

Calcul relationnel

Langage et sécurité des bases de données S5
L3 MIAGE Classique

Rafael Angarita

Inspiré du cours de Thibault Anani Agondja et Sonia Guehis

Nanterre Université
Année 2023-2024

Table des matières

1 Calcul relationnel

Table des matières

1 Calcul relationnel

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

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

Logique du premier ordre

Définition

Formalisation du langage des mathématiques qui va permettre l'utilisation de formules logiques. A chaque formule logique correspond des données qui vérifient cette formule. Ce langage est composé de prédicats, d'opérateurs et de variables

Logique du premier ordre

Définition

Formalisation du langage des mathématiques qui va permettre l'utilisation de formules logiques. A chaque formule logique correspond des données qui vérifient cette formule. Ce langage est composé de prédicats, d'opérateurs et de variables

L'interrogation de la base de données consiste donc à énoncer une formule qui correspond aux données que l'on souhaite extraire de la base

Logique du premier ordre

Définition

Formalisation du langage des mathématiques qui va permettre l'utilisation de formules logiques. A chaque formule logique correspond des données qui vérifient cette formule. Ce langage est composé de prédicats, d'opérateurs et de variables

L'interrogation de la base de données consiste donc à énoncer une formule qui correspond aux données que l'on souhaite extraire de la base

2 branches du calculs relationnels

- Le calcul des prédicats à variable domaine (DRC)
- Le calcul des prédicats à variable n-uplet (TRC)

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

Le calcul relationnel par n-uplet

Définition

Les formules logiques contiennent des variables correspondant à des n-uplets de la base et le résultat est l'ensemble des n-uplets vérifiant une formule logique.

Les requetes sont de la forme $\{t|F(t)\}$ qui va retourner les n-uplets t vérifiant que $F(t)$ est vraie

Le calcul relationnel par n-uplet

Définition

Les formules logiques contiennent des variables correspondant à des n-uplets de la base et le résultat est l'ensemble des n-uplets vérifiant une formule logique.

Les requetes sont de la forme $\{t|F(t)\}$ qui va retourner les n-uplets t vérifiant que $F(t)$ est vraie

$$\{t.Nom, t.Prénom|Etudiant(t)\}$$

retourne le nom et prénom de tous les étudiants de la base de données

t est une variable qui désigne les n-uplets, $t.Nom$ désigne la valeur de l'attribut Nom dans t et $Etudiant(t)$ signifie que t est un n-uplet appartenant à la relation *Etudiant*

Les Prédicats

Définition

Fonction dont le résultat est soit vrai soit faux qui peut être relié à une ou plusieurs variables d'une relation

$$\{t|F(t)\}$$

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

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

Le résultat de $\{t|F(t)\}$ contient tous les n -uplets vérifiant que F est vraie

Les Prédicats

Requête

Liste des personnes de sexe féminin

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

Calcul relationnel

Les Prédicats

Requête

Liste des personnes de sexe féminin

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

Calcul relationnel

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{Sexe} = \text{"F"}\}$$

Les Prédicats

Requête

Les personnes de plus de 40 ans

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

Calcul relationnel

Les Prédicats

Requête

Les personnes de plus de 40 ans

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

Calcul relationnel

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{Age} > 40\}$$

Les prédicats

Requête

Liste des parents de la base

Parent
Pascal
Raymond
Clara
Marcel

Calcul relationnel

Les prédicats

Requête

Liste des parents de la base

Parent
Pascal
Raymond
Clara
Marcel

Calcul relationnel

$$\{t.parent \mid Parenté(t)\}$$

Remarque

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

La Projection

Requête

Qui sont les enfants de Raymond ?

Enfant
Zoe

Calcul relationnel

La Projection

Requête

Qui sont les enfants de Raymond ?

Enfant
Zoe

Calcul relationnel

$$\{t.enfant \mid Parenté(t) \wedge t.parent = "Raymond"\}$$

Remarque

Possibilité d'utiliser plusieurs opérateurs en même temps

Exercices : Les prédicats

Comment écrire ces requêtes en calcul relationnel ?

