



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

# CHAPITRE III

# OPTIMISATION DE SCHÉMAS RELATIONNELS

ANNÉE ACADÉMIQUE : 2022 – 2023

FILIÈRE : INGÉNIERIE INFORMATIQUE

NIVEAU : LICENCE 3

**SEMESTRE : 5**

DR SERIGNE DIAGNE

# PLAN DU COURS

## Introduction

### I. Les dépendances entre attributs

1. Dépendance fonctionnelle
2. Dépendance multi-valué
3. Dépendance de jointure

### II. Formes normales

1. Troisième forme normale (3FN)
2. Forme normale de Boyce-Codd (FNBC)
3. La quatrième forme normale (4FN)
4. La cinquième forme normale (5FN)

### III. Axiomes d'Armstrong

### IV. Fermeture d'un ensemble d'attributs et Couverture minimale

### V. Couverture minimale d'un ensemble de dependences fonctionnelles

### VI. Décomposition d'un schéma relationnel

### VII. Cas pratique



# INTRODUCTION

- Une base de données est une collection de données **cohérentes** et **structurées** ;
- La structuration des données au sein de la base permet :
  - ✓ d'uniformiser leur saisie ;
  - ✓ de standardiser leurs traitements ;
  - ✓ de contrôler leur validité ;
  - ✓ de les partager entre plusieurs traitements.

# INTRODUCTION

- L'optimisation d'un schéma relationnel dépend en grande partie de la bonne conception de son schéma ;
- Elle consiste à faire de sorte à avoir la meilleur **structure possible** (une structure **performante**, **cohérente**, sans **perte de données** ni de **redondance**) ;
- Elle passe par la normalisation de ses relations ;
- Normaliser un schéma relationnel consiste à normaliser toutes ces relations :
  - ✓ ses relations doivent respecter des FN telles que la 1FN, la 2FN, la 3FN, la FNBC, etc. ;
  - ✓ pour éviter les redondances, chaque relation doit également respecter la 4FN et la 5FN.



# I. LES DÉPENDANCES ENTRE ATTRIBUTS

En plus des dépendances déjà vues (Dépendance Fonctionnelles), on va introduire dans ce chapitre deux autres types de dépendances entre attributs d'une relation :

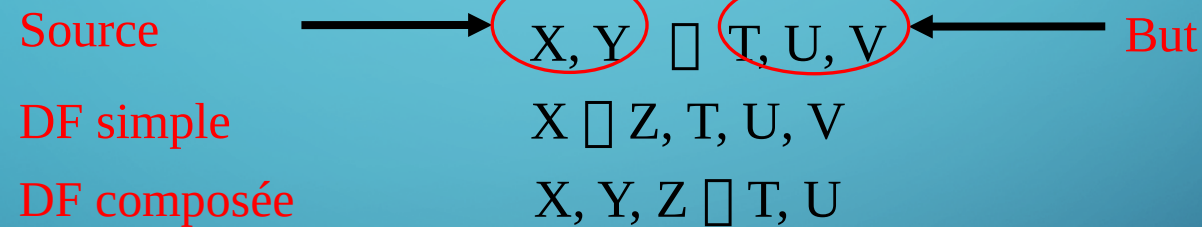
- ✓ Les dépendances multi-valuées ;
- ✓ Les dépendances de jointure.

# I. LES DÉPENDANCES ENTRE ATTRIBUTS

## I. 1. DÉPENDANCES FONCTIONNELLES

Définition :

Il y'a DF entre deux attributs d'une relation si à chaque valeur de l'un correspond une et une seule valeur de l'autre : Soit  $R(X, Y, Z, T, U, V)$



Remarque :

Soit la relation  $R(X, Y, Z)$  :

- ✓ Si  $X \rightarrow Y$  et  $Y \rightarrow Z$  alors  $X \rightarrow Z$  ;
- ✓ Si  $X \rightarrow Y$  et  $X \rightarrow Z$  Alors  $X \rightarrow Y, Z$

# I. LES DÉPENDANCES ENTRE ATTRIBUTS

## I. 1. DÉPENDANCES FONCTIONNELLES

Graphe minimale :

Si  $F$  est l'ensemble des DF entre les attributs d'une relation  $R$ , on appelle graphe minimale de  $R$  le sous-ensemble de  $F$  contenant les DF élémentaires non déductibles dont le but contient un seul attribut et tels que toutes les DF appartenant à  $F$  peuvent en être déduites.



