

# Introduction & Algèbre Relationnelle

Langage et sécurité des bases de données S5  
L3 MAGE Classique

Rafael Angarita

Basé sur les cours de Thibault Anani Agondja et Sonia Guehis

Nanterre Université

Année 2023-2024

# Table des matières

## 1 Introduction aux bases de données

## 2 Algèbre relationnelle

- Les opérateurs fondamentaux
- Les opérateurs dérivés

# Table des matières

## 1 Introduction aux bases de données

## 2 Algèbre relationnelle

- Les opérateurs fondamentaux
- Les opérateurs dérivés

# Les bases de données et les SGBD

Problème central : comment manipuler et stocker les données ?

## Base de données

Grand ensemble de données structurées et organisées sur un support permanent (papier, fichier, disque dur, etc) afin d'en faciliter l'exploitation

## Système de gestion de base de données (SGBD)

Logiciel de haut niveau d'abstraction qui permet de manipuler ces informations

# Exemples de Base de données

## Annuaire téléphonique

Ensemble d'enregistrements, et chaque enregistrement regroupe trois champs : nom, adresse et numéro de téléphone des particuliers

## Bibliothèque

Ensemble d'enregistrements sur les livres, les emprunts, les emprunteurs, etc.

Emprunt de livres par les emprunteurs ce qui permet de savoir quels sont les livres à l'intérieur et à l'extérieur à un instant  $t$

## Université

Ensemble d'enregistrements sur les étudiants, les cours, les enseignants, etc.

Les étudiants vont participer à des cours donnés par les professeurs

# Système de gestion de Bases de données

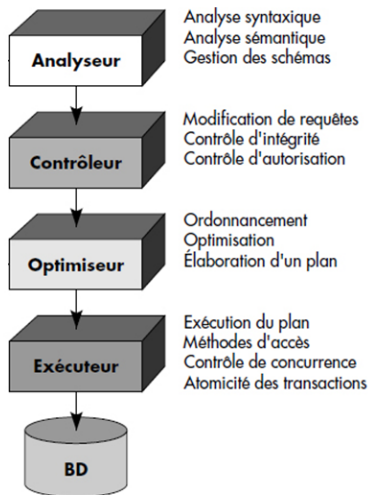
« Ensemble de logiciels systèmes permettant aux utilisateurs d'insérer, de modifier, et de rechercher efficacement des données spécifiques dans une grande masse d'informations (pouvant atteindre plusieurs milliards d'octets) partagée par de multiples utilisateurs » [Gardarin]

# Diversité et complexité

## Diversité des utilisateurs, des interfaces et des architectures

- Diversité des utilisateurs : administrateurs, programmeurs, non informaticiens, ...
- Diversité des interfaces : langages BD, menus, saisies, rapports, formulaires, ...
- Diversité des architectures : client-serveur/pair à pair, centralisé/distribué

# Architecture typique d'un SGBD





# Abstraction des données

## Niveau physique ou interne

Niveau le plus bas. Organisation physique des données de manière à les stocker et d'y accéder le plus rapidement possible. Décrit comment elles sont stockées dans la mémoire physique e.g. sur des disques durs

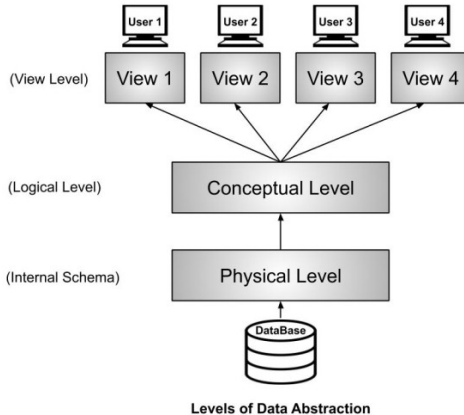
## Niveau conceptuel ou logique

Niveau intermédiaire. Schéma conceptuel de données. Décrit l'ensemble des données stockées dans la base et les relations qui existent entre elles

## Niveau externe ou vue

Niveau le plus haut. Les utilisateurs auront des données partielles ou complètes en fonction des données qu'ils ont le droit de manipuler (des vues) e.g. un étudiant ne peut pas accéder au salaire de son professeur

# Abstraction des données



# Les langages d'un SGBD

## Langage de définition des données [LDD]

- Description de la structure des données
- Définition du schéma de la base
- Typage des colonnes, contraintes

## Langage de manipulation des données [LMD]

- Permet la manipulation des données
- Lecture et mise à jour
- Ajout, modification, suppression

