

Introduction
NORMALISATION
DÉPENDANCE FONCTIONNELLE
FORMES NORMALES
CONCLUSION

EXERCICES D'APPLICATION

Exercice 1: Description des pièces employées dans un atelier de montage.

Soit la relation Pièce (Num_pième, prix_unitaire, TVA, libellé, catégorie) Avec les dépendances fonctionnelles suivantes :

- ✓ Num_pième → prix_unit, TVA, libellé, catégorie
- ✓ catégorie → TVA

1. Etablir le GDF;
2. Définir la forme normale de la relation, justifier votre réponse;
3. Si nécessaire, proposer une décomposition en FNBC.

101

Introduction
NORMALISATION
DÉPENDANCE FONCTIONNELLE
FORMES NORMALES
CONCLUSION

EXERCICES D'APPLICATION

Exercice 2: Adresse.

Soient les dépendances fonctionnelles suivantes :

- ✓ Quartier, Ville → CP, Annex_Admin
- ✓ CP → Ville

Ville	Quartier	CP
SAFI	ANAS	46050
SAFI	COURSE	46050
SAFI	AZIEB DERAÏ	46010
SAFI	BLED JED	46010

Exemples de CP. Source: www.codepostal.ma

1. Etablir le GDF;
2. Définir la forme normale des relations, justifier votre réponse;
3. Si nécessaire, proposer une décomposition en FNBC.

102

Introduction
OPÉRATEUR SYNTAXIQUE
OPÉRATEURS RELATIONNELS
OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

INTRODUCTION

- ♦ Une base de données relationnelle est un ensemble de relations (tables) dans lesquelles les données sont stockées;
- ♦ La manipulation des données stockées dans les relations est basée sur la théorie mathématique des ensembles;
- ♦ L'algèbre relationnelle est un langage formelle de manipulation des données qui exprime une succession d'opérations effectuées sur les relations à l'aide de requêtes (query en anglais);

104

Introduction
OPÉRATEUR SYNTAXIQUE
OPÉRATEURS RELATIONNELS
OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

INTRODUCTION

- ♦ Une base de données relationnelle est un ensemble de relations (tables) dans lesquelles les données sont stockées;
- ♦ La manipulation des données stockées dans les relations est basée sur la théorie mathématique des ensembles;
- ♦ L'algèbre relationnelle est un langage formelle de manipulation des données qui exprime une succession d'opérations effectuées sur les relations à l'aide de requêtes (query en anglais);

104

Introduction
OPÉRATEUR SYNTAXIQUE
OPÉRATEURS RELATIONNELS
OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

LES OPÉRATIONS DE L'ALGÈBRE RELATIONNELLE

- L'algèbre relationnelle est une collection d'opérations qui agissent sur des relations (une ou plusieurs) afin de produire une nouvelle relation sans changer les relations de départ dans l'objectif de localiser certaines données répondant à des critères des utilisateurs;
- L'algèbre relationnelle possède huit opérateurs de base classés selon deux types:
 - Opérateurs ensemblistes** : selon la théorie mathématique des ensembles;
 - Opérateurs relationnels** : spécifiques à l'algèbre relationnelle.
- L'algèbre relationnelle possède aussi un **opérateur syntaxique** qui permet de renommer les relations ou des attributs des relations sans modifier leurs schémas.

105

Introduction
OPÉRATEUR SYNTAXIQUE
OPÉRATEURS RELATIONNELS
OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

LES OPÉRATIONS DE L'ALGÈBRE RELATIONNELLE

- On peut aussi classer les opérateurs selon le nombre des opérandes (sur combien de relations agissent les opérations) :

Opérations à un seul opérande		Opérations à plusieurs opérandes	
Opération	Type	Opération	Type
✓ Sélection	Relationnel	✓ Union	Ensembliste
✓ Projection		✓ Intersection	
		✓ Différence	
		✓ Produit Cartésien	Relationnel
		✓ Jointure	
		✓ Division	

106

Introduction
OPÉRATEUR SYNTAXIQUE
OPÉRATEURS RELATIONNELS
OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

RENOMMAGE

Définitions:

Le **renommage** permet de renommer une relation sans changé son schéma ou de renommer des attributs d'une relation sans changé leurs domaines de définition, il est désigné par l'opérateur **ρ** .

