Cours 3: Algèbre relationnelle

Etude des opérateurs de l'algèbre relationnelle

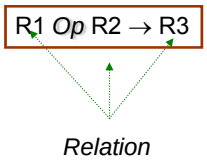
- **Opérateurs ensemblistes**
- **Sélection**
- **Projection**
- **Jointure**
- **Division**
- **Opérateurs dérivés**

Dédiés

Algèbre relationnelle

Ensemble d'opérateurs définis sur l'ensemble des relations:

- le résultat de toute opération algébrique est une relation (*propriété de fermeture*)
- une base formelle pour les requêtes
- utiles pour l'implémentation et l'optimisation des requêtes



Opérateurs algébriques

Opérateurs ensemblistes :

UNION, INTERSECTION, DIFFERENCE, PRODUIT

reformulés spécifiquement pour le modèle relationnel

Opérateurs relationnels spécifiques :

SELECTION, PROJECTION, JOINTURE, DIVISION

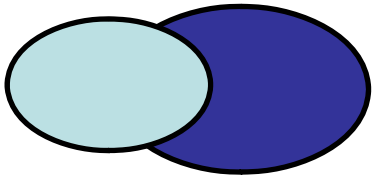
Opérateurs dérivés :

JOINTURE EXTERNE, SEMI-JOINTURE, ...

Faire des couper/coller de lignes et de colonnes

3.1 Opérations Ensemblistes

- OPERATIONS ENSEMBLISTES **POUR DES RELATIONS DE MEME SCHEMA**
  - **UNION**
  - **INTERSECTION**
  - **DIFFERENCE**



- OPERATIONS ENSEMBLISTES **POUR DES RELATIONS DE SCHEMAS QUELCONQUES**
  - **PRODUIT CARTESIEN**
- OPERATIONS BINAIRES
  Relation1 **op** Relation2 --> Relation3

L'ordre de des lignes importe peu

Opérateur UNION

Soit deux relations *R1* et *R2* de <u>même schéma</u>

R1 ∪ R2 est la relation contenant les tuples appartenant à R1 ou 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 *

UNION
R1∪R2

A1	A2	A3
a1	a2	a3
b1	b2	b3
c1	c2	c3
d1	d2	d3
e1	e2	e3

Relation temporaire

* *
Suppression des lignes identiques

commutatif: [R1 ∪ R2] = [R2 ∪ R1]

associatif: [(R1 ∪ R2) ∪ R3] = [R2 ∪ (R1 ∪ R3)]

Opérateur INTERSECTION

Soit deux relations R1 et R2 de <u>même schéma</u>

R1 ∩ 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 ∩ R2] = [R2 ∩ R1]

associatif: [(R1 ∩ R2) ∩ R3] = [R2 ∩ (R1 ∩ R3)]

Opérateur DIFFERENCE

Soit deux relations R1 et R2 de <u>même schéma</u>

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] ≠ [R2 – R1]

Non associatif: [(R1 - R2) – R3] ≠ [R2 – (R1 – R3)]

Opérateur Produit cartésien

Soient les relations **R(A_1, ..., A_n)** et **S(B_1, ..., B_p)**

avec $\{A_1, ..., A_n\} \cap \{B_1, ..., B_p\}$ éventuellement vide

Le ***produit cartésien*** de S et de R noté **R x S**

est défini par la relation Q(A_1, ..., A_n, B_1, ..., B_p) telle que :

(a_1, ..., a_n, b_1, ..., b_p) $\in$ Q **<u>ssi</u>** (a_1, ..., a_n)$\in$R et (b_1, ..., b_p) $\in$S

R1

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

R2

X	Y
x1	y1
x2	y2

PRODUIT CARTESIEN

R1XR2

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

commutatif: [R1 x R2] = [R2 x R1]

associatif: [(R1 x R2) x R3] = [R2 x (R1 x R3)]

Propriétés de la structure

Même schéma

degré(R1 ∪ R2) = degré(R1) = degré(R2)

degré(R1 ∩ R2) = degré(R1) = degré(R2)

degré(R1 – R2)= degré(R1) = degré(R2)

Schéma quelconque

degré(R1 x R2) = degré(R1) + degré(R2)

Opérateur SELECTION

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

exemple : $\sigma_{adresse=PARIS}$ (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

Expression de sélection:
= | ≠ | ≤ | < | > | ≥
∧ | ∨ | ¬

Exercice

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

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

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

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

Vente

numéro	référence_produit	numéro_client	date
00102	153	101	12/10/04
00809	589	108	20/01/05
11005	158	108	15/03/05
12005	589	125	30/03/05

Opérateur PROJECTION

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

exemple : $\pi_{\text{nom, téléphone}}$ (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 *Propser*?

Relation résultante

Exercice

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

Q1 : π Référence_produit, numéro_client (Vente)

Q2 : π nom, adresse (Client)

Vente

numéro	référence_produit	numéro_client	date
00102	153	101	12/10/04
00809	589	108	20/01/05
11005	158	108	15/03/05
12005	589	125	30/03/05

Opérateur JOINTURE / Theta-JOINTURE

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

Client $\bowtie$ Vente

numéro = no_client

Critère de sélection:
= | ≠ | ≤ | < | > | ≥

Client

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

Vente

numéro	ref_produit	no_client	date
00102	AF153	101	12/10/04
00809	BG589	106	18/10/04
11005	VF158	106	05/10/04
12005	BG589	125	25/10/04

La relation résultante :
- autant d'attributs que le produit cartésien (degré(R1) + degré(R2))
- moins de tuples

