



Chapitre 3 : Langages relationnels

Introduction

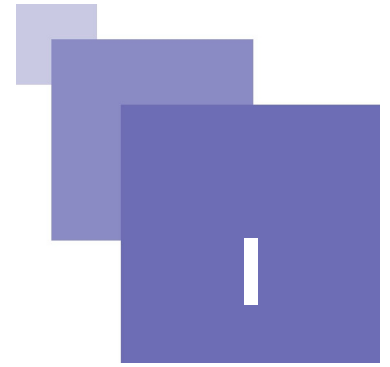
Une tâche très importante de tout SGBD est de pouvoir extraire de la base de données des informations souhaitées par l'utilisateur. On parle dans ce cas de langage d'interrogation. On distingue deux grandes classes de langages relationnels :

- Les langages algébriques basés sur l'algèbre relationnelle définie par CODD
- Les langages prédictifs à variable n-uplet construits à partir de la logique des prédicats.

Ce chapitre présente les langages relationnels, en particulier

- le langage algébrique
- SQL
- langages prédictif à variable n-uplet

Langage algébrique



Ce langage, défini par CODD, est constitué de 8 opérateurs, deux groupes de 4 opérateurs chacun.

- L'ensemble traditionnel composé des opérations d'union, intersection, différence et produit cartésien.
- Des opérations relationnelles spécifiques de restriction, projection, jointure et division.

A. Opérateurs ensemblistes

- C'est l'ensemble traditionnel composé des opérations d'union, intersection, différence et produit cartésien.

Ces opérations sont modifiées quelque peu pour prendre en compte le fait que leurs opérandes sont des relations et pas des ensembles arbitraires).

- **Propriété de fermeture relationnelle** : (tout est relation) : le résultat de chaque opération relationnelle est une autre relation. ie : Une requête s'exprime par une relation résultant de l'application successive d'opérateurs sur des relations de la base de données.
- Par exemple, en mathématique, l'union de deux ensembles, est l'ensemble de tous les éléments appartenant aux deux ou à chacun des ensembles considérés. Nous considérons une relation comme un ensemble de n-uplets ; Et l'union de deux relations est l'ensemble constitué de tous leurs n-uplets.

1. Union

Définition :

L'union de deux relations de même schéma R1 et R2 est une relation ayant le même schéma que R1 et R2 et constituée de l'ensemble de tous les n-uplets t appartenant à R1, à R2 ou aux deux.

Exemple :

R1		R2		R1 ∪ R2	
A	B	A	B	A	B
a	b	a	b	a	b
c	b	c	e	c	b
d	e	d	b	d	e
				c	e
				d	b

2. Intersection

Définition :

L'intersection de deux relation de même schéma R1 et R2 est une relation ayant le même schéma que R1 et R2 et constituée de l'ensemble de tous les n-uplets t appartenant à R1 et R2 (en même temps).

Exemple :

R1		R2		R1 ∩ R2	
A	B	A	B	A	B
a	b	a	b	a	b
c	b	c	e		
d	e	d	b		

3. Différence

Définition :

La différence de deux relations de même schéma R1 et R2, dans cet ordre, notée R1 - R2 est une relation ayant le même schéma que R1 et R2 et une structure consistant en l'ensemble de tous les n-uplets t appartenant à R1 et pas à R2

Exemple :

R1		R2		R1 - R2	
A	B	A	B	A	B
a	b	a	b		
c	b	c	e	c	b
d	e	d	b	d	e

4. Produit cartésien

Définition :

Le produit cartésien de deux relation R1 et R2 est une relation ayant pour attributs la concaténation de ceux de R1 et de R2 et dont les n-uplets sont toutes les concaténations d'un n-uplet de R1 à un n-uplet de R2.

Exemple :

R1		R3		R1 ⊗ R3			
A	B	B	C	A	R1.B	R3.B	C
a	b	b	c	a	b	b	c
a	b	e	a	a	b	e	a
c	b	b	d	a	b	b	d
c	b	e	a	c	b	b	c
c	b	e	a	c	b	e	a
c	b	b	d	c	b	b	d
d	e	b	c	d	e	b	c
d	e	e	a	d	e	e	a
d	e	b	d	d	e	b	d

B. Opérateurs relationnels spécifiques

Exemple de BD :