- Le renommage d'une relation R en une relation R' permet juste de modifier le nom de la relation (R en R') sans changé son schéma;
- Le renommage d'un attribut A en un attribut A' permet juste de modifier le nom de l'attribut (A en A') sans changé son domaine de définition.

Pour renommer les attributs:

Pour renommer une relation:

Syntaxes:

Relation résultante

Opérateur de renommage

Ancien nom de l'attribut

Nouveau nom de l'attribut

Relation source

Ancien nom

Nouveau nom

107

Introduction
OPÉRATEUR SYNTAXIQUE
OPÉRATEURS RELATIONNELS
OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 1

Soit l'extension de la relation R:

	A	B	C
a1		b1	c1
a2		b2	c2
a3		b3	c3
a2		b4	c9

La requête suivante: $R' = \rho \{A \rightarrow X, B \rightarrow Y, C \rightarrow Z\} (R)$ ou simplement: $\rho \{A \rightarrow X, B \rightarrow Y, C \rightarrow Z\} (R)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

	X	Y	Z
a1		b1	c1
a2		b2	c2
a3		b3	c3
a2		b4	c9

108

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 2

Soit l'extension de la relation R:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	

La requête suivante: $\rho (R \rightarrow R')$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	

109

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

SÉLECTION OU RESTRICTION

Définitions:

La **sélection** (ou **restriction**) d'une relation R par une qualification Q est une relation R' de même schéma dont les tuples sont ceux de R qui satisfont à la qualification, elle est désignée par l'opérateur σ .

♦ La sélection s'effectue sur une seule relation et produit une nouvelle relation de même schéma comportant seulement les tuples qui vérifient les critères appliqués sur certains attributs.

Syntaxe:

$$R' = \sigma \{ \text{Exp1 op Exp2 op...} \} (R)$$

Relation résultante Opérateur de sélection Expression sous forme : $\langle \text{attribut} \rangle \langle \text{opérateur} \rangle \langle \text{valeur} \rangle$ Relation source

Opérateurs de comparaison: $>, >=, <, <=, =, !=$ Connecteurs d'expressions: \wedge (et logique) et \vee (ou logique)

110

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 1

Soit l'extension de la relation R:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	
a5	b5	c5	

La requête suivante: $R' = \sigma \{ A = "a2" \} (R)$ ou simplement: $\sigma \{ A = "a2" \} (R)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A	B	C
a2	b2	c2	
a2	b4	c9	

111

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 2

Soit l'extension de la relation R:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	
a5	b5	c5	

La requête suivante: $R' = \sigma \{ A = "a2" \vee B = "b1" \} (R)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a2	b4	c9	

112

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 3

Soit l'extension de la relation R:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	
a5	b5	c5	

La requête suivante: $R' = \sigma \{A="a2" \wedge B="b1" \} (R)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A	B	C

113

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 4

Soit l'extension de la relation R:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	
a5	b5	c5	

La requête suivante: $R' = \sigma \{A="a2" \wedge B="b2" \} (R)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A	B	C
a2	b2	c2	

114

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

PROJECTION

Définitions:

La **projection** d'une relation R de schéma $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ et d'arité N sur un ensemble d'attributs $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ip}$, donne une relation R' ayant pour schéma cet ensemble d'attributs $(A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ip})$ et une arité N' avec $N' \leq N$ dont les tuples sont obtenus par élimination des attributs de R n'appartenant pas à R' et par suppression des doublons, elle est désignée par l'opérateur π .

♦ La projection s'effectue sur une seule relation et produit une nouvelle relation de schéma comportant seulement les attributs passés comme paramètres et des tuples sans doublons.

Syntaxe: $R' = \pi \{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ip}\} (R)$

Relation résultante | Opérateur de projection | Liste des attributs à afficher sans doublons | Relation source

115

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 1

Soit l'extension de la relation R:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	
a5	b5	c5	

La requête suivante: $R' = \pi \{A\} (R)$ ou simplement: $\pi \{A\} (R)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A
a1	
a2	
a3	
a5	

116

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 2

Soit l'extension de la relation R:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	
a5	b5	c5	

La requête suivante:

$R' = \pi \{B, C\} (R)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	B	C
b1	c1	
b2	c2	
b3	c3	
b4	c9	
b5	c5	

117

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

DIVISION

Définitions:

La **division** d'une relation R de schéma $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ et d'arité N par la relation S (S est une sous-relation de R) de schéma $S(A_{p+1}, \dots, A_n)$ et d'arité N' avec $N' \leq N$, donne une relation R' ayant pour schéma les attributs de R n'appartenant pas à S, formée de tous les tuples qui concaténaient à chacun des tuples de S donne toujours un tuple de R, elle est désignée par l'opérateur \div ou $/$.

