

CHAPITRE 3

LE MODÈLE RELATIONNEL



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Objectifs

A la fin de ce chapitre, vous serez en mesure de :

- 😊 Connaître les bases théoriques du modèle relationnel.
- 😊 Concevoir un schéma relationnel en utilisant les DF et la théorie de la normalisation.



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Contenu

Concepts de base



Les Dépendances Fonctionnelles



La Normalisation



Le Schéma Relationnel



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Le modèle relationnel a été défini par **E.F Codd** dans *les années 70* et de nombreux chercheurs ont contribué à son développement. Les premiers SGBD bâtis sur ce modèle ont été *SQL/DS* et *DB2* de IBM, d'où est né le langage de manipulation de bases relationnelles: SQL.



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Simplicité de la structure des données

Une base relationnelle est composée de tables. Dans une table, une ligne correspond à un enregistrement et une colonne à un champ de cet enregistrement.

Simplicité des opérateurs

Toute opération sur une table génère une nouvelle table, c'est-à-dire fonctionne sur un ensemble de données sans que l'on ait à se préoccuper de traiter successivement chacune des données récupérées par l'opération

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Leçon N° 1



Concepts de base

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Un domaine est un ensemble de valeurs atomiques.

Entier	Couleur= {BLEU, BLANC, ROUGE}
Réel	Point= {(X:REEL,Y:REEL)}
Chaine de caractères	Triangle= {(P1:POINT,P2:POINT,P3:POINT)}

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Le produit cartésien $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ est l'ensemble des tuples (n-uplets) $\langle V_1, V_2, \dots, V_n \rangle$ tq $\forall i, V_i \in D_i$

D1 = {Bleu, Blanc, Rouge}	D1XD2	Bleu Vrai
D2 = {Vrai, Faux}		Bleu Faux
		Blanc Vrai
		Blanc Faux
		Rouge Vrai
		Rouge Faux

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Une relation est un sous-ensemble nommé du produit cartésien d'une liste de domaines.

Elle est notée $R(A_1:D_1, \dots, A_n:D_n)$ où $D_1 \dots D_n$ sont des domaines, comme on peut également la noter sans mentionner les domaines : $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

L'extension d'une relation $R(A_1:D_1,...,A_n:D_n)$ est un ensemble de n-uplets $\{A_1=V_1,...,A_n=V_n\}$ tq $V_1 \in D_1,...,V_n \in D_n$

L'extension d'une relation est variable au cours de la vie d'une base de données.

Exemple

Voiture (Châssis, Marque, Modèle, Couleur)

C'est le sous ensemble nommé (Voiture) du produit cartésien entre les domaines: Chaîne, Marques, Modèles et Couleurs.

Attributs

Extension

Châssis	Marque	Modèle	Couleur
0122SZQ34ES	Peugeot	307	Bleue
ED2S4Q34Z	Renault	Clio	Blanche



Définition

Un attribut est un nom donné à une colonne d'une relation, il prend ses valeurs dans un domaine.

L'extension d'une relation est variable au cours de la vie d'une base de données.



Définition

C'est un groupe d'attributs minimum qui détermine un tuple unique dans une relation

Toute relation doit posséder au moins une clé.



Définition

Groupe d'attributs devant apparaître comme clé dans une autre relation.

PERSONNE (NSS, NOM, PRENOM)
VOITURE (MODELE, ANNEE, COULEUR, TYPE,NSS)

CLES ETRANGERES: VOITURE.NSS référence PERSONNE.NSS

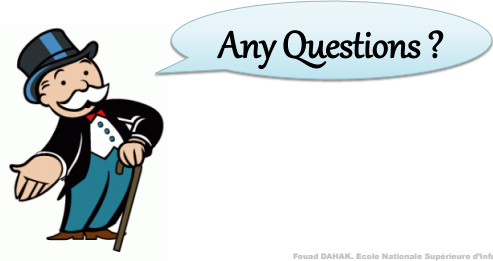
Les clés étrangères définissent les contraintes d'intégrité référentielles :

1. Lors d'une insertion, la valeur des attributs doit exister dans la relation référencée.
2. Lors d'une suppression dans la relation référencée les tuples référençant doivent disparaître.
3. Elles correspondent aux liens entité-association obligatoires.



1. Quelle est la différence entre l'E/A et le relationnel ?
2. Quelles sont les caractéristiques d'un domaine de définition ?
3. Une relation peut-elle avoir plusieurs clé ?

