

BASES DE DONNÉES III

ALGÈBRE RELATIONNELLE

Laurent Kaczmarek

PCSI² 2013-2014
Lycée Louis Le Grand

Lundi 26 mai 2014

I

INTRODUCTION

- La relation **prenom**

P	Nb	S	A
Liz	5	F	2012
Lohan	9	M	2012

- Pour déterminer le nombre de fois que le prénom *Julie* a été donné à Paris en 2012, il suffit de considérer la relation **prenom** et de supprimer les lignes inutiles (celles où $A \neq 2012$ ou $P \neq \text{"Julie"}$).
- Afin de trouver une information dans une base de données, on effectue des opérations sur les relations.
- Les traitements que nous ferons subir aux relations formant une base de données s'apparentent à des opérations ensemblistes (intersection, etc) mais aussi à des collages, des découpages, des suppressions de lignes ou de colonnes, etc.
- L'*algèbre relationnelle* étudie ces opérations.

II

OPÉRATIONS SUR LES RELATIONS

INTERSECTION, UNION ET DIFFÉRENCE

- ▶ Les opérations sur les relations les plus élémentaires sont du type ensembliste.
- ▶ Soient R et R' deux relations ayant le même schéma relationnel. On définit les relations suivantes par le même schéma relationnel que R et R' et les conditions suivantes :
 - ▶ la réunion de R et R' est la relation formée des enregistrements figurant dans R **ou** R' .
 - ▶ L'intersection de R et R' est la relation formée des enregistrements figurant dans R **et** R' .
 - ▶ R privé de R' est la relation formée des enregistrements figurant dans R **mais pas** dans R' .

NOTATIONS

Celles de l'algèbre : $R \cup R'$, $R \cap R'$ et $R \setminus R'$.

EXEMPLES POUR \cup , \cap ET \setminus

- Soient les deux relations suivantes :

R		
Prénom	Classe	Sexe
Guy	TS1	M
François	TS5	M
Julie	TS3	F

R'		
Prénom	Classe	Sexe
Gustave	TS2	M
Viviane	TS1	M
François	TS5	M

- On obtient clairement :

$R \cup R'$		
Prénom	Classe	Sexe
Guy	TS1	M
François	TS5	M
Julie	TS3	F
Gustave	TS2	M
Viviane	TS1	M

$R \cap R'$		
Prénom	Classe	Sexe
François	TS5	M

$R \setminus R'$		
Prénom	Classe	Sexe
Guy	TS1	M
Julie	TS3	F

LA PROJECTION

La projection d'une relation R sur les attributs A_1, \dots, A_n est la relation obtenue à partir de R en supprimant les attributs ne figurant pas dans $\{A_1, \dots, A_n\}$ et en supprimant les éventuels enregistrements doublons.

NOTATION

On note $\pi[A_1, \dots, A_n](R)$ la projection de R sur A_1, \dots, A_n .

EXEMPLE DE PROJECTION

► Soit R définie par :

Prénom	Classe	Sexe
John	TS4	M
Julie	TS3	F
Julie	TS6	F
Marc	TS3	M

► $\pi[\text{Prénom}, \text{Sexe}](R)$

Prénom	Sexe
John	M
Julie	F
Marc	M

LA SÉLECTION

La sélection de R suivant une condition C (portant sur ses attributs) est la relation de même schéma relationnel que R mais dont les enregistrements sont les enregistrements de R vérifiant la condition C .

NOTATION

On note $\sigma[C](R)$.

EXEMPLE DE SÉLECTION

- Soit R définie par :

Prénom	Classe	Sexe
John	TS4	M
Julie	TS3	F
Julie	TS6	F
Marc	TS3	M

- $\sigma[\text{Sexe} = "F"](R)$

Prénom	Sexe
Julie	TS3 F
Julie	TS6 F

LE RENOMMAGE

Le renommage de l'attribut A de R en A' est la relation obtenue en changeant dans R le nom de A en A' .

NOTATION

On note $\rho[A : A'](R)$.

EXEMPLE DE RENOMMAGE

► Soit R définie par :

Prénom	Classe	Sexe
John	TS4	M
Julie	TS3	F
Julie	TS6	F
Marc	TS3	M

► $\rho[\text{Sexe} : S](R)$

Prénom	Classe	S
John	TS4	M
Julie	TS3	F
Julie	TS6	F
Marc	TS3	M

LE PRODUIT CARTÉSIEN

Soient R et R' deux relations n'ayant pas d'attribut commun.
de R par R' est la relation formée de toutes les combinaisons
possibles d'enregistrements des relations R et R' .

NOTATION

On note $R \times R'$.

EXEMPLE DE PRODUIT CARTÉSIEN

► Soient R définie par...

Prénom	Classe	Sexe
John	TS4	M
Julie	TS3	F
Julie	TS6	F
Marc	TS3	M

► ...et R' par...