# Chronologie des modèles SGBD

A chaque génération correspond un modèle logique

- avant 60 : Systèmes de gestions de fichiers (e.g. COBOL)
- mi 60 : Hiérarchique IMS (IBM)
- 73-80 : Relationnel
- fin 80 : Orienté-objet
- fin 90 : XML
- 2009 : NoSQL avec le phénomène Big Data

# Les types d'opérations

## 4 types d'opérations

- création (ou insertion)
- modification (ou mise à jour)
- destruction (ou suppression)
- recherche (ou requêtes)

Ces opérations correspondent à des commandes du LMD et du LDD. La plus complexe est la recherche en raison de la variété des critères

# Les Relations

## Définition

Un tableau dans lequel chaque ligne représente des objets de la même nature est appelé relation sous la forme :  
 $[\text{Nom de la relation}](Attr_1, Attr_2, \dots)$

## Attribut et n-uplet

Les attributs sont les colonnes d'une relation et ne peuvent pas porter le même nom. Les n-uplets sont les lignes, les différents enregistrements d'une relation

## Clé primaire

Attribut ou ensemble d'attribut dont le contenu permet de caractériser de façon unique une relation. Garantit la propriété d'unicité d'une relation

# Les Relations

Descriptif(Personne, Age, Sexe)

Personne	Age	Sexe
Pascal	40	M
Marie	20	F
Leo	18	M
Zoe	2	F
Clara	27	F
Marcel	60	M
Raymond	40	M
Johnny	65	M

- Personne, Age et Sexe sont les attributs
- [Clara, 27, F] est un n-uplet de la relation
- Personne est la clé primaire

# Les Relations

## Clé artificielle (ou de remplacement)

Attribut ajouté à la relation sans signification réelle et sa seule fonction est d'identifier de manière unique les n-uplets

Descriptif(NumPersonne, Personne, Age, Sexe)

NumPersonne	Personne	Age	Sexe
1	Pascal	40	M
2	Marie	20	F
3	Leo	18	M
4	Zoe	2	F
5	Clara	27	F
6	Marcel	60	M
7	Raymond	40	M
8	Johnny	65	M

NumPersonne est la clé primaire (artificielle) de la relation



# Les Relations

## Clé étrangère

Attribut qui permet de décrire des liens entre les différentes relations

Descriptif(NumPersonne, Parent, Age, Sexe)

Adresse(Numéro, Rue, Ville, Code Postal NumPersonne)

NumPersonne	Personne	Age	Sexe
1	Pascal	40	M
2	Marie	20	F
3	Leo	18	M
4	Zoe	2	F
5	Clara	27	F
6	Marcel	60	M
7	Raymond	40	M
8	Johnny	65	M

Descriptif

Numéro	Rue	Ville	Code Postal	NumPersonne
3	Impasse de Barre	Robin-la-Forêt	69677	1
20	Rue de Guyon	Gaudin	25766	6
...	...	...	...	...

Adresse

NumPersonne est la clé étrangère qui référence la colonne du même nom de la relation Descriptif

# Exemples d'opérations : création

Insérer des informations concernant un employé nommé Jean

Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Beauchamp	Patrice	07/04/1961	54 rue Ernest	Comptabilité	Employé	40 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000
Delarue	Bruno	25/07/1978	9 rue Orange	Marketing	Employé	39 000

Employé



Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Beauchamp	Patrice	07/04/1961	54 rue Ernest	Comptabilité	Employé	40 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000
Delarue	Bruno	25/07/1978	9 rue Orange	Marketing	Employé	39 000
Beaudoin	Jean	12/11/1985	43 rue Michel	Logistique	Cadre	56 000

Employé

## Exemples d'opérations : modification

Augmenter le salaire de Jean de 10%

Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Beauchamp	Patrice	07/04/1961	54 rue Ernest	Comptabilité	Employé	40 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000
Delarue	Bruno	25/07/1978	9 rue Orange	Marketing	Employé	39 000
Beaudoin	Jean	12/11/1985	43 rue Michel	Logistique	Cadre	56 000

Employé



Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Beauchamp	Patrice	07/04/1961	54 rue Ernest	Comptabilité	Employé	40 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000
Delarue	Bruno	25/07/1978	9 rue Orange	Marketing	Employé	39 000
Beaudoin	Jean	12/11/1985	43 rue Michel	Logistique	Cadre	61 600

Employé

# Exemples d'opérations : destruction

Retirer les informations concernant Jean

Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Beauchamp	Patrice	07/04/1961	54 rue Ernest	Comptabilité	Employé	40 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000
Delarue	Bruno	25/07/1978	9 rue Orange	Marketing	Employé	39 000
Beaudoin	Jean	12/11/1985	43 rue Michel	Logistique	Cadre	61 600