COMPETITION				COURSES		
Ncomp	Nom Comp	Date Comp	Prix Comp	Nbat	Ncomp	Score
200	LE GRAND TOUR	21/03/2000	1000000	102	210	2
210	COURSE DE LA LIBERTE	05/05/2004	1000000	102	240	1
215	LE GRAND TOUR	20/03/2005	1100000	102	270	4
220	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2005	1500000	103	210	4
240	COURSE DE LA LIBERTE	10/05/2007	1500000	103	215	3
260	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2009	2000000	104	210	1
265	LE GRAND TOUR	21/03/2010	2000000	104	215	2
270	COURSE DE LA LIBERTE	08/05/2010	1800000	104	220	4
				104	240	3
				104	260	5
				104	265	1
				104	270	3
				105	210	3
				105	215	1

BATEAU			PARTICIPANTS		
Nbat	Nom Bat	Sponsor	NPart	Nom Part	Nbat
102	TASSILI	DJEZZY	320	MOHAMMED	104
103	EL BAHDJA	BNA	470	ALI	103
104	LA COLOMBE	NEDJMA	601	OMAR	102
105	HOGGAR	BNA	720	MUSTAFA	105

1. Restriction

Définition :

La restriction d'une relation de schéma R(A1, A2, ... , An) sous une certaine

condition C est une relation R' de même schéma que R dont les n-uplets sont un sous ensemble de R vérifiant la condition C. Cette Notation : $\delta_C(R)$

Exemple :

Soit l'expression d'une restriction et son résultat donnés dans la figure suivante :

$\sigma_{\text{NomComp} = \text{"LE GRAND TOUR"}}(\text{Compétition})$

Ncomp	Nom Comp	Date Comp	Prix Comp
200	LE GRAND TOUR	21/03/2000	1000000
215	LE GRAND TOUR	20/03/2005	1100000
265	LE GRAND TOUR	21/03/2010	2000000

C'est une relation de **même schéma** que la relation **Compétition** qui donne toutes les informations sur le déroulement de la compétition **LE GRAND TOUR**.

La condition C :

C'est une **combinaison logique** de termes dont le résultat sera évalué à **vrai** ou **faux**.
Chaque terme est une comparaison de type **(Ai θ littéral)** ou bien **(Ai θ Aj)**
où Ai et Aj sont des attributs
 θ : opérateur de comparaison (= , \neq , < , > , \leq , \geq)

Exemple :

Cherchons les compétition LE GRAND TOUR qui se sont déroulées avant 2003
Cette requête s'écrit :

$\sigma_{(\text{NomComp} = \text{"LE GRAND TOUR"}) \text{ and } (\text{DateComp} < \text{"01/01/2003"})}(\text{Compétition})$

Ncomp	Nom Comp	Date Comp	Prix Comp
200	LE GRAND TOUR	21/03/2000	1000000

Remarque :

L'opérateur de restriction prend une seule relation comme argument, soit R, ainsi qu'un paramètre, qui est la condition que doivent vérifier les tuples à sélectionner.
C'est donc un opérateur pour la **construction "horizontale"** d'un sous-ensemble de la relation R

2. Projection

Définition :

La projection d'une relation R de schéma R(A1, A2, ... , An) sur un sous ensemble d'attributs de R, est une relation R' de schéma R'(Ai1, Ai2, ... Aip) (p<n) dont les n-uplets sont obtenus par élimination des valeurs des attributs de R n'appartenant pas à R' et par suppression des n-uplets en double.

Notation : $\Pi_{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ip}}(R)$

Exemple :

Cherchons les noms des compétitions

$\pi_{\text{NomComp}} (\text{Compétition})$

NomComp
LE GRAND TOUR
COURSE DE LA LIBERTE
TROPHEE BARBEROUSSE

Remarque

L'opérateur de projection prend une **seule relation** comme argument, soit R, ainsi qu'un paramètre, qui est la liste des attributs choisis parmi ceux du schéma de la relation donnée en argument.

C'est donc un opérateur pour la **construction "verticale"** d'un sous-ensemble de la relation R

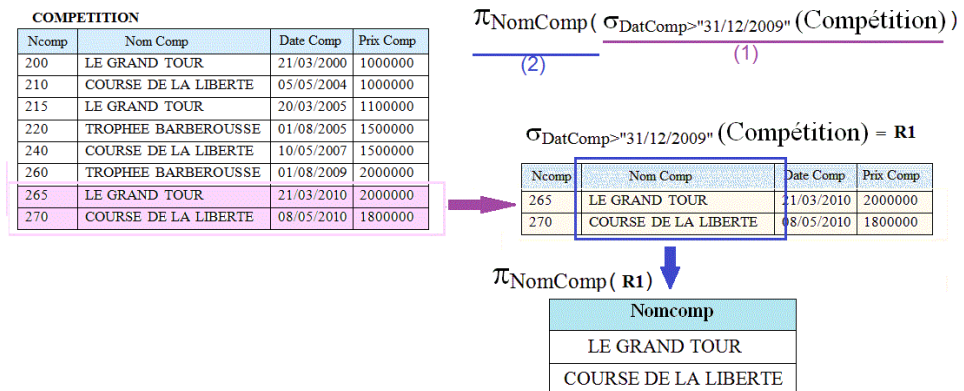
Exemple de requêtes combinant restriction et projection

$\pi_{\text{NomComp}} (\sigma_{\text{DatComp} > "31/12/2009"} (\text{Compétition}))$

Nomcomp
LE GRAND TOUR
COURSE DE LA LIBERTE

C'est une relation qui donne les noms des compétitions qui se sont déroulées après 2009.