Numéro	Ville
123	Naples
567	Venise

EXEMPLE DE PRODUIT CARTÉSIEN (SUITE)

Le produit cartésien $R \times R'$ est donné par :

Prénom	Classe	Sexe	Numéro	Ville
John	TS4	M	123	Naples
Julie	TS3	F	123	Naples
Julie	TS6	F	123	Naples
Marc	TS3	M	123	Naples
John	TS4	M	567	Venise
Julie	TS3	F	567	Venise
Julie	TS6	F	567	Venise
Marc	TS3	M	567	Venise

LA DIVISION CARTÉSIENNE

Soient R et R' deux relations tels que les attributs de R' soient des attributs de R . La division cartésienne de R par R' est la plus grande relation R'' telle que $R'' \times R'$ soit contenue dans R .

NOTATION

On note $R \div R'$.

EXEMPLE DE DIVISION CARTÉSIENNE

► Soient R définie par...

Prénom	Classe	Sexe
John	TS4	M
Julie	TS3	F
Julie	TS6	F
Marc	TS3	M

► ...et R' par...

Prénom	Sexe
Julie	F
Marc	M

EXEMPLE DE DIVISION CARTÉSIENNE (SUITE)

La division cartésienne $R \div R'$ est donnée par :

Classe
TS3

C'est la liste des classes où tous les prénoms de R' apparaissent.

LA JOINTURE

La jointure de deux relations R et R' suivant une condition C donnée est la sous-relation de $R \times R'$ formée des enregistrements vérifiant C .

NOTATION

On note $R \bowtie [C]R'$.

EXEMPLE DE JOINTURE

► Soient R définie par...

Prénom	Classe	Sexe
John	TS4	M
Julie	TS3	F
Julie	TS6	F
Marc	TS3	M

► ...et R' par...

Terminale	Voyage
TS3	Venise
TS4	Londres

► La jointure $R \bowtie [Classe = Terminale]R'$ est donnée par :

Prénom	Classe	Sexe	Terminale	Voyage
John	TS4	M	TS4	Londres
Julie	TS3	F	TS3	Venise
Marc	TS3	M	TS3	Venise

III

FONCTIONS D'AGRÉGATION USUELLES

- ▶ Les fonctions d'agrégation permettent d'effectuer des opérations statistiques sur une relation R : *comptage*, *maximum*, *minimum*, *somme* et *moyenne*.
- ▶ Soient A_1, \dots, A_n des attributs de R . Il est possible de n'effectuer ces opérations que sur les groupes d'enregistrements de R ayant les mêmes attributs A_1, \dots, A_n .

NOTATION

- ▶ Si R est une relation, A, B des attributs de R et f une fonction d'agrégation, $A \gamma(R)_{A, f(B)}$ est la relation à deux attributs, A et $f(B)$, dont chaque enregistrement est formé des valeurs de A et $f(B)$ sur les groupes d'enregistrements de R ayant le même attribut A .
- ▶ On généralise à $A_1, \dots, A_m \gamma(R)_{A'_1, \dots, A'_p, f_1(B_1), \dots, f_k(B_k)}$ avec $\{A_1, \dots, A'_p\} \subset \{A_1, \dots, A_m\}$.

EXEMPLE D'AGRÉGATION

- Soient R définie par :

P	C	N
John	TS3	17
Julie	TS2	15
Julien	TS2	12
Marc	TS3	14

- $c\gamma(R)_{somme(N)}$

somme(N)
31
27

- $c\gamma(R)_{C,somme(N)}$

Classe	somme(N)
TS3	31
TS2	27

IV

EXEMPLES PLUS ÉLABORÉS

LA RELATION **prenom**

P	Nb	S	A
Liz	5	F	2012
Lohan	9	M	2012
Emilien	14	M	2005
Elio	11	M	2007
Margot	75	F	2013
Alienor	24	F	2006
Cesar	25	M	2006
Alban	24	M	2008
Anna	127	F	2008
Zakaria	32	M	2009
Abdoul	10	M	2010
Amalia	7	F	2011

BASES DE
DONNÉES III
ALGÈBRE
RELATIONNELLE

LAURENT
KACZMAREK

INTRODUCTION

OPÉRATIONS SUR
LES RELATIONS

GROUPE ET
FONCTIONS
D'AGRÉGATION

EXEMPLES PLUS
ÉLABORÉS

PRÉNOMS DONNÉS EN 2008 OU 2012 ?

► Rappel

P	Nb	S	A
Liz	5	F	2012
Lohan	9	M	2012
Emilien	14	M	2005
Elio	11	M	2007
Margot	75	F	2013
Alienor	24	F	2006
Cesar	25	M	2006
Alban	24	M	2008
Anna	127	F	2008
Zakaria	32	M	2009
Abdoul	10	M	2010
Amalia	7	F	2011

► $S = \sigma[A = 2008](prenom)$

P	Nb	S	A
Alban	24	M	2008
Anna	127	F	2008

► $T = \sigma[A = 2012](prenom)$

P	Nb	S	A
Liz	5	F	2012
Lohan	9	M	2012

► $U = S \cup T$

P	Nb	S	A
Alban	24	M	2008
Anna	127	F	2008
Liz	5	F	2012
Lohan	9	M	2012

► $\pi[P](U)$

P
Alban
Anna
Liz
Lohan

COMBIEN DE PRÉNOMS DONNÉS ENTRE 2011 ET 2013 ?