Employé



Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Beauchamp	Patrice	07/04/1961	54 rue Ernest	Comptabilité	Employé	40 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000
Delarue	Bruno	25/07/1978	9 rue Orange	Marketing	Employé	39 000

Employé

# Exemples d'opérations : recherche

Chercher les employés cadres

Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Beauchamp	Patrice	07/04/1961	54 rue Ernest	Comptabilité	Employé	40 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000
Delarue	Bruno	25/07/1978	9 rue Orange	Marketing	Employé	39 000

Employé



Nom	Prénom	Date de Naissance	Adresse	Département	Statut	Salaire
Didier	Denis	21/01/1993	60 rue Chopin	Logistique	Cadre	56 000
Cantina	Clémentine	12/08/1976	51 rue l'Epeule	Comptabilité	Cadre	49 000

Employé

# Langages de requêtes relationnelles

## Pouvoir d'expression

Représente ce qu'il est possible de calculer et les opérations qu'il est possible de faire

## Algèbre relationnelle

- Langage procédural : langage qui décrit explicitement comment trouver le résultat en une suite d'instructions
- Langage de bas niveau difficile à manipuler proche des langages de programmation
- Notation algébrique

## Calcul relationnel

- Langage déclaratif : langage qui décrit les propriétés que devra avoir le résultat plutôt que les procédures
- Langage de haut niveau facile d'accès proche du langage naturel
- Notation logique

Les deux langages possèdent le même pouvoir d'expression

# Table des matières

## 1 Introduction aux bases de données

## 2 Algèbre relationnelle

- Les opérateurs fondamentaux
- Les opérateurs dérivés

# Algèbre relationnelle

## Algèbre

Branche des mathématiques ayant pour objet de simplifier et de résoudre au moyen d'opérateurs des problèmes et d'en généraliser les résultats

## Algèbre relationnelle

Présente l'ensemble des opérations de base du modèle relationnel. Définit l'ordre des opérations dans la requête en utilisant des opérateurs qui vont spécifier comment manipuler les expressions relationnelles pour extraire le résultat d'une requête

La composition des opérateurs est une requête d'algèbre relationnelle et le résultat est l'évaluation de la requête



# Algèbre relationnelle

## Langage procédural

Indique comment construire une nouvelle relation à partir d'une ou plusieurs relations déjà existantes

## Langage abstrait

Des opérations qui travaillent sur une (ou plusieurs) relation(s) pour définir une nouvelle relation sans changer la (ou les) relation(s) originale(s)

Le résultat de toute opération est une relation

# Expression relationnelle

Un schéma de relation est une expression relationnelle  
Si

- $Op_1$  : un opérateur relationnel unaire
- $Exp$  : une expression relationnelle
- $Op_1(Exp)$  est une expression relationnelle

Si

- $Op_2$  : un opérateur relationnel binaire
- $Exp_1$  et  $Exp_2$  : des expressions relationnelles
- $Op_2(Exp_1, Exp_2)$  est une expression relationnelle

# Schéma et instance : exemples

Parenté(Parent, Enfant)

Descriptif(Parent, Age, Sexe, Ville)

Scolarité(Enfant, Ecole)

Parent	Enfant
Pascal	Marie
Pascal	Leo
Raymond	Zoe
Clara	Zoe
Marcel	Raymond

Parenté

Personne	Age	Sexe	Ville
Pascal	40	M	Paris
Marie	20	F	Paris
Leo	18	M	Paris
Zoe	2	F	Nice
Clara	27	F	Nice
Marcel	60	M	Marseille
Raymond	40	M	Nice
Johnny	65	M	Lyon

Descriptif

Enfant	Ecole
Zoe	A
Marie	B
Leo	A

Scolarité

# Les opérateurs fondamentaux

L'algèbre relationnelle est principalement composée par cinq opérateurs relationnels fondamentaux

## Deux opérateurs unaires

- La sélection
- La projection

## Trois opérateurs binaires (ou ensemblistes)

- Le produit cartésien
- L'union
- La différence

# La Sélection

## Définition

Définit une relation qui ne contient que les n-uplets de  $Exp$  qui vérifient la condition spécifiée ou aussi appelé prédicat

$$\sigma_F(Exp)$$

Où  $F$  est une formule logique de premier ordre formée de :