- 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

Exercices : Sélection et Projection

Les personnes qui habitent à Paris ou Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.\text{ville} = \text{"Paris"} \vee t.\text{ville} = \text{"Nice"})\}$$

Les personnes qui n'habitent pas à Nice

Exercices : Sélection et Projection

Les personnes qui habitent à Paris ou Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.ville = \text{"Paris"} \vee t.ville = \text{"Nice"})\}$$

Les personnes qui n'habitent pas à Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge \neg(t.ville = \text{"Nice"})\}$$

La ville où habite Raymond

Exercices : Sélection et Projection

Les personnes qui habitent à Paris ou Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.ville = \text{"Paris"} \vee t.ville = \text{"Nice"})\}$$

Les personnes qui n'habitent pas à Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge \neg(t.ville = \text{"Nice"})\}$$

La ville où habite Raymond

$$\{t.ville \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.personne = \text{"Raymond"})\}$$

L'âge de Marcel

Exercices : Sélection et Projection

Les personnes qui habitent à Paris ou Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.ville = \text{"Paris"} \vee t.ville = \text{"Nice"})\}$$

Les personnes qui n'habitent pas à Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge \neg(t.ville = \text{"Nice"})\}$$

La ville où habite Raymond

$$\{t.ville \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.personne = \text{"Raymond"})\}$$

L'âge de Marcel

$$\{t.age \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.personne = \text{"Marcel"})\}$$

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

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.ville = \text{"Paris"} \vee t.ville = \text{"Nice"})\}$$

Les personnes qui n'habitent pas à Nice

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge \neg(t.ville = \text{"Nice"})\}$$

La ville où habite Raymond

$$\{t.ville \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.personne = \text{"Raymond"})\}$$

L'âge de Marcel

$$\{t.age \mid \text{Descriptif}(t) \wedge (t.personne = \text{"Marcel"})\}$$

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

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.ville = \text{"Paris"} \wedge t.age > 18\}$$

Expression des opérateurs algébriques

Equivalence algèbre / calcul

Toute expression d'algèbre peut s'écrire en calcul

L'Union

Algèbre relationnelle : $Exp_1 \cup Exp_2$

Expression des opérateurs algébriques

Equivalence algèbre / calcul

Toute expression d'algèbre peut s'écrire en calcul

L'Union

Algèbre relationnelle : $Exp_1 \cup Exp_2$

Calcul relationnel : $\{t | Exp_1(t) \vee Exp_2(t)\}$

Permet d'obtenir les n-uplets à la fois soit dans Exp_1 soit dans Exp_2 soit les deux

La Différence

Algèbre relationnelle : $Exp_1 - Exp_2$

Expression des opérateurs algébriques

Equivalence algèbre / calcul

Toute expression d'algèbre peut s'écrire en calcul

L'Union

Algèbre relationnelle : $Exp_1 \cup Exp_2$

Calcul relationnel : $\{t | Exp_1(t) \vee Exp_2(t)\}$

Permet d'obtenir les n-uplets à la fois soit dans Exp_1 soit dans Exp_2 soit les deux

La Différence

Algèbre relationnelle : $Exp_1 - Exp_2$

Calcul relationnel : $\{t | Exp_1(t) \wedge \neg Exp_2(t)\}$

Permet d'obtenir les n-uplets qui existent dans la relation Exp_1 et non dans la relation Exp_2

Expression des opérateurs algébriques

Propriétés

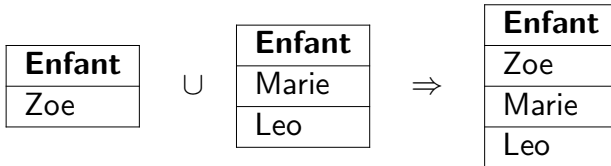
Les propriétés entre le calcul relationnel et l'algèbre relationnelle sont les mêmes

- Union : Commutatif et associatif
- Différence : Non commutatif et non associatif

L'Union

Requête

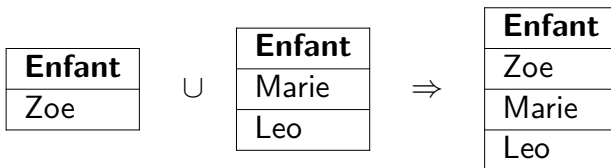
Les enfants de Raymond ou de Pascal



L'Union

Requête

Les enfants de Raymond ou de Pascal



Calcul relationnel

$$\{t.enfant \mid Parenté(t) \wedge (t.parent = "Raymond" \vee t.parent = "Pascal")\}$$

