UNIVERSITÉ ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR
UFR DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DÉPARTEMENT INFORMATIQUE

CHAPITRE I
CALCUL RELATIONNEL

ANNÉE ACADÉMIQUE : 2022 – 2023

FILIÈRE : INGÉNIERIE INFORMATIQUE

NIVEAU : LICENCE 3

SEMESTRE : 5

DR SERIGNE DIAGNE

PLAN DU COURS

Introduction

I. Calcul relationnel à variables n-uplets
   1. Définition
   2. Les prédicats
   3. Les quantificateurs
   4. Formalisme d'une requête en calcul relationnel à variables n-uplets
   5. Expression des opérations de l'algèbre relationnelle en calcul relationnel

II. Calcul relationnel à variables domaines
   1. Formalisme d'une requête en calcul relationnel variable domaine
   2. Propriétés sur les formules

III. Calcul relationnel Vs Algèbre relationnelle

INTRODUCTION

- Le calcul relationnel est un langage non procédural basé sur le calcul de prédicats du premier ordre ;
- Ce dernier est un langage logique possédant une syntaxe et une sémantique formelles ;
- Contrairement à l’algèbre relationnelle, le calcul relationnel permet de dire ce que l’on veut obtenir mais pas comment l’obtenir.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 1. Définition

- Une requête en calcul relationnel est écrite en utilisant le formalisme de la logique du premier ordre ;
- À variables n_uplets les variables qui y figurent sont des n-uplets (tuples, enregistrements)

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 2. Les prédicats

- Un prédicat **P** est une expression booléenne (évaluée à ***Vrai*** ou ***Faux***) qui peut avoir des paramètres ;
- Les prédicats sont de la forme :
  - ✓ r(t) <=> t ϵ r où r est l'instance d'une relation R ;
  - ✓ t.A Ɵ Valeur ; // t est un enregistrement et A est un attribut de la relation R ;
  - ✓ t_1.Attribut_n Ɵ t_2.Attribut_m ; // Ɵ est un opérateur de comparaison ;
  - ✓ Toute combinaison de ces prédicats est un prédicat.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 2. Les prédicats

Etudiant (<u>Matricule</u>, Nom, Prenom, Age, Adresse, VilleNaiss) d'instance **e**.

1. Quels sont les étudiants nés à Diourbel ?

{t / e(t) ∩ (t.VilleNaiss = 'Diourbel')}

2. Quels sont les étudiants qui habitent à Lyndiane et de nom de famille Gueye ?

{t / e(t) ∩ (t.Adresse = 'Lyndiane') ∩ (t.Nom = 'Gueye')}

3. Donner le Nom et le Prénom des étudiants habitant Boucotte ou Tilene et ayant moins de 25 ans.

{t.Nom, t.Prenom / e(t) ∩ ((t.Adresse = 'Boucotte') ∪ (t.Adresse='Tilene')) ∩ (t.Age < 25)}

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 3. Les quantificateurs

En calcul relationnel il existe deux quantificateurs :

- ✓ Le quantificateur existentiel ;
- ✓ Le quantificateur universel

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 3. Les quantificateurs

I. 3. 1. Le quantificateur existentiel (∃ : il existe)

∃ t P(t) est vrai s'il existe un n_uplet **t** dans la base qui vérifie le prédicat **P(t)**.

Il permet de chercher les enregistrements qui répondent à une situation donnée

Exemple : Soit la relation **Salle** (<u>NumSalle</u>, <u>NumBat</u>, Capacite, AnneeConst) d'instance **s.**

Quels sont les bâtiments construits la même année ?

$\{t \,/\, s(t) \cap \exists\, t_1 \in s \cap (t_1.AnneeConst = t.AnneeConst) \cap (t_1.NumBat \neq t.NumBat)\}$

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 3. Les quantificateurs

I. 3. 2. Le quantificateur universel (∀ : quelque soit)

∀ t, P(t) signifie que pour tous les n_uplets t le prédicat P(t) est vrai.

