

IFT3030

Base de données

Chapitre 5

L'algèbre relationnelle

§Introduction
§Architecture
§Modèles de données
§Modèle relationnel
§**Algèbre relationnelle**
§SQL
§Conception
§Fonctions avancées
§Concepts avancés
§Modèle des objets
§BD à objets

Plan du cours

- Introduction
- Architecture
- Modèles de données
- Modèle relationnel
- **Algèbre relationnelle**
- SQL
- Conception
- Fonctions avancées
- Concepts avancés
- Modèle des objets
- BD à objets

Introduction

- Ensemble d'opérateurs qui prennent en entrée des relations et qui produisent en sortie des relations
- Objectif : localiser des données dans la base qui répondent à un certain critère
- Deux types d'opérations
 - Opérations de base
 - Opérations dérivées

3

Opérations de base

- Union
 - type : ensembliste, binaire
 - définition : opération entre deux relations de même schéma qui retourne une relation de même schéma contenant l'ensemble des n-uplets qui appartiennent à au moins une des deux relations
 - Remarque : pas de duplication des n-uplets

4

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations de base

■ Union

– Exemple

VINS 1	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A
	JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C

È

VINS 2	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1979	BOURGOGNE	B
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A

=

VINS U	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A
	JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C
	VOLNAY	1979	BOURGOGNE	B

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations de base

■ Union

– Représentation graphique



– Représentation formelle

UNION(R1, R2)

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Opérations de base

■ Différence

- type : ensembliste, binaire
- définition : opération entre deux relations de même schéma qui retourne une relation de même schéma contenant l'ensemble des n-uplets appartenant à la première et n'appartenant pas à la deuxième
- Remarque : opération non commutative

7

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Opérations de base

■ Différence

– Exemple

VINS 1	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A
	JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C

$\frac{3}{4}$

VINS 2	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1979	BOURGOGNE	B
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A

=

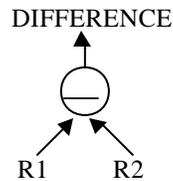
VINS D	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A
	JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C

8

Opérations de base

■ Différence

- Représentation graphique



- Représentation formelle

DIFFERENCE(R1, R2)

9

Opérations de base

■ Produit cartésien

- type : ensembliste, binaire
- définition : opération entre deux relations qui retourne une relation ayant pour schéma l concaténation des deux schémas et contenant l 'ensemble des combinaisons possibles entre les n-uplets des deux relations
- Remarque : opération commutative

10

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Opérations de base

■ Produit cartésien – Exemple

VINS	Cru	Région	Qualité
	VOLNAY	BOURGOGNE	A
	CHENAS	BEAUJOLAIS	A
	JULIENAS	BEAUJOLAIS	C

MIL	Mill
	1979
	1983

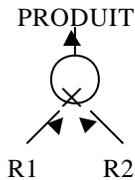
=

VINS P	Cru	Région	Qualité	Mill
	VOLNAY	BOURGOGNE	A	1979
	CHENAS	BEAUJOLAIS	A	1979
	JULIENAS	BEAUJOLAIS	C	1979
	VOLNAY	BOURGOGNE	A	1983
	CHENAS	BEAUJOLAIS	A	1983
	JULIENAS	BEAUJOLAIS	C	1983

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Opérations de base

■ Produit cartésien – Représentation graphique



– Représentation formelle

PRODUIT(R1, R2) / PRODUCT(R1, R2)

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Opérations de base

■ Projection

- type : spécifique, « unaire »
- définition : opération sur une relation qui retourne une relation dont le schéma est celui de la relation initiale à l'exception des attributs non mentionnés en arguments
- Remarque : pas de duplication des n-uplets

13

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Opérations de base

■ Projection

– Exemple

VINS	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A
	VOLNAY	1979	BOURGOGNE	B
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A
	JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C

=

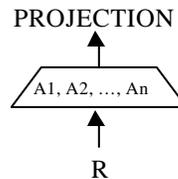
VINS Pr	Cru	Région
	VOLNAY	BOURGOGNE
	CHENAS	BEAUJOLAIS
	JULIENAS	BEAUJOLAIS

14

Opérations de base

■ Projection

– Représentation graphique



– Représentation formelle

PROJECTION(R, A_1, A_2, \dots, A_n) /
PROJECT(R, A_1, A_2, \dots, A_n)

Opérations de base

■ Restriction

– type : spécifique, « unaire »