- Constantes
- Attributs figurant dans  $Exp$
- Comparateurs :  $=$ ,  $<$ ,  $>$ ,  $\neq$ ,  $\leq$ ,  $\geq$
- Connecteurs logiques :  $\vee$  (ou),  $\wedge$  (et),  $\neg$  (non)

Le résultat de  $\sigma_F(Exp)$  contient tous les n-uplets de  $Exp$  tels que  $F$  est vraie

# La Sélection

## Requête

Liste des personnes de sexe féminin

## Algèbre relationnelle

$$\sigma_{\text{Sexe}='F'}(\text{Descriptif})$$

Personne	Age	Sexe	Ville
Marie	20	F	Paris
Zoe	2	F	Nice
Clara	27	F	Nice

# La Sélection

## Requête

Les personnes de plus de 40 ans

## Algèbre relationnelle

$$\sigma_{Age > 40}(Descriptif)$$

Personne	Age	Sexe	Ville
Marcel	60	M	Marseille
Johnny	65	M	Lyon

# La Projection

## Définition

Définit une relation restreinte à un sous-ensemble des attributs de  $Exp$  en extrayant les valeurs des attributs spécifiés et en supprimant les doublons

$$\pi_{Attr_1, Attr_2, Attr_3, \dots}(Exp)$$

Où  $Attr_1, Attr_2, Attr_3$  sont des attributs de l'expression relationnelle de  $Exp$

Le résultat de  $\pi_{Attr_1, Attr_2, Attr_3, \dots}(Exp)$  contient les mêmes n-uplets que  $Exp$ , tronqués des attributs ne figurant pas dans la liste de projection



# La Projection

## Requête

Liste des parents de la base

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Parent}(Parenté)$$

Parent
Pascal
Raymond
Clara
Marcel

## Remarque

Le doublon du n-uplet *Pascal* a été supprimé

# La Projection

## Requête

Qui sont les enfants de Raymond ?

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Enfant}(\sigma_{Parent='Raymond'}(Parenté))$$

Enfant
Zoe

## Remarque

Possibilité d'utiliser plusieurs opérateurs en même temps

# Exercices : Sélection et Projection

Comment écrire ces requêtes en algèbre relationnelle ?

- 1 Les personnes qui habitent à Paris ou Nice
- 2 Les personnes qui n'habitent pas à Nice
- 3 La ville où habite Raymond
- 4 L'âge de Marcel
- 5 Les personnes qui habitent à Paris et qui ont plus de 18 ans

## Exercices : Sélection et Projection

Les personnes qui habitent à Paris ou Nice

$$\sigma_{Ville='Paris' \vee Ville='Nice'}(Descriptif)$$

Les personnes qui n'habitent pas à Nice

$$\sigma_{Ville \neq 'Nice'}(Descriptif)$$

La ville où habite Raymond

$$\pi_{Ville}(\sigma_{Personne='Raymond'}(Descriptif))$$

L'âge de Marcel

$$\pi_{Age}(\sigma_{Personne='Marcel'}(Descriptif))$$

Les personnes qui habitent à Paris et qui ont plus de 18 ans

$$\sigma_{Ville='Paris' \wedge Age > 18}(Descriptif)$$

# Le Produit cartésien

## Définition

Définit une relation composée de la concaténation de tous les  $n$ -uplets de la relation  $Exp_1$  avec tous ceux de la relation  $Exp_2$ . Les deux relations n'ont pas forcément le même schéma

$$Exp_1 \times Exp_2$$

Où le résultat est une relation dont le schéma est l'union des schémas et le résultat contient  $Card(Exp_1) \times Card(Exp_2)$   $n$ -uplets

# Le Produit cartésien

Parent	Enfant
Pascal	Marie
Pascal	Leo
Raymond	Zoe
Clara	Zoe
Marcel	Raymond

Parenté

×

Enfant	Ecole
Zoe	A
Marie	B
Leo	A

Scolarité

⇒

Parent	Parenté. Enfant	Scolarité. Enfant	Ecole
Pascal	Marie	Zoe	A
Pascal	Marie	Marie	B
Pascal	Marie	Leo	A
Pascal	Leo	Zoe	A
Pascal	Leo	Marie	B
Pascal	Leo	Leo	A
Raymond	Zoe	Zoe	A
Raymond	Zoe	Marie	B
Raymond	Zoe	Leo	A
Clara	Zoe	Zoe	A
Clara	Zoe	Marie	B
Clara	Zoe	Leo	A
Marcel	Raymond	Zoe	A
Marcel	Raymond	Zoe	B
Marcel	Raymond	Leo	A

Parenté × Scolarité

## Remarque

La relation  $Parent \times Scolarité$  est composée de tous les couples possibles entre les n-uplets de  $Parenté$  et ceux de  $Scolarité$

# Exercices : Produit cartésien

Soient les relation suivantes :

A	B	C
1	6	4
7	2	8
5	9	3

*Exp<sub>1</sub>*

D	E	F
4	1	2
0	5	1
3	0	6

*Exp<sub>2</sub>*

Quelle requête en algèbre relationnelle permet d'obtenir la relation ci-dessous ?