La division s'effectue sur deux relations et produit une nouvelle relation comportant les tuples du 1^{er} opérande qui sont associés à tous les tuples du 2^{ème} opérande.

Syntaxe:

R'
Relation
résultante

=

R
Relation
dividende

\div

S
Opérateur de
division
Relation
diviseur

118

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 1

Soient les extensions des relations R et S:

R:	A	B
a1	b1	
a2	b2	
a3	b3	
a2	b4	
a5	b5	
a1	b2	
a4	b5	
a2	b1	

S:	B
b1	
b2	

La requête suivante:

$R' = R \div S$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A
a1	
a2	

119

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE 2

Soient les extensions des relations R et S:

R:	A	B	C
a1	b1	c1	
a2	b2	c2	
a3	b3	c3	
a2	b4	c9	
a5	b5	c5	
a1	b2	c2	
a4	b5	c5	
a2	b1	c1	

S:	B	C
b1	c1	
b2	c2	

La requête suivante:

$R' = R \div S$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A
a1	
a2	

120

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

JOINTURE

- La jointure est l'opération primordiale de l'algèbre relationnelle car elle permet entre autres d'établir les associations entre les relations, en se basant sur les clés primaires et les clés étrangères pour accéder aux informations éclatées lors de la normalisation;
- Les principales types de jointures sont:
 - ✓ Jointure Naturelle;
 - ✓ θ -Jointure;
 - ✓ Equijointure;
 - ✓ Jointure externe;
 - ✓ Auto-Jointure.

121

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

JOINTURE NATURELLE

Définitions:

La **jointure naturelle** de deux relations R et S qui ont des attributs communs, donne une relation R' ayant pour schéma les attributs appartenant à R et S (les attributs communs n'apparaissent qu'une seule fois) formée de toutes les combinaisons des tuples de R et de S ayant les mêmes valeurs pour les attributs communs, elle est désignée par l'opérateur \bowtie .

- La jointure naturelle s'effectue sur deux relations ayant des attributs communs (même noms et même domaine de définition) qui produit une nouvelle relation comportant tous les tuples qui vérifient l'égalité des valeurs des attributs communs.

Syntaxe:

Relation résultante $R' = \bowtie$ Relations sources (R, S)

Opérateur de jointure

122

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

EXEMPLE

Soient les extensions des relations R et S:

R:	A	B	C
a1		b1	c1
a2		b2	c2
a3		b3	c3
a2		b4	c9
a5		b5	c5
a1		b2	c2
a4		b5	c5
a2		b1	c1

S:	C	D
c1		d1
c9		d9
c5		d5

La requête suivante:

$R' = (R \bowtie S)$ ou simplement: $(R \bowtie S)$

Donne comme résultat la relation R' suivante:

R':	A	B	C	D
a1		b1	c1	d1
a2		b4	c9	d9
a5		b5	c5	d5
a4		b5	c5	d5
a2		b1	c1	d1

123

Introduction | OPÉRATEUR SYNTAXIQUE | OPÉRATEURS RELATIONNELS | OPÉRATEURS ENSEMBLISTES

θ -JOINTURE

Définitions:

La **thêta jointure** de deux relations R et S selon une qualification Q donne une relation R' ayant pour schéma les attributs appartenant à R et S formée de toutes les combinaisons des tuples de R et de S qui satisfont à la qualification Q, elle est désignée par l'opérateur \bowtie_Q .

- La thêta jointure s'effectue sur deux relations ayant des attributs communs (même domaine de définition) mais qui ne portent pas forcément les mêmes noms, qui produit une nouvelle relation comportant tous les tuples qui vérifient les critères de jointure (critères appliqués aux attributs communs).

Syntaxe:

Relation résultante $R' = \bowtie_Q$ Relations sources (R, S)

Opérateur de jointure

Relation et attribut commun

Opérateurs de comparaison: $>, >=, <, <=, =, !=$

124