

CHAPITRE 2 :

Conception de base de données

Introduction :

L'approche relationnelle représente depuis plusieurs décennies la tendance principale du marché. La raison est que le modèle relationnel est fondé sur des bases mathématiques.

Un système relationnel est un système dans lequel :

- l'utilisateur perçoit les données comme des tables,
- les opérateurs génèrent de nouvelles tables résultats à partir des tables existantes.

Exemple :

Schéma de la relation Etudiant :

Etudiant (Nom, Prénom, Matricule, Groupe, Section)

Représentation de la relation Etudiant sous forme de table

Etudiant				
Attribut				
Nom	Prénom	Matricule	Groupe	Section
kaci	Ali	23564	1	A
Madi	Reda	23654	1	A
....				

← un tuple

Domaine

1. Définition d'une Relation :

Soient D_1, D_2, \dots, D_n des domaines (ensembles de valeurs) pas nécessairement distincts.

Une relation $R(D_1, D_2, \dots, D_n)$ est un sous ensemble du produit cartésien des domaines D_1, \dots, D_n , c'est à dire que $R(D_1, D_2, \dots, D_n) \subset D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$.

Un tuple ou n-uplet d'une relation $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$ est tel que : $d_1 \in D_1, \dots, d_n \in D_n$.

2. Notions de clé : Clé candidate - Clé primaire – Superclé - Clé étrangère :

a) Clé candidate :

Définition Soit R une relation, une clé candidate C pour cette relation est un sous ensemble d'attributs de R tel que :

1. Il n'existe pas deux tuples distincts dans R ayant la même valeur C (propriété d'unicité)
2. Aucun sous-ensemble strict de C ne possède la propriété d'unicité (propriété d'irréductibilité).

Exemples:

-Etudiant (Matricule, Nom, Prénom, Groupe, Section): **Matricule** est une clé candidate
Etudiant

Matricule	Nom	Prénom	Groupe	Section
9713	ABBAS	BRAHIM	1	A
0634	BOUSBA	MOHAMED	2	A
9152	HADDADI	SAID	1	B
7492	ABDERRAZAK	RANIA	2	C
0926	MESSAOUDE	AMIRA	3	C

-Produit (NumP, Désignation, PrixU): Sachant qu'il n'existe pas deux produits différents ayant le même numéro ni la même désignation : Cette relation a 2 clés candidates **NumP** et **Désignation**

Remarque :

Chaque relation possède, au moins, une clé candidate parce qu'**une relation ne contient pas de tuples dupliqués**. Il s'ensuit qu'au moins la combinaison de tous les attributs de la relation possède la propriété d'unicité. De là, soit cette combinaison possède la propriété d'irréductibilité et est donc une clé candidate (et la seule), soit il existe au moins un sous-ensemble strict de cette combinaison qui a la propriété d'unicité et également la propriété d'irréductibilité

b) Clé primaire :

Si la relation a plusieurs clés candidates, le modèle relationnel exige que seule une de ces clés candidates soit choisie comme clé pour cette relation qu'on appellera **clé primaire**; les autres clés sont appelées **clés alternatives**.

Exemple :

Produit (NumP, Désignation, PrixU)

La relation Produit a 2 clés candidates **NumP** et **Désignation**. On choisit une des deux comme clé primaire, soit **NumP**.

c) Superclé :

Définition: Une super-clé pour une relation R est un ensemble d'attribut de R qui inclut au moins une clé candidate de R.

Exemples :

Etudiant (Nom, Prénom , Matricule , Groupe, Section)

(Matricule, Nom, Prénom) est une superclé,

(Nom, Prénom , Matricule , Groupe, Section) est aussi une superclé

Relation Produit (NumP, Désignation, PrixU)
Superclés : (Désignation, PrixU), (Nump, Désignation) ...

Remarque :

- Une superclé a la propriété d'unicité mais pas la propriété d'irréductibilité.
- Une clé candidate est une superclé, l'inverse n'est pas vrai.

d) Clé étrangère :

Définition: Soit R1 et R2 deux relations, on appelle clé étrangère ou clé externe dans R1, tout attribut (ou groupes d'attributs) X de R1 qui apparaît comme clé primaire ou clé unique Y dans R2.

Remarques :

- R2 est appelée relation primaire et R1 relation secondaire.
- X et Y doivent être du même domaine (même type de données).

Exemple

Soit la base de données formée de 2 relations décrivant les départements et les employés :

DEPARTEMENT(NDEPT, DNOM, BUDGET)
EMPLOYE(NEMP, ENOM, **NDEPT**, SAL)

Clés primaires : NDEPT est la clé primaire de la relation DEPARTEMENT
NEMP est la clé primaire de la relation EMPLOYE

Clés étrangères :

L'attribut NDEPT de la relation EMPLOYE est une clé étrangère qui fait référence à la clé primaire NDEPT de la relation DEPARTEMENT.