– définition : opération sur une relation qui retourne une relation de même schéma mais avec uniquement les n-uplets qui vérifient la condition spécifiée en argument

– Remarques :

- Conditions de type $\langle \text{attribut} \rangle \langle \text{comparateur} \rangle \langle \text{valeur} \rangle$
- L'attribut doit appartenir à la relation
- Les comparateurs sont $\langle, \rangle, \leq, \geq, =, \neq$

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations de base

■ Restriction – Exemple

$S_{Mill \geq 1983}$

VINS	Cru	Mill	Région	Qualité
VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A	
VOLNAY	1979	BOURGOGNE	B	
CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A	
JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C	

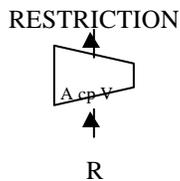
=

VINS Res	Cru	Mill	Région	Qualité
VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A	
CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A	
JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C	

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations de base

■ Restriction – Représentation graphique



– Représentation formelle

RESTRICTION(R, condition) /
RESTRICT(R, condition)

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations de base

■ Jointure

- type : spécifique, binaire
- définition : opération entre deux relations qui retourne une relation de même schéma que le produit cartésien et contenant un sous-ensemble des n-uplets du produit cartésien qui vérifient une condition
- Remarque :
 - Condition : $\langle \text{relation1.attribut1} \rangle \langle \text{comp} \rangle \langle \text{relation2.attribut2} \rangle$
 - Cas de la jointure naturelle : $\langle \text{attribut} \rangle = \langle \text{attribut} \rangle$

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations de base

■ Jointure

- Exemple

VINS	Cru	Mill	Qualité
	VOLNAY	1983	A
	VOLNAY	1979	B
	CHABLIS	1983	A
	JULIENAS	1986	C

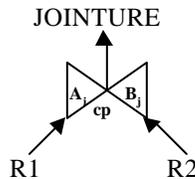
LOCA	Cru	Région	Qual_Moy
	VOLNAY	BOURGOGNE	A
	CHABLIS	BOURGOGNE	A
	CHABLIS	CALIFORNIE	B

VINSREG	Cru	Mill	Qualité	Région	Qual_Moy
	VOLNAY	1983	A	BOURGOGNE	A
	VOLNAY	1979	B	BOURGOGNE	A
	CHABLIS	1983	A	BOURGOGNE	A
	CHABLIS	1983	A	CALIFORNIE	B

Opérations de base

■ Jointure

– Représentation graphique



– Représentation formelle

Naturelle : $\text{Jointure}(R1, R2) / \text{Join}(R1, R2)$

Thêta : $\text{Jointure}(R1, R2, \text{condition}) / \text{Join}(R1, R2, \text{condition})$

21

Opérations dérivées

■ Intersection

- type : ensembliste, binaire
- définition : opération entre deux relations de même schéma qui retourne une relation de même schéma contenant l'ensemble des n-uplets qui appartiennent à la fois aux deux relations
- Remarque : dérivée de la différence
 $R1 - (R1 - R2)$

22

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations dérivées

■ Intersection

– Exemple

VINS 1	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1983	BOURGOGNE	A
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A
	JULIENAS	1986	BEAUJOLAIS	C

∩

VINS 2	Cru	Mill	Région	Qualité
	VOLNAY	1979	BOURGOGNE	B
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A

=

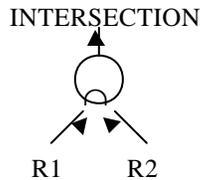
VINS C	Cru	Mill	Région	Qualité
	CHENAS	1983	BEAUJOLAIS	A

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations dérivées

■ Intersection

– Représentation graphique



– Représentation formelle

INTERSECTION(R1, R2) / INTERSECT (R1, R2)

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations dérivées

■ Division

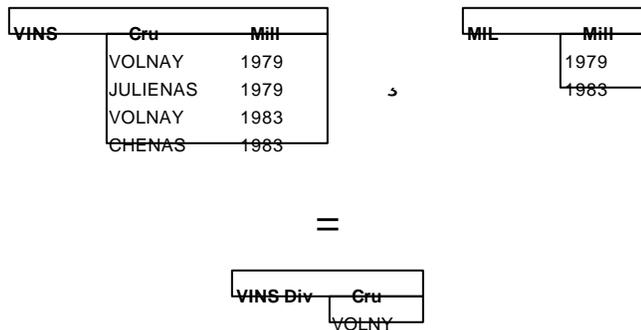
- type : ensembliste, binaire
- définition : opération entre deux relations l'une binaire (A1, A2) et l'autre unaire (A2) qui retourne une relation unaire (A1) contenant l'ensemble des valeurs qui s'unifient avec l'autre attribut
- Remarque : dérivée de la différence, produit cartésien et projection