B	C	D	E	F
6	4	4	1	2
6	4	0	5	1
6	4	3	0	6
2	8	4	1	2
2	8	0	5	1
2	8	3	0	6

## Exercices : Produit cartésien

$$Exp'_1 = \pi_{B,C}(\sigma_{A \neq 5}(Exp_1))$$
$$Exp'_1 \times Exp_2$$

B	C
6	4
2	8

 $Exp'_1$ 

×

D	E	F
4	1	2
0	5	1
3	0	6

 $Exp_2$ 

→

B	C	D	E	F
6	4	4	1	2
6	4	0	5	1
6	4	3	0	6
2	8	4	1	2
2	8	0	5	1
2	8	3	0	6



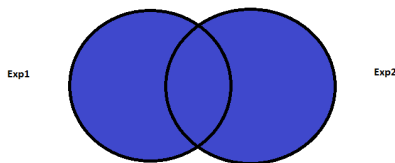
# L'Union

## Définition

L'union de deux relations  $Exp_1$  et  $Exp_2$  définit une relation qui contient tous les n-uplets de  $Exp_1$ , de  $Exp_2$  ou à la fois de  $Exp_1$  et  $Exp_2$ , les doublons sont éliminés de la relation

$$Exp_1 \cup Exp_2$$

Où soit  $Exp_1$  et  $Exp_2$  possèdent le même schéma ou soit  $schéma(Exp_1)$  et  $schéma(Exp_2)$  sont compatibles i.e. avec des attributs qui sont 2 à 2 compatibles



## Propriétés

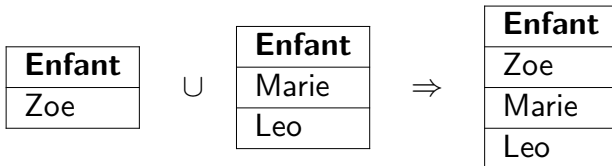
Commutativité :  $Exp_1 \cup Exp_2 \Leftrightarrow Exp_2 \cup Exp_1$

Associativité :  $(Exp_1 \cup Exp_2) \cup Exp_3 \Leftrightarrow Exp_2 \cup (Exp_1 \cup Exp_3)$

# L'Union

## Requête

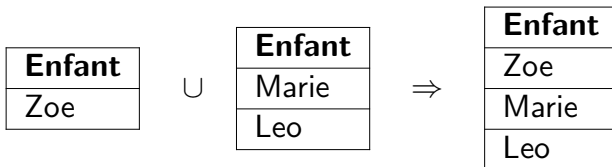
Les enfants de Raymond ou de Pascal



# L'Union

## Requête

Les enfants de Raymond ou de Pascal



## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Enfant}(\sigma_{Parent='Raymond'}(Parenté)) \cup \pi_{Enfant}(\sigma_{Parent='Pascal'}(Parenté))$$

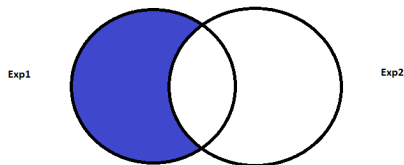
# La Différence

## Définition

La différence d'ensemble définit une relation qui comporte les  $n$ -uplets qui existent dans la relation  $Exp_1$  et non dans la relation  $Exp_2$

$$Exp_1 - Exp_2$$

Où soit  $Exp_1$  et  $Exp_2$  possèdent le même schéma ou soit  $schéma(Exp_1)$  et  $schéma(Exp_2)$  sont compatibles i.e. avec des attributs qui sont 2 à 2 compatibles



## Propriétés

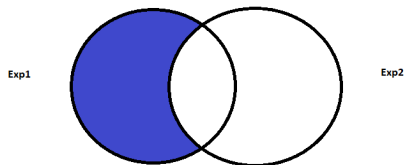
# La Différence

## Définition

La différence d'ensemble définit une relation qui comporte les n-uplets qui existent dans la relation  $Exp_1$  et non dans la relation  $Exp_2$

$$Exp_1 - Exp_2$$

Où soit  $Exp_1$  et  $Exp_2$  possèdent le même schéma ou soit  $schéma(Exp_1)$  et  $schéma(Exp_2)$  sont compatibles i.e. avec des attributs qui sont 2 à 2 compatibles