Exemple de la base de données Approvisionnement :

FOURNISSEUR

NF	NOM	CODE	VILLE
F 1	Haroun	120	Alger
F 2	Bouزيد	110	Tunis
F 3	Mamir	130	Tunis
F 4	Kaci	120	Alger
F 5	Kaddour	130	Oran

PIECE

N P	NOM	MATERIAU	POIDS	VILLE
P 1	Vis	Fer	12	Alger
P 2	Boulon	Acier	17	Tunis
P 3	Ecrou	Zinc	17	Paris
P 4	Ecrou	Fer	14	Alger
P 5	Came	Zinc	12	Tunis
P 6	Clou	Fer	19	Alger

FOURNITURE

N F	N P	QTE
F 1	P 1	300
F 1	P 2	200
F 1	P 3	400
F 1	P 4	200
F 1	P 5	100
F 1	P 6	100
F 2	P 1	300
F 2	P 2	400
F 3	P 2	200
F 4	P 2	200
F 4	P 4	300
F 4	P 5	400

La table FOURNISSEUR décrit des fournisseurs où :

- NF est le numéro du fournisseur
- NOM est le nom du fournisseur
- CODE le code du fournisseur
- VILLE la ville où il se situe

La table PIECE décrit les pièces où

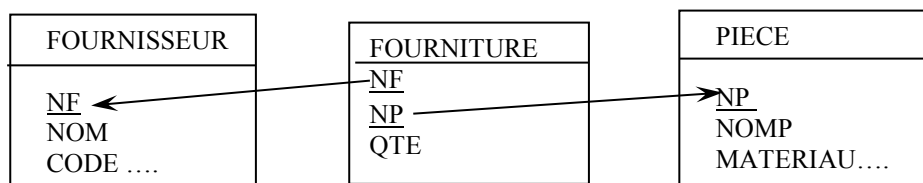
- NP correspond au numéro de pièce
- NOM est le nom de la pièce
- MATERIAU, le matériau constituant la pièce
- POIDS le poids de la pièce
- VILLE la ville où est stockée la pièce .

La table FOURNITURE signifie qu'un fournisseur f fournit une pièce p en une certaine quantité q .

Clés Primaires :

- NF est la clé primaire de la relation Fournisseur
- NP est la clé primaire de la relation Pièce
- (NF, NP) est la clé primaire de la relation Fourniture

Clés étrangères :



- NF est une clé étrangère qui fait référence à la clé primaire de FOURNISSEUR
- NP est une clé étrangère qui fait référence à la clé primaire de PIECE

3. Concept de dépendance fonctionnelle

Définition : Soit R une relation, X un attribut (ou un groupe d'attributs) de R et Y un attribut (ou groupe d'attributs) de R. On dit que Y **dépend fonctionnellement** de X (ou X **détermine** Y) si et seulement si, étant donné une valeur de X dans R, il lui correspond une valeur unique de Y dans R, \forall l'instant considéré (pour n'importe quelle extension de R).

On note : $X \rightarrow Y$

Le membre gauche d'une dépendance fonctionnelle (ici X) est appelée **déterminant** et le membre droit (ici Y) **dépendant**

Exemple: Soit la relation VFOURNITURE (NF, VILLE, NP, QTE) dont l'extension est la suivante :

NF	VILLE	NP	QTE
F1	Alger	P1	100
F1	Alger	P2	100
F1	Alger	P3	100
F2	Tunis	P1	200
F2	Tunis	P2	200
F3	Tunis	P4	300

Voici quelques dépendances fonctionnelles qui s'appliquent à la relation VFOURNITURE :

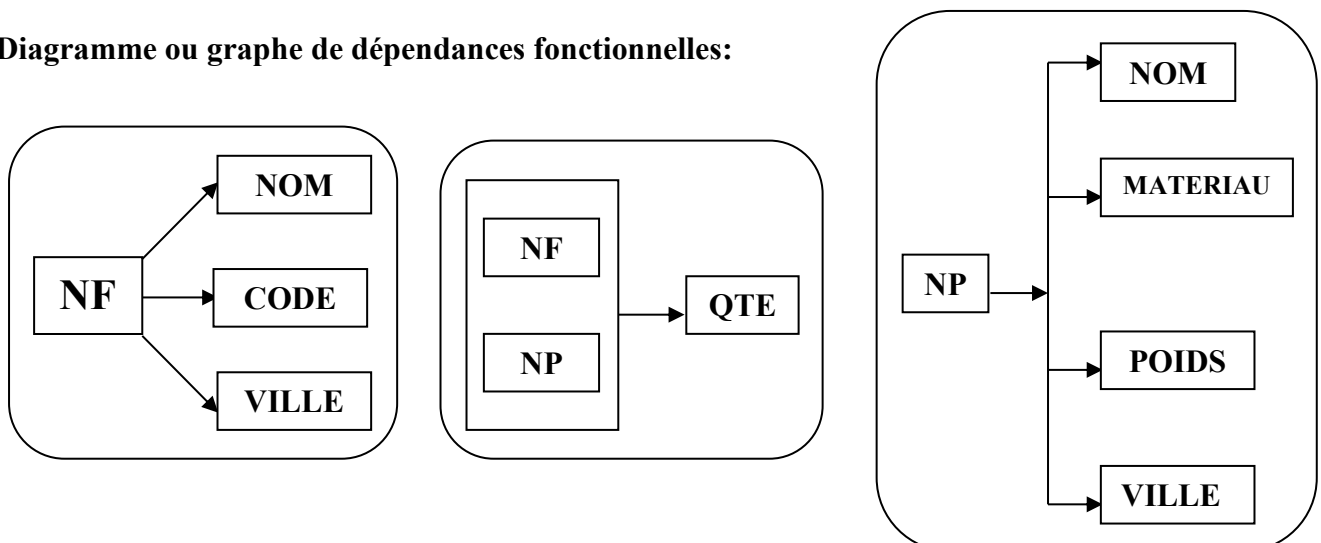
$\{NF, NP\} \rightarrow QTE$ $\{NF, NP\} \rightarrow VILLE$ $\{NF, NP\} \rightarrow \{VILLE, QTE\}$
 $\{NF, NP\} \rightarrow NF$ $\{NF, NP\} \rightarrow NP$ $\{NF, NP\} \rightarrow \{NF, NP, VILLE, QTE\}$