► Rappel

P	Nb	S	A
Liz	5	F	2012
Lohan	9	M	2012
Emilien	14	M	2005
Elio	11	M	2007
Margot	75	F	2013
Alienor	24	F	2006
Cesar	25	M	2006
Alban	24	M	2008
Anna	127	F	2008
Zakaria	32	M	2009
Abdoul	10	M	2010
Amalia	7	F	2011

► $T = \sigma[A > 2010](prenom)$

P	Nb	S	A
Liz	5	F	2012
Lohan	9	M	2012
Margot	75	F	2013
Amalia	7	F	2011

► $\gamma(T)_{somme(Nb)}$

somme(Nb)
96

LA BASE DE DONNÉE Biblio

Opera

IdOpéra	Chaîne
Titre	Chaîne
Compositeur	Chaîne



CD

IdCD	Chaîne
#IdOpéra	Chaîne
Chef	Chaîne
Année	Entier

Emprunt

#IdCD	Chaîne
#IdClient	Chaîne
Date	Date



Client

IdClient	Chaîne
Nom	Chaîne
Téléphone	Chaîne
Adresse	Chaîne

INTRODUCTION

OPÉRATIONS SUR
LES RELATIONS

GROUPES ET
FONCTIONS
D'AGRÉGATION

EXEMPLES PLUS
ÉLABORÉS

DATE DES EMPRUNTS DES OPÉRAS DE BRITTEN ?

► Relation **Emprunts**

IdEmprunt	#IdCD	#IdClient	Date
E001	CD006	CL002	12/12/2013
E002	CD001	CL003	13/04/2014
E003	CD009	CL001	16/05/2014
E004	CD004	CL002	12/12/2013
E005	CD001	CL003	13/04/2014
E006	CD010	CL001	16/05/2014

► Relation **CD**

IdCD	#IdOpéra	Chef	Annee
CD001	OP010	Mackerras	1978
CD002	OP003	Kubelik	1982
CD003	OP009	Jacobs	1997
CD004	OP004	Britten	1965
CD005	OP006	Boulez	1974
CD006	OP002	Gardiner	1982
CD007	OP007	Bohm	1973
CD008	OP008	Solti	1968
CD009	OP009	Haim	2004
CD010	OP011	Colin Davis	1978

DATE DES EMPRUNTS DES OPÉRAS DE BRITTEN ?

► Relation **Opera**

IdOpera	Titre	Compositeur
OP001	Alceste	Gluck
OP002	Les Boréades	Rameau
OP003	Parsifal	Wagner
OP004	Billy Budd	Britten
OP005	Elektra	Strauss
OP006	Wozzeck	Berg
OP007	Così fan tutte	Mozart
OP008	Don Carlo	Verdi
OP009	Orfeo	Monteverdi
OP010	Katia Kabanova	Janacek
OP011	Peter Grimes	Britten

► $R = \sigma[\text{Compositeur} = \text{Britten}] \text{Opera}$

IdOpera	Titre	Compositeur
OP004	Billy Budd	Britten
OP011	Peter Grimes	Britten

DATE DES EMPRUNTS DES OPÉRAS DE BRITTEN ?

- $S = R \bowtie [R.IdOpera = CD.IdOpera] CD$

IdOpera	Titre	Compo.	IdCD	IdOpera	Chef	Annee
OP004	Billy Budd	Britten	CD004	OP004	Britten	1965
OP011	Peter Grimes	Britten	CD010	OP011	Colin Davis	1978

- $T = S \bowtie [S.IdCD = Emprunt.IdCD] Emprunt$

IdOpera	Titre	Compositeur	IdCD	IdOpera	Chef	...
OP004	Billy Budd	Britten	CD004	OP004	Britten	...
OP011	Peter Grimes	Britten	CD010	OP011	Colin Davis	...

...	Annee	IdEmprunt	#IdCD	#IdClient	Date
...	1965	E004	CD004	CL002	12/12/2013
...	1978	E006	CD010	CL001	16/05/2014

- $\pi[Date](T)$

Date
12/12/2013
16/05/2014

NOMBRE DE CD EMPRUNTÉS PAR LE CLIENT KACZMAREK ?

► La relation **Client**

IdClient	Nom	Tel	Adresse
CL001	Kaczmarek	06.12.34.56.78	Paris
CL002	Vrick	06.11.22.33.44	Paris
CL003	Kazan	06.98.76.54.32	Lille

► Relation **Emprunt**

IdEmprunt	#IdCD	#IdClient	Date
E001	CD006	CL002	12/12/2013
E002	CD001	CL003	13/04/2014
E003	CD009	CL001	16/05/2014
E004	CD004	CL002	12/12/2013
E005	CD001	CL003	13/04/2014
E006	CD010	CL001	16/05/2014

- $R = \sigma[Nom = "Kaczmarek"](\text{Client})$
 $S = R \bowtie [R.IdClient = Emprunt.IdClient]Emprunt$
 $T = \gamma(S)_{comptage(Nom)}$

count(Nom)
2