## Propriétés

Non commutatif :  $Exp_1 - Exp_2 \neq Exp_2 - Exp_1$

Non associatif :  $(Exp_1 - Exp_2) - Exp_3 \neq Exp_2 - (Exp_1 - Exp_3)$

# La Différence

Requête

Les enfants non scolarisés

# La Différence

## Requête

Les enfants non scolarisés

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Enfant}(Parenté) - \pi_{Enfant}(Scolarité)$$

Enfant
Marie
Leo
Zoe
Raymond

—

Enfant
Zoe
Marie
Leo

⇒

Enfant
Raymond

# Exercices : Union et Différence

Comment écrire ces requêtes en algèbre relationnelle ?

- 1 Les parents de Marie ou de Raymond
- 2 Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais



# Exercices : Union et Différence

Les parents de Marie ou de Raymond

$$\pi_{Parent}(\sigma_{Enfant='Marie'}(Parenté)) \cup \pi_{Parent}(\sigma_{Enfant='Raymond'}(Parenté))$$

Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais

$$Descriptif - (\sigma_{Ville='Paris'} \vee \sigma_{Ville='Marseille'}(Descriptif))$$

# Les opérateurs dérivés

## Déduits des 5 opérateurs fondamentaux

- L'intersection
- La jointure
- La division
- Le renommage

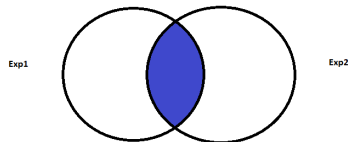
# L'Intersection

## Définition

Définit une relation constituée de l'ensemble de tous les n-uplets à la fois dans  $Exp_1$  et dans  $Exp_2$

$$Exp_1 \cap Exp_2$$

Où les expressions possèdent les mêmes propriétés que l'union et la différence sur leurs schémas



## Propriétés

Équivalence :  $Exp_1 \cap Exp_2 \Leftrightarrow Exp_1 - (Exp_1 - Exp_2)$

Commutativité :  $Exp_1 \cap Exp_2 \Leftrightarrow Exp_2 \cap Exp_1$

Associativité :  $(Exp_1 \cap Exp_2) \cap Exp_3 \Leftrightarrow Exp_2 \cap (Exp_1 \cap Exp_3)$

# L'Intersection

## Requête

Les enfants de Raymond et Clara

# L'Intersection

## Requête

Les enfants de Raymond et Clara

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Enfant}(\sigma_{Parent='Raymond'}(Parenté)) \cap \pi_{Enfant}(\sigma_{Parent='Clara'}(Parenté))$$



# L'Intersection

## Requête

Les personnes de sexe féminin de plus de 20 ans

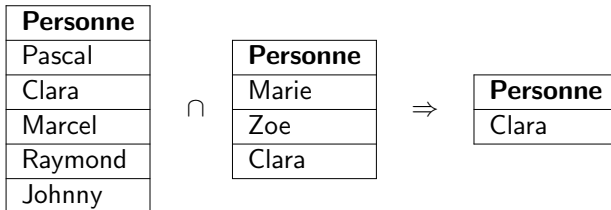
# L'Intersection

## Requête

Les personnes de sexe féminin de plus de 20 ans

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Personne}(\sigma_{Age > 20}(Descriptif)) \cap \pi_{Personne}(\sigma_{Sexe = 'F'}(Descriptif))$$



# Exercices : Intersection

Comment écrire ces requêtes en algèbre relationnelle ?

- 1 Les personnes de sexe masculin qui habitent à Paris
- 2 Les personnes de sexe féminin qui habitent Nice qui ont 20 ans ou plus
- 3 Les Parisiens de moins de 40 ans



## Exercices : Intersection

Les personnes de sexe masculin qui habitent à Paris

$$\sigma_{\text{Sexe}='M'}(\text{Descriptif}) \cap \sigma_{\text{Ville}='Paris'}(\text{Descriptif})$$

Les personnes de sexe féminin qui habitent Nice qui ont 20 ans ou plus

$$\sigma_{\text{Sexe}='F'}(\text{Descriptif}) \cap \sigma_{\text{Ville}='Nice'}(\text{Descriptif}) \cap \sigma_{\text{Age} \geq 20}(\text{Descriptif})$$