# I. LES DÉPENDANCES ENTRE ATTRIBUTS

## I. 2. DÉPENDANCES MULTI-VALUÉES

Définition :

X multi-détermine Y ( $X \twoheadrightarrow Y$ ) si à chaque valeur de X correspond plusieurs valeurs de Y indépendamment des autres attributs de la relation. Avec :

- ✓ X et Y des sous-ensembles de  $\{R_1, R_2, R_3, \dots, R_p\}$  ;
- ✓ R ( $R_1, R_2, R_3, \dots, R_p$ ) une relation.

Remarque :

- ✓ Soit R (X, Y, Z), alors X et Y sont liés par une dépendance multi-valuée si pour tous enregistrements  $(x_0, y_1, z_1)$  et  $(x_0, y_2, z_2)$  dans l'instance de R les enregistrements  $(x_0, y_1, z_2)$  et  $(x_0, y_2, z_1)$  appartiennent aussi à l'instance de R.
- ✓ Si dans la relation R (X, Y, Z),  $X \twoheadrightarrow Y$ , alors  $X \twoheadrightarrow Z$ , On note :  $X \twoheadrightarrow Y|Z$



# I. LES DÉPENDANCES ENTRE ATTRIBUTS

## I. 2. DÉPENDANCES MULTI-VALUÉES

Exemple :

1. Soit la relation Etudiant (Nom, AnneeNaiss, VilleNaiss) :

- ✓ Si (Moussa, 2009, Diourbel) et (Moussa, 2010, Dakar) sont des Etudiants inscrits
- ✓ Alors (Moussa, 2010, Diourbel) et (Moussa, 2009, Dakar) sont aussi des Etudiants inscrits

Nom  $\twoheadrightarrow$  AnneeNaiss et Nom  $\twoheadrightarrow$  VilleNaiss

Alors Nom  $\twoheadrightarrow$  AnneeNaiss | VilleNaiss

2. Soit la relation Classe (Niveau, Serie, Effectif)

- ✓ Si (Terminal, S2, 60) et (Terminal, L2, 75) sont des classes qui existent
- ✓ Alors (Terminal, L2, 60) et (Terminal, S2, 75) sont aussi des classes qui existent

Classe  $\twoheadrightarrow$  Serie et Classe  $\twoheadrightarrow$  Effectif

Alors Classe  $\twoheadrightarrow$  Serie | Effectif

# I. LES DÉPENDANCES ENTRE ATTRIBUTS

## I. 3. DÉPENDANCES DE JOINTURE

Définition : Soient :

- ✓  $R (R_1, R_2, R_3, \dots, R_p)$  est une relation ;
- ✓  $A_1, A_2, \dots, A_m$  des sous-ensembles non disjoints de  $\{R_1, R_2, R_3, \dots, R_p\}$ .

Il existe une dépendance de jointure notée  $*\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  si :

$$R = \Pi_{A_1}(R) \bowtie \Pi_{A_2}(R) \bowtie \Pi_{A_3}(R) \bowtie \dots \bowtie \Pi_{A_p}(R)$$

Remarque :

- ✓ Les dépendances multi-valuées sont des cas particuliers de dépendances de jointure ;
- ✓ Si une relation  $R (X, Y, Z)$  vérifie  $X \twoheadrightarrow Y$  et donc  $X \twoheadrightarrow Z$  elle satisfait la dépendance de jointure  $*\{XY, XZ\}$ .



# I. LES DÉPENDANCES ENTRE ATTRIBUTS

## I. 3. DÉPENDANCES DE JOINTURE

Exemple :

Avec la relation Etudiant (Nom, AnneeNaiss, VilleNaiss) on a la dépendance de jointure  $*\{A_1, A_2\}$

Avec  $A_1 = \{\text{Nom}, \text{AnneeNaiss}\}$  et  $A_2 = \{\text{Nom}, \text{VilleNaiss}\}$

Ainsi Etudiant =  $\Pi_{A_1}(\text{Etudiant})$    $\Pi_{A_2}(\text{Etudiant})$

Etudiant =  $\Pi_{\text{Nom}, \text{AnneeNaiss}}(\text{Etudiant} : E_1)$   $E_1.\text{Nom}=E_2.\text{Nom}$   $\Pi_{\text{Nom}, \text{VilleNaiss}}(\text{Etudiant} : E_2)$

## II. FORMES NORMALES (FN)

### II. 1. TROISIÈME FORME NORMALE (3FN)

Définition :

Une relation est en troisième forme normale s'il n'y a pas de dépendance fonctionnelle :

- ✓ d'une partie d'une clé vers un attribut non clé ;
- ✓ entre attributs non clé.

Remarque :

Une relation en 3FN peut comporter des redondances.