La Différence

Requête

Les enfants non scolarisés

Enfant
Marie
Leo
Zoe
Raymond

Enfant
Zoe
Marie
Leo

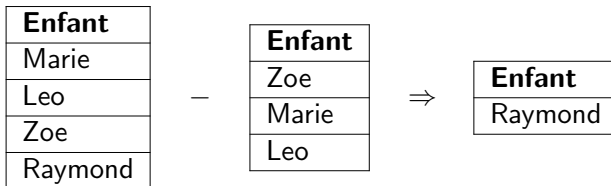
 \Rightarrow

Enfant
Raymond

La Différence

Requête

Les enfants non scolarisés



Calcul relationnel

$$\{t.enfant \mid Parenté(t) \wedge \neg Scolarité(t)\}$$

Exercices : Union et Différence

Comment écrire ces requêtes en calcul relationnel ?

- ① Les parents de Marie ou de Raymond
- ② Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais
- ③ Les personnes de sexe masculin qui habitent à Paris
- ④ Les personnes de sexe féminin qui habitent Nice qui ont 20 ans ou plus
- ⑤ Les Parisiens de moins de 40 ans

Exercices : Union et Différence

Les parents de Marie ou de Raymond

Exercices : Union et Différence

Les parents de Marie ou de Raymond

$$\{t.parent \mid Parenté(t) \wedge t.enfant = "Marie" \vee t.enfant = "Raymond"\}$$

Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais

Exercices : Union et Différence

Les parents de Marie ou de Raymond

$$\{t.parent \mid Parenté(t) \wedge t.enfant = "Marie" \vee t.enfant = "Raymond"\}$$

Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais

$$\{t \mid Descriptif(t) \wedge \neg(t.ville = "Paris" \vee t.ville = "Marseille")\}$$

Les personnes de sexe masculin qui habitent à Paris

Exercices : Union et Différence

Les parents de Marie ou de Raymond

$$\{t.\text{parent} \mid \text{Parenté}(t) \wedge t.\text{enfant} = \text{"Marie"} \vee t.\text{enfant} = \text{"Raymond"}\}$$

Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge \neg(t.\text{ville} = \text{"Paris"} \vee t.\text{ville} = \text{"Marseille"})\}$$

Les personnes de sexe masculin qui habitent à Paris

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{sexe} = \text{"M"} \wedge t.\text{ville} = \text{"Paris"}\}$$

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

Exercices : Union et Différence

Les parents de Marie ou de Raymond

$$\{t \mid \text{Parenté}(t) \wedge t.\text{enfant} = \text{"Marie"} \vee t.\text{enfant} = \text{"Raymond"}\}$$

Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge \neg(t.\text{ville} = \text{"Paris"} \vee t.\text{ville} = \text{"Marseille"})\}$$

Les personnes de sexe masculin qui habitent à Paris

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{sexe} = \text{"M"} \wedge t.\text{ville} = \text{"Paris"}\}$$

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

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{sexe} = \text{"F"} \wedge t.\text{ville} = \text{"Nice"} \wedge t.\text{age} \geq 20\}$$

Les Parisiens de moins de 40 ans

Exercices : Union et Différence

Les parents de Marie ou de Raymond

$$\{t.\text{parent} \mid \text{Parenté}(t) \wedge t.\text{enfant} = \text{"Marie"} \vee t.\text{enfant} = \text{"Raymond"}\}$$

Les personnes qui ne sont ni parisiens ni marseillais

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge \neg(t.\text{ville} = \text{"Paris"} \vee t.\text{ville} = \text{"Marseille"})\}$$

Les personnes de sexe masculin qui habitent à Paris

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{sexe} = \text{"M"} \wedge t.\text{ville} = \text{"Paris"}\}$$

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

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{sexe} = \text{"F"} \wedge t.\text{ville} = \text{"Nice"} \wedge t.\text{age} \geq 20\}$$

Les Parisiens de moins de 40 ans

$$\{t \mid \text{Descriptif}(t) \wedge t.\text{ville} = \text{"Paris"} \wedge t.\text{age} < 40\}$$

Quantificateurs universel et existentiel

Quantificateur

Expression utilisée en mathématique pour formuler des propositions dans le calcul de prédicats