Les dépendances fonctionnelles : $NF \rightarrow QTE$ et $QTE \rightarrow NF$ existent dans VFOURNITURE, mais ne sont pas valides à tout instant. En effet, l'énoncé "un fournisseur donné fournit la même quantité de chaque pièce livrée", est vrai pour l'exemple mais n'est pas vrai tout le temps.

Remarque :

Si X est une clé candidate de la relation R alors tous les attributs Y de la relation R sont en dépendance fonctionnelle avec X.

Diagramme ou graphe de dépendances fonctionnelles:



Dans un diagramme (ou graphe) de dépendances fonctionnelles, les dépendances fonctionnelles sont représentées par des arcs et les attributs par des nœuds.

4. Axiomes d'Armstrong :

Les axiomes d'Armstrong (cités ci-dessous) sont des règles d'inférences permettant de dériver des DFs à partir d'autres DFs.

Soit R une relation. Soient A, B, C trois sous-ensembles d'attributs de R,

1. **Réflexivité** : Si B est un sous-ensemble de A, alors $A \rightarrow B$ (DF **triviale**)
2. **Augmentation** : Si $A \rightarrow B$, alors $AC \rightarrow BC$
3. **Transitivité** : Si $A \rightarrow B$ et $B \rightarrow C$, alors $A \rightarrow C$

(A,B est écrite AB pour simplifier l'écriture)

Plusieurs règles supplémentaires peuvent être dérivées des trois règles représentées ci-dessus.

Soit D est un sous-ensemble d'attributs de R

1. **Pseudo - Transitivité**: Si $A \rightarrow B$ et $CB \rightarrow D$ alors $CA \rightarrow D$
2. **Décomposition** : Si $A \rightarrow BC$, alors $A \rightarrow B$ et $A \rightarrow C$
3. **Union** : Si $A \rightarrow B$ et $A \rightarrow C$ alors $A \rightarrow BC$
4. **Composition** : Si $A \rightarrow B$ et $C \rightarrow D$ alors $AC \rightarrow BD$

Exemple :

Soit R (A, B, C, D, E, F) une relation et soit G un ensemble de DFs satisfaites par R,

$G = \{ A \rightarrow BC, B \rightarrow E, CD \rightarrow EF \}$

(1) (2) (3)

- On peut montrer que $A \rightarrow E$ est satisfaite par R en la dérivant à partir des DFs de G en utilisant les règles d'inférence :
 $A \rightarrow BC$ (1) par décomposition on obtient : $A \rightarrow B$ (4) et $A \rightarrow C$ (5)
 $A \rightarrow B$ (4) et $B \rightarrow E$ (2) par transitivité, on obtient $A \rightarrow E$ (6)
- De même, on peut montrer que $AD \rightarrow F$ est satisfaite par R :
 $A \rightarrow C$ (5) par augmentation, on obtient $AD \rightarrow CD$ (6)
 $AD \rightarrow CD$ (6) et $CD \rightarrow EF$ (3) par transitivité, on obtient $AD \rightarrow EF$ (7)

(Ou bien (5) et (3) donnent par pseudo-transitivité $AD \rightarrow EF$ (7))

La décomposition de (7) donne $AD \rightarrow E$ et $AD \rightarrow F$

Donc $AD \rightarrow F$ est bien satisfaite par R.

Remarque :

Si nous connaissons les dépendances fonctionnelles d'une relation et nous voulons déterminer les clés candidates, il suffit de considérer les super-clés qui sont irréductibles (ou rendre irréductibles les super-clés)

Exemple précédent : R(A,B, C,D,E,F) et $G = \{ A \rightarrow BC, B \rightarrow E, CD \rightarrow EF \}$

Soit la superclé formée de l'ensemble des attributs de R : **ABCDEF**

A B C D E F réduite à **A B C D** en utilisant ($CD \rightarrow EF$)

A B C D réduite à **A D** en utilisant ($A \rightarrow BC$)

A D unique et irréductible : **AD** est une clé candidate et c'est la seule.