## II. FORMES NORMALES (FN)

### II. 2. FORME NORMALE DE BOYCE-CODD (FNBC)

Définition :

Une relation est en forme normale de Boyce-Codd (FNBC) si et seulement si ses clés candidates sont les uniques sources de DF, c'est-à-dire :

- ✓ Pour toute DF  $A \rightarrow B$  telle que  $B$  n'est pas inclus dans  $A$  ;
- ✓ Alors  $A$  est une clé candidate.

Remarque :

Toute dépendance fonctionnelle en FNBC est en 3FN

## II. FORMES NORMALES (FN)

### II. 3. QUATRIÈME FORME NORMALE (4FN)

Définition :

Une relation est en 4FN si les seules dépendances sont celles dans lesquelles une clé candidate multi-détermine un attribut.

On dit également qu'une relation est en 4FN si :

- ✓ elle est en FNBC et ;
- ✓ elle ne contient pas de Dépendance Multi-valuée.

Remarque :

- ✓ Toute dépendance en 4FN est également en FNBC ;
- ✓ Les dépendances fonctionnelles sont des cas particuliers de dépendance multi-valuée.



## II. FORMES NORMALES (FN)

### II. 4. CINQUIÈME FORME NORMALE (5FN)

Définition :

Une relation est en 5FN si toutes ses dépendances de jointure sont impliquées par les clés

Remarque :

Toute relation en 4FN qui n'est pas en 5FN peut être remplacée par des relations en 5FN

### III. AXIOMES D'ARMSTRONG

Soient  $A, B, C$  des sous-ensembles quelconques d'attributs d'une relation  $R$  et  $AB$  l'union de  $A$  et  $B$ , les axiomes d'Armstrong sont les suivantes :

- ✓ Réflexivité : si  $B$  est inclus dans  $A$ , alors  $A \rightarrow B$  ;
- ✓ Augmentation : si  $A \rightarrow B$ , alors  $AC \rightarrow BC$  ;
- ✓ Transitivité : si  $A \rightarrow B$  et  $B \rightarrow C$  alors  $A \rightarrow C$ .

A partir des axiomes d'Armstrong, nous pouvons déduire :

- ✓ Union :  $X \rightarrow Y$  et  $X \rightarrow Z$ , alors  $X \rightarrow YZ$  ;
- ✓ Pseudo-Transitivité :  $X \rightarrow Y$  et  $YW \rightarrow Z$ , alors  $XW \rightarrow Z$  ;
- ✓ Décomposition :  $X \rightarrow Y$  et  $Z$  inclus dans  $Y$ , alors  $X \rightarrow Z$ .



## IV. LA FERMETURE D'UN ENSEMBLE D'ATTRIBUTS

Définition :

La fermeture d'un ensemble d'attributs  $X$  (notée  $X^+$ ) d'une relation  $R$  représente l'ensemble des attributs de cette relation qui peuvent être déduits de  $X$  à partir d'une famille de Dépendances Fonctionnelles  $F$  en appliquant les axiomes d'Armstrong.

Remarque :

- ✓  $Y$  est inclus dans  $X^+$  si et seulement si  $X \rightarrow Y$  ;
- ✓ La fermeture d'un ensemble d'attributs  $X$  sous  $F$  contient les attributs de  $X$  et tous les attributs dans le but d'une DF de  $F$  dont la source contient des attributs inclus dans  $X^+$

# V. LA COUVERTURE MINIMALE D'UN ENSEMBLE DE DF

Définition :

La couverture minimale de  $F$  contient les DF qui peuvent être déduites d'un ensemble minimale  $F'$  inclus dans  $F$  après élimination des DF redondantes.



# VI. LA DÉCOMPOSITION D'UN SCHÉMA RELATIONNEL

Objectif :

La décomposition d'un schéma relationnel a pour objectif de remplacer un schéma  $R$  par un ensemble de schémas  $\{R_1, R_2, R_3, \dots, R_n\}$  tels que  $R = R_1 \cup R_2 \cup R_3 \cup \dots \cup R_n$ .

Elle permet :

- ✓ d'éliminer les redondances et les anomalies de mise à jour ;
- ✓ d'optimiser le schéma d'une relation ;
- ✓ de faciliter les tâches d'administration.

Remarque :

Les Schémas  $R_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) ne sont pas obligatoirement disjoints ;

## VII. EXERCICE D'APPLICATION

Soit la base de données *Usine* dont le schéma relationnel est le suivant :

**Usine** (NomMP, TypeMP, QteMP, PUMP, NomProd, TypeProd, QteProd, PUProd, Matricule, NomOuv, Prenom, Age, Specialite, Pourcentage, DateFabrication, QteFabriquer)

1. Donnez la fermeture de {NomMP}, {Age}, {Matricule}
2. Donnez la couverture minimale de cette relation
3. Décomposez cette relation et proposez un schéma optimisé de la base de données *Usine*.