Les Parisiens de moins de 40 ans

$$\sigma_{\text{Ville}='Paris'}(\text{Descriptif}) \cap \sigma_{\text{Age} < 40}(\text{Descriptif})$$

# La Jointure

## Définition

Définit une relation qui contient les n-uplets qui vérifient le prédicat  $F$  du produit cartésien de  $Exp_1$  et  $Exp_2$ . Elle permet de combiner une paire de n-uplets de deux relations différentes en un seul n-uplet

$$Exp_1 \bowtie_F Exp_2$$

Où  $F$  est généralement une condition d'égalité entre un (des) attribut(s) de  $Exp_1$  et un (des) attribut(s) de  $Exp_2$

## Propriété

Équivalence :

# La Jointure

## Définition

Définit une relation qui contient les n-uplets qui vérifient le prédicat  $F$  du produit cartésien de  $Exp_1$  et  $Exp_2$ . Elle permet de combiner une paire de n-uplets de deux relations différentes en un seul n-uplet

$$Exp_1 \bowtie_F Exp_2$$

Où  $F$  est généralement une condition d'égalité entre un (des) attribut(s) de  $Exp_1$  et un (des) attribut(s) de  $Exp_2$

## Propriété

Équivalence :  $Exp_1 \bowtie_F Exp_2 \Leftrightarrow \sigma_F(Exp_1 \times Exp_2)$

## Jointure naturelle

Si  $F$  n'est pas précisé alors la condition est construite à partir des attributs communs à  $Exp_1$  et  $Exp_2$  on parle alors de jointure naturelle

# La Jointure

## Requête

Liste des parents et de l'école de leurs enfants

# La Jointure

## Requête

Liste des parents et de l'école de leurs enfants

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Parent, Ecole}(Parenté \bowtie Sclarité)$$

Parent	Enfant	Ecole
Pascal	Marie	B
Pascal	Leo	A
Raymond	Zoe	A
Clara	Zoe	A

$\Rightarrow$

Parent	Ecole
Pascal	B
Pascal	A
Clara	A
Raymond	A

*Parenté*  $\bowtie$  *Sclarité*

## Exercices : Jointure

Soient les relations suivantes

**Personne**(CIN, Nom, Prenom, Adresse)

**Voiture**(NCarteGrise, CIN, Modele)

**Moto**(NCarteGrise, CIN, Modele)

Comment écrire ces requêtes en algèbre relationnelle ?

- 1 Le modèle des voitures au nom de Cristophe Martin
- 2 Le nom des personnes qui possèdent une voiture mais pas de moto
- 3 Le prénom des personnes qui possèdent une voiture et une moto
- 4 L'adresse des personnes qui ne possèdent ni voiture ni moto

## Exercices : Jointure

Le modèle des voitures au nom de Cristophe Martin

$$\pi_{\text{Modele}}(\sigma_{\text{Nom}='Martin' \wedge \text{Prenom}='Cristophe'}(Personne \bowtie Voiture))$$

Le nom des personnes qui possèdent une voiture mais pas de moto

$$\pi_{\text{Nom}}((\pi_{\text{CIN}}(Voiture) - \pi_{\text{CIN}}(Moto)) \bowtie Personne)$$

Le prénom des personnes qui possèdent une voiture et une moto

$$\pi_{\text{Prénom}}((\pi_{\text{CIN}}(Voiture) \cap \pi_{\text{CIN}}(Moto)) \bowtie Personne)$$

L'adresse des personnes qui ne possèdent ni voiture ni moto

$$\pi_{\text{Adresse}}((\pi_{\text{CIN}}(Personne) - (\pi_{\text{CIN}}(Voiture) \cup \pi_{\text{CIN}}(Moto))) \bowtie Personne)$$

# La Division

## Définition

La division de  $Exp_1$  par  $Exp_2$ , sachant que  $Exp_1$  et  $Exp_2$  ont au moins un attribut commun produit une relation  $Exp_3$  qui comporte les attributs appartenant à  $Exp_1$  mais n'appartenant pas à  $Exp_2$  donnent toujours un n-uplet de  $Exp_1$

$$Exp_1 \div Exp_2$$

- Au moins un attribut de  $Exp_2$  est un attribut de  $Exp_1$  i.e. avec le même nom
- $Exp_1$  a au moins un attribut de plus que  $Exp_2$
- $Exp_3$  comporte les attributs appartenant à  $Exp_1$  mais pas à  $Exp_2$

## Propriété

Équivalence :