Il permet de chercher les sous-systèmes dans lesquels tous les enregistrements répondent à une situation donnée

Exemple : On reprend la relation de l'exemple précédent :

Quels sont les bâtiments dont toutes les salles ont la même capacité ?

$$\{t\ /\ s(t)\ \cap\ \forall\ t_1 \in s,\ (t_1.\text{Capacité} = t.\text{Capacité})\}$$

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d'une requête en calcul relationnel à variables tuples

Une expression en calcul relationnel à variable n_uplet est de la forme :

$$\{t \;/\; P(t)\}$$

- C'est l'ensemble des n_uplets **t** tels que le prédicat **P(t)** soit vrai.
- Dans cette expression :
  - ✓ P est une formule ;
  - ✓ t est un n_uplet (un enregistrement).

Remarque : Plusieurs variables n_uplets peuvent apparaître dans une même formule.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d’une requête en calcul relationnel à variables tuples

Formule atomique :

- Une formule est atomique si elle permet de :
  - donner l’instance dans laquelle appartient un tuple ;
  - comparer deux valeurs d’attribut ;
  - une valeur d’attribut et une constante.
- Les opérateurs de comparaison utilisés sont : =, <, >, <=, >=, <>.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d’une requête en calcul relationnel à variables tuples

Formule atomique :

Exemple : Avec toujours la même relation Salle d’instance s :

- ✓ x ϵ s ;
- ✓ x.Capacité = y.Capacité ;
- ✓ z.NumSalle = 5.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d'une requête en calcul relationnel à variables tuples

Formule complexe :

Une formule complexe est une combinaison de formules atomiques liées par des connecteurs (∩, U, ¬)et des quantificateurs (∃, ∀).

Propriétés : Si P et Q sont des formules alors :

- ✓ ¬P, P ∩ Q, P U Q sont des formules complexes ;
- ✓ ∃ r, (P(r)) est une formule complexes ;
- ✓ ∀r, (P(r)) est une formule complexes.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d'une requête en calcul relationnel à variables tuples

Formule complexe :

Remarque :

- ✓ Les quantificateurs ∃ r et ∀ r permettent de lier la variable r ;
- ✓ Une variable non liée est dite variable libre ;
- ✓ Une restriction importante s'impose à la définition d'une requête {t / P(t)} : Seules les variables t qui apparaissent à la gauche du signe "/" doivent être des variables libres dans la formule P.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d’une requête en calcul relationnel à variables tuples

Formule complexe :

Les formules sont constituées à partir d’atomes de la manière suivante :

- r(t) :
  - **t** est une variable n_uplet ;
  - **r** une instance relationnelle.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d’une requête en calcul relationnel à variables tuples

Formule complexe :

- t.A ϴ f.B :
  - ✓ **t** et **f** sont des variables n_uplets ;
  - ✓ **A** est un attribut de la relation dont **t** appartient à l’instance ;
  - ✓ **B** est un attribut de la relation dont **f** appartient à l’instance ;
  - ✓ ϴ est un opérateur de comparaison.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 4. Formalisme d'une requête en calcul relationnel à variables tuples

Formule complexe :

- t.A ϴ C :
  - ✓ **C** est une constante ;
  - ✓ ϴ un opérateur de comparaison ;
  - ✓ **t** un n_uplet ;
  - ✓ **A** un attribut de la relation dont t appartient à l'instance.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I. 5. 1. La sélection

$$\sigma_{C}\,(R) \Longleftrightarrow \{t \,/\, r(t) \cap C\}$$

- ✓ r est l’instance de la relation R ;
- ✓ **C** une condition de sélection ;
- ✓ t un n_uplet appartenant à r.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I. 5. 2. La projection

$$\prod_{A1,A2,\ldots,Aj}(R) \Longleftrightarrow \{t.A_1, t.A_2,\ldots,t.A_j \ / \ t \in r\}$$

