



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 :

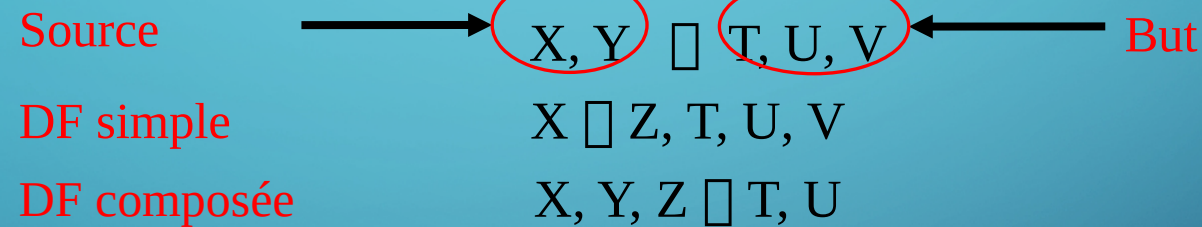
- ✓ Les dépendances multi-valuées ;
- ✓ Les dépendances de jointure.

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

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 = $\Pi_{\text{Nom}, \text{AnneeNaiss}}(\text{Etudiant} : E1)$ $E1.\text{Nom}=E2.\text{Nom}$ $\Pi_{\text{Nom}, \text{VilleNaiss}}(\text{Etudiant} : E2)$

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*.