	C	X	Y
a1	b1	c1	x1	y1
a2	b2	c2	x1	y1
a3	b3	c3	x1	y1
a1	b1	c1	x2	y2
a2	b2	c2	x2	y2
a3	b3	c3	x2	y2

es de la

Soit deux relations R1 et R2 de schémas quelconques

- $R1 \times R2$ donne une **nouvelle relation de schéma différent égal à l'union des schémas R1 et R2 et possédant comme enregistrements, la concaténation des enregistrements de R1 avec ceux de R2.**

PROPRIÉTÉS DE LA STRUCTURE

- **Même schéma**

$$\text{Degré}(R1 \cup R2) = \text{degré}(R1) = \text{degré}(R2)$$

$$\text{Degré}(R1 \cap R2) = \text{degré}(R1) = \text{degré}(R2)$$

$$\text{Degré}(R1 - R2) = \text{degré}(R1) = \text{degré}(R2)$$

- **Schéma quelconque**

$$\text{Degré}(R1 \times R2) = \text{degré}(R1) + \text{degré}(R2)$$

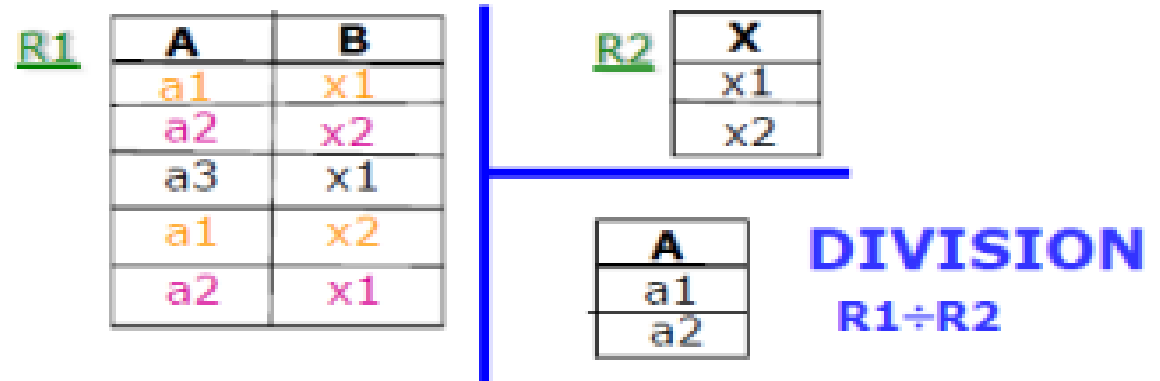
OPÉRATEUR DIVISION

Supposons que la relation R soit définie sur l'ensemble d'attributs A et que la relation S soit définie sur l'ensemble d'attributs B , de telle sorte que $B \subseteq A$. Soit $C = A - B$.

■ Division $R \div S$

La division définit une relation sur les attributs C , constituée de l'ensemble des tuples de R qui correspondent à la combinaison de **tous les tuples** de S .

OPÉRATEUR DIVISION



Exemple:

Soit deux relations $R1$ et $R2$ de schémas quelconques

- Le résultat de la division d'une relation $R1(A, B)$ par une relation $R2(X)$ est une relation $Q(A)$ définie par :
 1. Le schéma de Q est constitué de tous les attributs de $R1$ n'appartenant pas à $R2$.
 2. Les tuples q_j de Q tels que, quels que soit les tuples $r2_i$ de R_2 , le tuple $(q_j, r2_i)$ est un tuple de $R1$ (c'est-à-dire $Q \times R_2 \subseteq R_1$).
- La division: utilisé pour répondre à des requêtes du type: « quels sont les références des produits achetés par tous les clients? »

OPÉRATEUR RENOMMER

- Renommage: opérateur Renommer , noté α ,
- Le renommage permet de renommer les attributs d'une relation pour résoudre des problèmes de comptabilité entre noms d'attributs de deux relations opérandes d'une opération binaire.
- Syntaxe:

$$\alpha[nomAtt1: NouveauNomAtt1, \dots]R$$

OPÉRATIONS DE JOINTURE

- **Thêta-jointure (θ – join) :** $R \bowtie_{condition} S$

La thêta-jointure définit une relation qui contient les tuples qui satisfont la condition du produit cartésien de R et S. La condition est de la forme $R.a_i \theta S.b_j$ où θ est l'un des opérateurs de comparaison ($<, \leq, >, \geq, =, \neq$)

Si le prédicat est l'égalité ($=$), on parle d'équijointure.