- § Introduction
- § Architecture
- § Modèles de données
- § Modèle relationnel
- § Algèbre relationnelle
- § SQL
- § Conception
- § Fonctions avancées
- § Concepts avancés
- § Modèle des objets
- § BD à objets

Opérations dérivées

■ Division

– Exemple

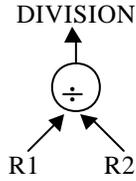


- Introduction
- Architecture
- Modèles de données
- Modèle relationnel
- Algèbre relationnelle**
- SQL
- Conception
- Fonctions avancées
- Concepts avancés
- Modèle des objets
- BD à objets

Opérations dérivées

Division

– Représentation graphique



– Représentation formelle

$DIVISION(R1, R2)$

- Introduction
- Architecture
- Modèles de données
- Modèle relationnel
- Algèbre relationnelle**
- SQL
- Conception
- Fonctions avancées
- Concepts avancés
- Modèle des objets
- BD à objets

Exemple

Vins

CRU	REGION	DEGRE	MILL
Volnay	Bourgogne	12	1980
Chablis	Bourgogne	11	1976
Chablis	Californie	11.3	1914
Beaujolais Primeur	Beaujolais	13	1983
Beaujolais Villages	Beaujolais	11.8	1979
Beaujolais Villages	Beaujolais	12.1	1978
Mercrey	Alsace	13	1980

Producteurs

NOM	PRENOM	REGION	VIN
Appert	Michel	Beaujolais	Beaujolais Primeur
Archimbaud	Jean	Rhone	Cotes du Rhone
Barbin	Bernard	Bourgogne	Chablis
Barrere	Alfred	Sud Ouest	Gaillac
Begot	Albert	Rhone	Châteauneuf du pape
Bohn	Rene	Alsace	Mercrey
Boxler	Albert	Alsace	Gewurztraminer

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Exemple

■ Requête 1

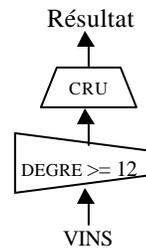
– Donner les Crus des vins ayant un degré supérieur ou égal à 12

■ Traduction

$R1 = \text{RESTRICT}(\text{VINS}, \text{DEGRE} \geq 12)$

$\text{RESULTAT} = \text{PROJECT}(R1, \text{CRU})$

■ Traduction graphique



29

- §Introduction
- §Architecture
- §Modèles de données
- §Modèle relationnel
- §Algèbre relationnelle
- §SQL
- §Conception
- §Fonctions avancées
- §Concepts avancés
- §Modèle des objets
- §BD à objets

Exemple

■ Requête 1

– Résultat

CRU
Volnay
Beaujolais Primeur
Beaujolais Villages

30

- Introduction
- Architecture
- Modèles de données
- Modèle relationnel
- Algèbre relationnelle**
- SQL
- Conception
- Fonctions avancées
- Concepts avancés
- Modèle des objets
- BD à objets

Exemple

Requête 3

– Donner les noms des producteurs et les crus des vins (qu'ils peuvent produire compte tenu de leur localisation) tel que degré > 12 ou producteur autre que 'Barbin'

■ Traduction (une solution possible qui utilise une seule jointure)

R1 = PROJECT(VINS, CRU, DEGRE, REGION)
 R2 = PROJECT(PRODUCTEURS, NOM, REGION)
 R3 = JOIN(R1, R2)
 R4 = RESTRICT(R3, DEGRE >= 12)
 R5 = RESTRICT(R3, NOM ≠ 'Barbin')
 R6 = UNION(R4, R5)
 RESULTAT = PROJECT(R6, NOM, CRUN)

- Introduction
- Architecture
- Modèles de données
- Modèle relationnel
- Algèbre relationnelle**
- SQL
- Conception
- Fonctions avancées
- Concepts avancés
- Modèle des objets
- BD à objets

Exemple

Requête 3 – Résultat

NOM	CRU
Appert	Beaujolais Villages
Bohn	Mercurey
Boxler	Mercurey