Exercice

1. Afficher le nom des clients avec les dates de leurs achats
2. Afficher, pour le client numéro 125, le numéro de vente et la marque des produits achetés

Q1 : $\pi_{\text{Client.nom, Vente.date}}$ (Client $\bowtie_{\text{Client.numéro = Vente.no_client}}$ Vente)

Q2 : V1= $\sigma_{\text{Vente.no_client = 125}}$ (Vente)

R1 = V1 $\bowtie_{\text{Vente.ref_produit = Produit.référence}}$ Produit

Res = $\pi_{\text{Vente.numéro, Produit.marque}}$ (R1)

Exercice (suite)

3. Afficher la référence des produits dont le prix est supérieur au produit qui a pour référence 153.

PRODUIT

référence	marque	prix
153	BMW	1000
589	PEUGEOT	1800
158	TOYOTA	1500

curseurs

PRODUIT

référence	marque	prix
153	BMW	1000
589	PEUGEOT	1800
158	TOYOTA	1500

Q3 P1 = ρ (Produit) *opérateur de renommage*

P2 = $\sigma_{\text{P1.référence = 153}}$ (P1)

Res = $\pi_{\text{Produit.référence}}$ (Produit $\bowtie_{\text{Produit.prix > P1.prix}}$ P2)

Opérateur Equijointure / Jointure naturelle

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

Equivalent

no_client

Client

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

Vente

numéro	ref_produit	no_client	date
00102	AF153	101	12/10/04
00809	BG589	106	18/10/04
11005	VF158	106	05/10/04
12005	BG589	125	25/10/04

Exemple de jointure naturelle

Afficher le nom des clients avec les dates de leurs achats

$\pi_{\text{Client.nom, Vente.date}}$ (Client $\bowtie_{\text{Client.numéro = Vente.no_client}}$ Vente)

ou

Renommage Client.numéro en Client.no_client

$\pi_{\text{Client.nom, Vente.date}}$ (Client * Vente)

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

Opérateur DIVISION

La division : opérateur **DIVIDE**, noté ÷, utilisé pour répondre à des requête du type : "quels sont les références des produits achetés par *tous* les clients?"

R1

A	B
a1	x1
a2	x2
a3	x1
a1	x2
a2	x1

R2

X
x1
x2

A
a1
a2

DIVISION

R1÷R2

R1 = $\pi_{\text{Vente.ref_produit,Vente.no-client}}$ (Vente)

R2 = $\pi_{\text{Client.numéro}}$ (Client)

RES = R1 ÷ R2

Autres opérateurs

Opérateur renommer noté α

- ❑ Changer le nom d'un (ou plusieurs) attribut d'une relation R:
  α [nom_attr1: nouveau_nom_pour_attr1, …] R
- ❑ Utile avant les jointures (homonymie, synonymie), ou avant les opérations ensemblistes (même nom requis).

Opérateurs dérivés

- ❑ Jointure externe
- ❑ Semi-jointure gauche, droite

Operateur JOINTURE EXTERNE

La jointure externe entre les relations S et R notée S ⟕ R :

- ✓ la jointure S ⋈ R
- ✓ les tuples de S et R ne participant pas à la jointure

CLIENT ⟕ VENTE

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

A droite et à gauche

Pas d'informations

Opérateur SEMI_JOINTURE

La jointure externe entre les relations S et R notée S ⟖ R :

- ✓ la jointure S ⋈ R
- ✓ les tuples de **R** (**S**) ne participant pas à la jointure

CLIENT ⋉ VENTE

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

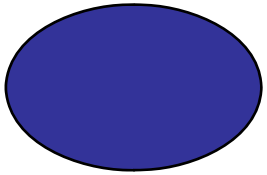
Pas d'informations

Opérateurs déduits

Intersection :

$R \cap S = R - (R - S) = S - (S - R)$ ou

$R \cap S = (R \cup S) - ((R - S) \cup (S - R))$



Jointure naturelle :

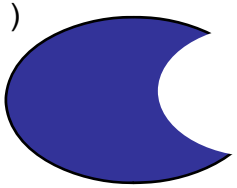
Soient R (X,Y) et S (Y,Z)

$R * S = \pi [X,Y,Z]\ \sigma [Y = Y']\ (R \times \alpha[Y : Y']S)$

Thêta jointure :

Soient R (X,Y) et S (U,V)

$R *[p]\ S = \sigma [p]\ (R \times S)$



Division :

Soient R (X,Y) et S (Y)

$R/S = \pi [X]\ R - \pi [X]\ (((\pi[X]R) \times S) - R)$

Complexité des opérateurs

Sélection : σ [condition] R

- Au plus: balayer la relation + tester la condition sur chaque tuple.
- Complexité = card (R).
- Taille du résultat : [0 : card (R)].

Projection : π [Ai, Ak…] R

- Balayer la relation + élimination doublons
- Complexité = card (R). *0 si inclut dans une sélection*
- Taille du résultat : [1 : card (R)].

Jointure (naturelle ou thêta) entre R et S

- Balayer R et pour chaque tuple de R faire :
  Balayer S et comparer chaque tuple de S avec celui de R.
- Complexité = card (R) x card (S).
- Taille du résultat : [0 : card (R) x card (S)].

Exercice

Relations :

- Journal (code-j, titre, prix, type, périodicité)
- Dépôt (no-dépôt, nom-dépôt, adresse)
- Livraison (no-dépôt, code-j, date-liv, quantité-livrée)

Requêtes :

- Quel est le prix des journaux ?
- Donnez tous les renseignements connus sur les hebdomadaires.
- Donnez les codes des journaux livrés à Nice.
- Donnez les numéros des dépôts qui reçoivent tous les journaux.