Ce résultat est obtenu par application successive de l'opération de restriction suivie d'une opération de projection.

**3. Jointure naturelle****Définition :**

Soient deux relations $R1(A1, \dots, An, X)$ et $R2(X, B1, \dots, Bm)$ ayant un ensemble X d'attributs communs (définis sur le même domaine), la jointure naturelle de R1 et R2 est une relation $R(A1, \dots, An, X, B1, \dots, Bm)$ tel que tout n-uplet t résultant de la composition d'un n-uplet de R1 et d'un n-uplet de R2 ayant les mêmes valeurs pour les attributs X, appartient à R.

Notation : $R1 \bowtie R2$

Exemple de jointure

BATEAU \bowtie COURSES

Nbat

Nbat	Nombat	Sponsor	Ncomp	Score
102	TASSILI	DJEZZY	210	2
102	TASSILI	DJEZZY	240	1
102	TASSILI	DJEZZY	270	4
103	EL BAHDJA	BNA	210	4
103	EL BAHDJA	BNA	215	3
104	LA COLOMBE	NEDJMA	200	2
104	LA COLOMBE	NEDJMA	210	1
104	LA COLOMBE	NEDJMA	215	2
104	LA COLOMBE	NEDJMA	220	4
104	LA COLOMBE	NEDJMA	240	3
104	LA COLOMBE	NEDJMA	260	5
104	LA COLOMBE	NEDJMA	265	1
104	LA COLOMBE	NEDJMA	270	3
105	HOGGAR	BNA	210	3
105	HOGGAR	BNA	215	1

Résultat d'une jointure entre
BATEAU et COURSES sur l'attribut
commun Nbat

C'est une relation qui donne les
informations sur les bateaux ainsi que
les courses auxquelles ils ont
participés.

Exemple

Pour connaître les noms des compétitions dans les quelles a participé le bateau n° 105, on écrit :

$$\pi_{\text{NomComp}}(\text{COMPETITION} \bowtie \sigma_{\text{Nbat}=105}(\text{COURSES}))$$

NComp

on obtient :

NomComp
COURSE DE LA LIBERTE
TROPHEE BARBEROUSSE

C'est une relation qui donne les noms des
compétitions auxquelles a participé
le bateau n°105.

Exemple

Si on veut obtenir les noms des bateaux ayant participé aux compétitions "TROPHEE BARBEROUSSE", on écrit :

$$\pi_{\text{Nombat}}(((\sigma_{\text{NomComp} = \text{"TROPHEE BARBEROUSSE"}}(\text{COMPETITION})) \bowtie \text{COURSES}) \bowtie \text{BATEAU})$$

Ncomp Nbat

$$\sigma_{\text{NomComp} = \text{"TROPHEE BARBEROUSSE"}}(\text{compétition}) = R1$$

Ncomp	Nomcomp	Datcomp	Prixcomp
220	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2005	1500000
260	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2009	2000000

$$R1 \bowtie_{Ncomp} COURSES = R2$$

Ncomp	Nomcomp	Datcomp	Prixcomp	Nbat	Score
220	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2005	1500000	104	4
260	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2009	2000000	104	5
220	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2005	1500000	105	1

$$R2 \bowtie_{Nbat} BATEAU = R3$$

Ncomp	Nomcomp	Datcomp	Prixcomp	Nbat	Score	Nombat	Sponsor
220	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2005	1500000	104	4	LA COLOMBE	NEDJMA
260	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2009	2000000	104	5	LA COLOMBE	NEDJMA
220	TROPHEE BARBEROUSSE	01/08/2005	1500000	105	1	HOGGAR	BNA

On obtient : $\pi_{Nombat}(R3)$

Nombat
LA COLOMBE
HOGGAR

Remarque :

-La jointure est à la fois associative et commutative.

=> $(R1 \bowtie R2) \bowtie R3$ et $R1 \bowtie (R2 \bowtie R3)$ et $R1 \bowtie R2 \bowtie R3$ sont équivalentes.