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



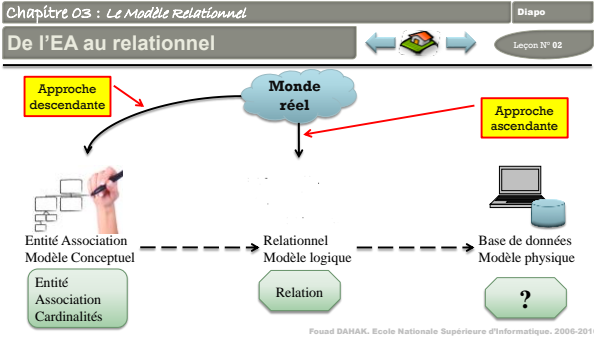
Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Leçon N° 2



Le passage de l'EA vers le Relationnel

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Chapitre 03 : Le Modèle RelationnelDiapo

De l'EA au relationnelLeçon N° 02

Règle 1: Entité non faible

Une entité non faible E est représentée par une relation R dont les attributs simples sont les attributs de E et la clé de R est l'identifiant de E.

Client
IDClt
NomClt
PrénomClt

Client(~~IDClt~~, NomClt, PrénomClt)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Chapitre 03 : Le Modèle RelationnelDiapo

De l'EA au relationnelLeçon N° 02


Règle 2: Relation 1 - N

Une association 1-N n'est pas représentée, ses attributs migrent vers la relation représentant le fils et la clé du père migre vers le fils comme clé étrangère.

Modèle		Appartenir		Véhicule
ID	0..n		1..1	Châssis
Désignation				Couleur

Modèle(**ID**, Désignation)
Véhicule(**Châssis**, Couleur,
Modèle/*ID*)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Règle 3: Relation N - N

Une association n:n est représentée par une relation dont les attributs sont les attributs de l'association et la clé est l'identifiant de l'association.

Auteur

ID

Nom

Prénom

0,n

Ecrire

1,n

Livre

ISBN


Titre

Auteur(**ID**,Nom,Prénom)

Livre(**ISBN**,Titre)

Ecrire(**AuteurID,ISBN**)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Règle 4: Entité faible

Une entité faible devient une relation, la clé du père migre vers l'entité faible comme clé étrangère et rentre dans la clé primaire.

Hotel

Nom

1,n

Avoir

1,(R)

Chambre


Numéro

Etage

Hotel(**Nom**)

Chambre(**Numéro,NomHotel**,Etage)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Règle 5: Héritage

Une généralisation/spécialisation est transformée de trois manières.

Premier Cas :

Artiste

ID

Nom

Chanteur

Spécialité

Musicien

Instrument

Artiste(**ID**,NOM)

Chanteur(**ID**,Spécialité)

Musicien(**ID**,Instrument)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Règle 5: Héritage

Une généralisation/spécialisation est transformée de trois manières.

Deuxième Cas : Push Down



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016




Règle 5: Héritage

Une généralisation/spécialisation est transformée de trois manières.

Troisième Cas : Push up



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016




Règle 6: Association 1-1

Si une des cardinalités minimale est 0, alors migrer vers le côté du 1. Sinon, effectuer une double migration.

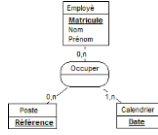
Réservation(NuméroR, DateR, NuméroL)
Location(NuméroL, DateL, NuméroR)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016




Règle 7: Entité avec un seul attribut

Toute entité ayant un seul attribut et qui n'a d'utilité que de part sa participation, n'est pas transformée en une relation.



Employé(~~Matricule~~, Nom, Prénom)
Poste(~~Référence~~)
Occuper(~~Matricule~~, ~~Référence~~, Date)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Quiz

1. Peut-on passer du relationnel vers l'E/A? Comment ?
2. Que devient la cardinalité minimale lors du passage de l'E/A vers le relationnel ?
3. Que deviennent les contraintes d'intégrité ?

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Any Questions ?

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



La Normalisation

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



La théorie de la normalisation est basée sur le concept de dépendances fonctionnelles (DF) qui permettent de décomposer l'ensemble des informations en diverses relations.