# La Division

## Définition

La division de  $Exp_1$  par  $Exp_2$ , sachant que  $Exp_1$  et  $Exp_2$  ont au moins un attribut commun produit une relation  $Exp_3$  qui comporte les attributs appartenant à  $Exp_1$  mais n'appartenant pas à  $Exp_2$  donnent toujours un n-uplet de  $Exp_1$

$$Exp_1 \div Exp_2$$

- Au moins un attribut de  $Exp_2$  est un attribut de  $Exp_1$  i.e. avec le même nom
- $Exp_1$  a au moins un attribut de plus que  $Exp_2$
- $Exp_3$  comporte les attributs appartenant à  $Exp_1$  mais pas à  $Exp_2$

## Propriété

Équivalence :

$$R_1 = \pi_{Exp_1 - Exp_2}(Exp_1)$$

$$R_2 = \pi_{Exp_1 - Exp_2}[(R_1 \times Exp_2) - Exp_1]$$

$$Exp_1 \div Exp_2 \Leftrightarrow R_1 - R_2$$

La division permet d'établir des requêtes du type : "Quels sont les athlètes qui ont participé à **TOUTES** les épreuves ?"

# La Division

## Requête

Les parents scolarisant leurs enfants dans toutes les écoles

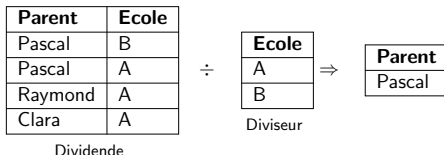
# La Division

## Requête

Les parents scolarisant leurs enfants dans toutes les écoles

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Parent, Ecole}(Parenté \bowtie Scolarité) \div \pi_{Ecole}(Scolarité)$$



Pascal est la seule personne inclus dans au moins un des n-uplets retournés peu importe la valeur du n-uplet du diviseur. Pascal est donc la seule personne qui a un enfant dans toutes les écoles

## Exercices : Division

Soient les relation suivantes :

Personne	Age	Métier
Dupont	20	Ingénieur
Dupont	20	Professeur
Durand	30	Professeur
Martin	40	Ingénieur
Martin	40	Professeur
Delarue	25	Ingénieur
Duchamp	28	Professeur
Duchamp	28	Ingénieur
Didier	20	Apprenti

*Employé*

Métier
Ingénieur
Professeur
Apprenti

*Métier*

Quel est le résultat de la requête ci dessous ?

$$\pi_{Personne, Métier}(Employé) \div \pi_{Métier}(\sigma_{Métier \neq 'Apprenti'}(Métier))$$

## Exercices : Division

$$\pi_{\text{Personne}, \text{Métier}}(\text{Employé}) \div \pi_{\text{Métier}}(\sigma_{\text{Métier} \neq \text{Apprenti}}(\text{Métier}))$$
$$\text{Exp}_1 = \pi_{\text{Personne}, \text{Métier}}(\text{Employé})$$
$$\text{Exp}_2 = \pi_{\text{Métier}}(\sigma_{\text{Métier} \neq \text{Apprenti}}(\text{Métier}))$$

Personne	Métier
Dupont	Ingénieur
Dupont	Professeur
Durand	Professeur
Martin	Ingénieur
Martin	Professeur
Delarue	Ingénieur
Duchamp	Professeur
Duchamp	Ingénieur
Didier	Apprenti

$$\text{Exp}_1$$
$$\div$$

Métier
Ingénieur
Professeur

$$\text{Exp}_2$$
$$\rightarrow$$

Personne
Dupont
Martin
Duchamp

# Le Renommage

## Définition

Permet de changer le nom d'un ou plusieurs attributs d'une relation et ainsi de résoudre des problèmes de compatibilité entre noms d'attributs de deux relations d'une opération binaire à la seule précondition que le nouveau nom ne soit pas déjà présent dans la table

$$\pi_{Attr'_1, Attr'_2, \dots} (Exp_{Attr_1 \rightarrow Attr'_1, Attr_2 \rightarrow Attr'_2, \dots})$$

# Le Renommage

## Requête

Renommez Enfant en Étudiant et École en Université puis donnez la liste des étudiants et des universités

# Le Renommage

## Requête

Renommez *Enfant* en *Étudiant* et *École* en *Université* puis donnez la liste des étudiants et des universités

## Algèbre relationnelle

$$\pi_{Etudiant, Universite}(Scolarité_{Enfant \rightarrow Etudiant, Ecole \rightarrow Universite})$$

Enfant	Ecole
Zoe	A
Marie	B
Leo	A

 $\Rightarrow$ 

Étudiant	Université
Zoe	A
Marie	B
Leo	A