Peuvent toutes les deux être simplifiées sans ambiguïté en $R1 \bowtie R2 \bowtie R3$

-De même, les expressions : $R1 \bowtie R2$ et $R2 \bowtie R1$ sont équivalentes

-Si $R1$ et $R2$ n'ont pas d'attribut commun, alors $R1 \bowtie R2$ est équivalent à $R1 \times R2$ (la jointure naturelle dégénère en un produit cartésien dans ce cas).

4. θ -Jointure

Définition :

Soient deux relations $R1(A1, \dots, An, X)$ et $R2(Y, B1, \dots, Bm)$ et une condition de la forme $X \theta Y$, la θ -jointure de $R1$ et $R2$ est la restriction du produit cartésien à cette condition.

notation : $R1 \bowtie_{X \theta Y} R2$

Remarque :

-Les attributs X et Y sont définis sur le même domaine et l'opération θ a un sens pour ce domaine

-La θ -jointure est une opération est relativement rare, c'est une jointure de deux relations sur la base d'une condition autre que l'égalité.

-Le résultat est une relation possédant le même en-tête que le produit cartésien de $R1$ et $R2$ et ayant une structure consistant en l'ensemble de tous les n -uplets t appartenant à ce produit cartésien avec la condition " $X \theta Y$ " évaluée à vrai pour ce n -uplet t .

Exemple d'une θ -jointure

Soient les deux relations suivantes :

Résultats

Matricule	NOM	Prénom	Moyenne
31051780	MIDOUNI	FOUZIA	13.00
31051956	BOUTRIK	FATEH	14.5.
31052075	ACHIR	SARAH	17.25

Guide

CodeF	Filière	Etablissement	MoyMin
L01	Maths Info	USTHB	14
700	Docteur en médecine	Univ. Alger 1	15
701	Docteur en pharmacie	Univ. Alger 1	15

Pour faire correspondre à chaque étudiant les filières auxquelles il peut accéder, on calcule **la jointure supérieure ou égale-à** de la relation RÉSULTATS sur Moyenne avec la relation Guide sur MoyMin

$\text{RESULTATS} \bowtie \text{GUIDE WHERE Moyenne} \geq \text{MoyMin}$, On obtient :

Matricule	NOM	Prénom	Moyenne	CodeF	Filière	Etablissement	MoyMin
31051956	BOUTRIK	FATEH	14.5.	L01	Maths Info	USTHB	14
31052075	ACHIR	SARAH	17.25	L01	Maths Info	USTHB	14
31052075	ACHIR	SARAH	17.25	700	Docteur en médecine	Univ. Alger 1	15
31052075	ACHIR	SARAH	17.25	701	Docteur en pharmacie	Univ. Alger 1	15

5. Division

La division est définie comme une opération entre une relation R1 (le dividende) et une relation R2 (le diviseur) qui produit une relation R3 (le quotient) comme résultat.

Soit $R1(X,Y)$ et $R2(Y)$ où $X = A_1, \dots, A_n$ et $Y = B_1, \dots, B_m$.

L'opération de division $R1 \div R2 = R3(X)$.

Chaque tuple $t3(X)$ de R3 est tel que: $\forall t2(Y)$ tuple de R2, $\exists t1(X,Y)$ tuple dans R1 tq $t1(X,Y) = t3(X)t2(Y)$.

En d'autres termes, chaque n-uplet de R3 concaténé avec chaque n-uplet de R2 donne un n-uplet de R.

Exemple de division

Quels sont les Numéros des bateaux ayant participé à toutes les compétitions?
S'écrit :

$\pi_{\text{Ncomp,Nbat}}(\text{COURSES}) \div \pi_{\text{Nbat}}(\text{BATEAU})$, On obtient :

Nbat
104

Seul le bateau 104 répond à cette contrainte i.e. participe à toutes les compétitions

Remarque :

A chaque fois que la requête formulée en langue naturelle comporte une condition faisant intervenir le "**tous**" alors ceci est une indication forte que la division est l'opération à effectuer.

C. Exemples de requêtes

Exprimer les requêtes suivantes en algébriques

1. Donner le nom du bateau de ALI.
2. Donner les Bateaux qui ne participent pas aux compétitions " LE GRAND TOUR"
3. Donner les N° des bateaux n'ayant participé qu'aux compétitions " COURSE DE LA LIBERTE"
4. Donner le nom des compétitions dans lesquelles ont participé tous les bateaux.
5. Donner les numéros des bateaux qui ne sont jamais arrivés premiers dans les compétitions "TROPHEE BARBEROUSSE".