- ✓ r est l’instance de la relation R ;
- ✓ R est une relation de n attributs ;
- ✓ t un n_uplet appartenant à r ;
- ✓ $A_1, A_2, \ldots, A_j$ des attributs de la relation R tels que $j < n$.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I. 5. 3. Le complément

Soit $R(A_1, A_2, \ldots, A_n)$ une relation d'instance r, le complément de la relation R noté –R s'exprime comme suit :

$-R \iff \{t.A_1, t.A_2, \ldots, t.A_n \,/\, (r(t)) \cap \exists t_1 \in r \cap \exists t_2 \in r \cap \ldots \cap \exists t_n \in r \cap (t.A_1 = t_1.A_1) \cap (t.A_2 = t_2.A_2) \cap \ldots (t.A_n = t_n.A_n)\}$

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I. 5. 4. L'union

$$R_1 \cup R_2 \Longleftrightarrow \{t \mid t \in r_1 \cup t \in r_2\}$$

- ✓ r_1 et r_2 sont respectivement les instances des relations R_1 et R_2 ;
- ✓ t un n_uplet.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I. 5. 5. L'intersection

$$R_1 \cap R_2 \Longleftarrow\!\Longrightarrow \{t \,/\, t \in r_1 \cap t \in r_2\}$$

- ✓ r_1 et r_2 sont respectivement les instances des relations R_1 et R_2 ;
- ✓ t est un enregistrement.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I. 5. 6. La différence

$$R_1 - R_2 \Longleftrightarrow \{t \,/\, r_1(t) \cap \; (r_2(t))\}$$

- ✓ r_1 et r_2 sont les instances respectives des relations R_1 et R_2 ;
- ✓ t un n_uplet.

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I. 5. 7. Le produit cartésien

✓ Soient R_1 et R_2 deux relations dont les attributs sont respectivement $A_1, A_2, \ldots, A_n$ et $B_1, B_2, \ldots, B_m$: $R_1 (A_1, A_2, \ldots, A_n)$ et $R_2 (B_1, B_2, \ldots, B_m)$

✓ Le produit cartésien $R_1 * R_2$ avec r_1 et r_2 les instances respectives de R_1 et R_2 s'exprime comme suit :

$R_1 * R_2 \Longleftrightarrow \{t \,/ \exists u \in r_1 \cap \exists v \in r_2 \cap (t.A_1 = u.A_1) \cap \ldots \cap (t.A_n = u.A_n) \cap (t.B_1 = v.B_1) \cap \ldots \cap (t.B_m = v.B_m)\}$.

Remarque : $R_1 * R_2$ a pour schema $(A_1, A_2, \ldots, A_n, B_1, B_2, \ldots, B_m)$

I. CALCUL RELATIONNEL À VARIABLES N-UPLETS

I. 5. Les opérations algébriques en calcul relationnel

I.5.7. La division

Soient R_1 et R_2 deux relations de schéma respectif $(A_1, A_2, \ldots, A_n)$ et $(A_3, A_4, \ldots, A_m)$ (avec m < n) et d'instance respective r_1 et r_2 :

La division de R_1 par R_2 notée $R_1 \div R_2$ s'exprime comme suit en calcul relationnel :

$R_1 \div R_2 \Longleftrightarrow \{t.A_1, t.A_2, t.A_{m+1}, \ldots, t.A_n \,/\, \forall t_1 \in r_2, \exists t_2 \in r_1 \cap (t.A_1 = t_2.A_1) \cap (t.A_2 = t_2.A_2) \cap \ldots \cap (t.A_{m+1} = t_2.A_{m+1}) \cap (t_1.A_3 = t_2.A_3) \cap (t_1.A_4 = t_2.A_4) \cap \ldots \cap (t_1.A_m = t_2.A_m)\}$

Remarque : $R_1 \div R_2$ a pour schema $(A_1, A_2, A_{m+1}, \ldots, A_n)$