Quantificateurs universel et existentiel

Quantificateur

Expression utilisée en mathématique pour formuler des propositions dans le calcul de prédicats

Pour tout

$$\{\forall t(F(t))\}$$

Pour tous les n-uplets dans la base la condition $F(t)$ est vraie

Quantificateurs universel et existentiel

Quantificateur

Expression utilisée en mathématique pour formuler des propositions dans le calcul de prédicats

Pour tout

$$\{\forall t(F(t))\}$$

Pour tous les n-uplets dans la base la condition $F(t)$ est vraie

Il existe

$$\{\exists t(F(t))\}$$

Il existe un n-uplet dans la base qui vérifie la condition $F(t)$

Expression des opérateurs algébriques

Soient les relation suivantes :

$Exp_1(A, B)$

$Exp_2(C, D)$

Produit cartésien

Algèbre relationnelle : $Exp_1 \times Exp_2$

Calcul relationnel :

$\{t | \exists u, \exists v, Exp_1(u) \wedge Exp_2(v) \wedge t.a = u.a \wedge t.b = u.b \wedge t.c = v.c \wedge t.d = v.d\}$

Permet d'obtenir 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

Le Produit cartésien

$$\{t | \exists u, \exists v, \text{Parenté}(u) \wedge \text{Scolarité}(v) \wedge t.\text{parent} = u.\text{parent} \wedge t.\text{enfant} = u.\text{enfant} \wedge t.\text{enfant} = v.\text{enfant} \wedge t.\text{ecole} = v.\text{ecole}\}$$

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

Exercices : Produit cartésien

Soient les relation suivantes :

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

Exp₁

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

Exp₂

Quelle requête en calcul relationnel 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

$$\{t.b, t.c, t.d, t.e, t.f | \exists u, \exists v, \text{Exp}_1(u) \wedge \neg(u.a = 5) \wedge \text{Exp}_2(v) \wedge t.a = u.a \wedge t.b = u.b \wedge t.c = u.c \wedge t.d = v.d \wedge t.e = v.e \wedge t.f = v.f\}$$

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

Expression des opérateurs algébriques

Soient les relation suivantes :

$Exp_1(A, B)$

$Exp_2(B, C)$

La jointure

Expression des opérateurs algébriques

Soient les relation suivantes :

$Exp_1(A, B)$

$Exp_2(B, C)$

La jointure

Algèbre relationnelle : $Exp_1 \bowtie_F Exp_2$

Calcul relationnel :

$\{t | \exists u, \exists v, Exp_1(u) \wedge Exp_2(v) \wedge t.a = u.a \wedge t.b = u.b \wedge u.b = v.b \wedge t.c = v.c\}$

Permet d'obtenir 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

La Jointure

Requête

Liste des parents et de l'école de leurs enfants

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 ⋈ *Scolarité*

La Jointure

Requête

Liste des parents et de l'école de leurs enfants

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 *Scolarité*

Calcul relationnel

$\{t.parent, t.ecole | \exists u, \exists v, Parenté(u) \wedge Scolarité(v) \wedge t.parent = u.parent \wedge t.enfant = u.enfant \wedge u.enfant = v.enfant \wedge t.ecole = v.ecole\}$

Exercices : Jointure

Soient les relations suivantes

Personne(CIN, Nom, Prenom, Adresse)

Voiture(NCarteGrise, CIN, Modele)

Moto(NCarteGrise, CIN, Modele)

Comment écrire ces requêtes en calcul relationnel ?

- 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 Christophe Martin

Exercices : Jointure

Le modèle des voitures au nom de Cristophe Martin

$$\{t.\text{modele} \mid \exists u, \exists v, \text{Personne}(u) \wedge \text{Voiture}(v) \wedge u.\text{nom} = \text{"Martin"} \wedge u.\text{prenom} = \text{"Cristophe"} \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin} \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin}\}$$

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

Exercices : Jointure

Le modèle des voitures au nom de Cristophe Martin

$$\{t.modele | \exists u, \exists v, Personne(u) \wedge Voiture(v) \wedge u.nom = "Martin" \wedge u.prenom = "Cristophe" \wedge t.cin = u.cin \wedge u.cin = v.cin\}$$

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

$$\{t.nom | Personne(t) \wedge \exists u, Voiture(u) \wedge t.cin = u.cin \wedge \neg(\exists v, Moto(v) \wedge u.cin = v.cin)\}$$