- **Jointure naturelle:** $R * S$

La jointure naturelle est une équijointure des relations R et S sur tous les attributs communs en retirant les occurrences multiples d'attributs.

OPÉRATEUR JOINTURE ET THETA-JOINTURE

La jointure: opérateur *JOIN*, noté \bowtie permet de combiner une paire de tuples de deux relations en un seul tuple

Client \bowtie Vente
numéro = no_client

Critère de sélection:
= | \neq | \leq | $<$ | $>$ | \geq

<u>Client</u>				<u>Vente</u>			
numéro	nom	adresse	téléphone	numéro	ref_produit	no_client	date
101	Durand	NICE	0493942613	00102	AF153	101	12/10/04
106	Fabre	PARIS	NULL	00809	BG589	106	18/10/04
106	Fabre	PARIS	NULL	11005	VF158	106	05/10/04
125	Antonin	MARSEILLE	0491258472	12005	BG589	125	25/10/04

La relation résultante:

- Autant d'attributs que le produit cartésien ($\text{degré}(R1) + \text{degré}(R2)$)
- Moins de tuples

OPÉRATEUR EQUIJOINTURE/JOINTURE NATURELLE

- **Thêta-jointure** avec opérateur =
- **Equijointure** la condition fait appel à l'opérateur =
- Jointure **naturelle** noté * :

} **Equivalent**

équijointure dont la condition porte sur des attributs identiques (de même domaine et même nom)

Un seul des deux attributs est conservé dans le résultat

<u>Client</u>				<u>Vente</u>			
numéro	nom	adresse	téléphone	numéro	ref_produit	no_client	date
101	Durand	NICE	0493942613	00102	AF153	101	12/10/04
106	Fabre	PARIS		00809	BG589	106	18/10/04
106	Fabre	PARIS		11005	VF158	106	05/10/04
125	Antonin	MARSEILLE	0491258472	12005	BG589	125	25/10/04

EXERCICE

1. Afficher les clients qui habitent à Paris ou Nice
2. Afficher les ventes du client N°120 du 20 oct 04
3. Afficher les clients qui n'habitent pas à Nice

Q1: $\sigma_{\text{adresse}=\text{Paris} \text{ or } \text{adresse}=\text{Nice}}(\text{Client})$

Q2: $\sigma_{\text{numéro_client}=120 \text{ and } \text{date}=\text{20 oct 04}}(\text{Vente})$

Q3: $\sigma_{\text{adresse} \neq \text{Nice}}(\text{Client})$

Client			
<u>numéro</u>	nom	adresse	téléphone
101	Durand	Nice	0493939393
106	Fabre	Paris	NULL
110	Prosper	Paris	NULL
125	Antonin	Marseille	0491919191

Vente			
<u>numéro</u>	ref_produit#	no_client#	date
102	153	101	12/10/2004
809	589	108	20/01/2005
11005	158	108	15/03/2005
12005	589	125	30/03/2005

EXERCICE

1. Afficher la référence du produit et numéro de client
2. Afficher le nom et l'adresse des clients de Nice

Q1: $\pi_{\text{Référence-produit, numéro-client}}(\text{Vente})$

Q2: $\pi_{\text{nom, adresse}}(\text{Client})$

Client			
<u>numéro</u>	nom	adresse	téléphone
101	Durand	Nice	0493939393
106	Fabre	Paris	NULL
110	Prosper	Paris	NULL
125	Antonin	Marseille	0491919191

Vente			
<u>numéro</u>	ref_produit#	no_client#	date
102	153	101	12/10/2004
809	589	108	20/01/2005
11005	158	108	15/03/2005
12005	589	125	30/03/2005