Le prénom des personnes qui possèdent une voiture et une moto

Exercices : Jointure

Le modèle des voitures au nom de Cristophe Martin

$$\{t.\text{modele} \mid \exists u, \exists v, \text{Personne}(u) \wedge \text{Voiture}(v) \wedge u.\text{nom} = \text{"Martin"} \wedge u.\text{prenom} = \text{"Cristophe"} \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin} \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin}\}$$

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

$$\{t.\text{nom} \mid \text{Personne}(t) \wedge \exists u, \text{Voiture}(u) \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin} \wedge \neg(\exists v, \text{Moto}(v) \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin})\}$$

Le prénom des personnes qui possèdent une voiture et une moto

$$\{t.\text{prenom} \mid \text{Personne}(t) \wedge \exists u, \exists v, \text{Moto}(u) \wedge \text{Voiture}(v) \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin} \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin}\}$$

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

Exercices : Jointure

Le modèle des voitures au nom de Cristophe Martin

$$\{t.\text{modele} \mid \exists u, \exists v, \text{Personne}(u) \wedge \text{Voiture}(v) \wedge u.\text{nom} = \text{"Martin"} \wedge u.\text{prenom} = \text{"Cristophe"} \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin} \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin}\}$$

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

$$\{t.\text{nom} \mid \text{Personne}(t) \wedge \exists u, \text{Voiture}(u) \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin} \wedge \neg(\exists v, \text{Moto}(v) \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin})\}$$

Le prénom des personnes qui possèdent une voiture et une moto

$$\{t.\text{prenom} \mid \text{Personne}(t) \wedge \exists u, \exists v, \text{Moto}(u) \wedge \text{Voiture}(v) \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin} \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin}\}$$

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

$$\{t.\text{adresse} \mid \text{Personne}(t) \wedge \neg(\exists u, \text{Voiture}(u) \wedge t.\text{cin} = u.\text{cin}) \wedge \neg(\exists v, \text{Moto}(v) \wedge u.\text{cin} = v.\text{cin})\}$$

Expression des opérateurs algébriques

Soient les relation suivantes :

$Exp_1(A, B)$, $Exp_2(B)$

La division

Algèbre relationnelle : $Exp_1 \div Exp_2$

Produit une relation Exp_3 qui comporte les attributs appartenant à Exp_1 mais n'appartenant pas à Exp_2 .

Calcul relationnel :

$\{Exp_1(t) \wedge [\forall u, Exp_2(u)(\exists v, Exp_1(v) \wedge u.a = v.a) \wedge (v.b = t.b)]\}$

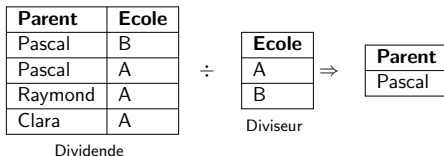
$Exp_1 \div Exp_2$ contient tous les n-uplets t de Exp_1 tels que pour tous les n-uplets de Exp_2 il existe v ayant :

- la même valeur que u pour les attributs en commun
- la même valeur que t pour les attributs appartenant à Exp_1 et non à Exp_2

La Division

Requête

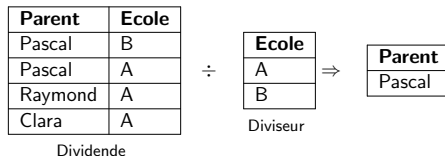
Les parents scolarisant leurs enfants dans toutes les écoles



La Division

Requête

Les parents scolarisant leurs enfants dans toutes les écoles



Calcul relationnel

$$\{t.parent \mid Parent\acute{e}(t) \wedge [\forall u, Scolarit\acute{e}(u)(\exists v, Parent\acute{e}(v) \wedge u.ecole = v.ecole) \wedge (v.parent = t.parent)]\}$$

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 ?

$$\{t.personne \mid Employé(t) \wedge [\forall u, Métier(u) \wedge \neg(u.métier = "Apprenti") \wedge (\exists v, Employé(v) \wedge u.métier = v.métier) \wedge (v.personne = t.personne)]\}$$

Exercices : Division

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

 Exp_1 \div

Métier
Ingénieur
Professeur

 Exp_2 \rightarrow

Personne
Dupont
Martin
Duchamp