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Matricule Enseignant	Nom Enseignant	N° Module	Désignation Module	Niveau	Groupe	Coefficient
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	1	5
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	2	5
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	3	5
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	4	5
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	5	5
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	6	5
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	7	5
1	DAHAK	BDD	Bases de données	ICS	8	5
1	DAHAK	GL	Génie Logiciel	ICS	2	5
1	DAHAK	GL	Génie Logiciel	ICS	3	5
2	MOSTEFAI	GL	Génie Logiciel	ICS	5	5
3	MOSTEFAI	GL	Génie Logiciel	ICS	6	5
4	MOSTEFAI	GL	Génie Logiciel	ICS	7	5
5	MOSTEFAI	GL	Génie Logiciel	ICS	8	5

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Problèmes

- ❖ Au niveau sémantique
- ❖ Au niveau de la redondance d'informations
- ❖ Au niveau des mises à jour
 - Anomalie d'insertion
 - Anomalie de modification
 - Anomalie de suppression

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

La théorie de la normalisation est basée sur les (DF) qui permettent de décomposer l'ensemble des informations en diverses relations. Chaque nouvelle forme normale marque une étape supplémentaire dans la progression vers des relations présentant de moins en moins de redondance.

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

On normalise une relation pour :

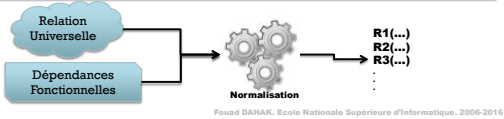
- ❖ Limiter les redondances de données,
- ❖ Limiter les pertes de données,
- ❖ Limiter les incohérences au sein des données
- ❖ Améliorer les performances des traitements.

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

La relation universelle est la relation qui regroupe toutes les informations à stocker





Définition

On dit qu'il y a une DF de X vers Y si à une valeur de X est associée au plus une valeur de Y.

$A \rightarrow B$
Source \rightarrow Destination (Cible)

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Enseignement(N°Ens, NomEns, GradeEns, N°Mod, LibMod, AnUniv, Niveau, Section, Groupe, TypeEnseignement)

$R(A,B,C,D,E,F)$
 $F=\{AB\rightarrow C, D\rightarrow C, D\rightarrow E, CE\rightarrow F, E\rightarrow A\}.$

A	B	C	D	E	F
	1		110		54
X	2	j	100	N	
W	1	i	110	M	54
	2		100		52

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définitions

Une DF $A \rightarrow B$ est **élémentaire**, s'il n'existe pas C , inclus dans A , qui assure lui-même une DF $C \rightarrow B$

Une DF $A \rightarrow B$ est **directe**, s'il n'existe pas un attribut C qui engendrerait une DF transitive $A \rightarrow C \rightarrow B$.

Une DF est **triviale** si et seulement si le membre droit est un sous-ensemble du membre gauche.

Fouad DAHAH, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

- (i) Réflexivité $Y \subseteq X \Rightarrow X \rightarrow Y$
- (ii) Augmentation $X \rightarrow Y \Rightarrow XZ \rightarrow YZ$
- (iii) Transitivité $X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow Z$
- Projection $X \rightarrow YZ \Rightarrow X \rightarrow Y$
- Union (addition) $X \rightarrow Y, X \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow YZ$
- Pseudo-transitivité $X \rightarrow Y, WY \rightarrow Z \Rightarrow WX \rightarrow Z$

Fouad DAHAH, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

- Décomposition $X \rightarrow YZ \Rightarrow X \rightarrow Y, X \rightarrow Z$
- Auto-Détermination $X \rightarrow X$
- Composition $X \rightarrow Y, V \rightarrow Z \Rightarrow XV \rightarrow YZ$
- Augmentation à gauche $X \rightarrow Y \Rightarrow XW \rightarrow Y$

Fouad DAHAH, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Soit F un ensemble de dépendances fonctionnelles sur la relation R , la fermeture transitive de F notée F^+ est l'ensemble des DFs qui peuvent être inférées de F par transitivité.



Règle

Deux ensembles de dépendances fonctionnelles sont équivalents s'ils ont la même fermeture transitive.



Définition

La fermeture d'un attribut X par rapport à F notée $X^+(F)$ est l'ensemble des attributs dépendants de X par rapport à F .



Définition

Une couverture minimale notée $CM(F)$ est l'ensemble de dépendances fonctionnelles élémentaires non redondantes.

Comment déterminer si une DF est redondante ou non ?

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Une clé est un ensemble minimal d'attributs qui détermine tous les autres.

**Une Relation a combien de clés ?
Comment trouver les clés ?**

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Les Formes Normales

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Une relation est en première forme normale si et seulement si tous ses attributs ont des valeurs simples (non multiples, non composées).

Exemple

Personne₁(nom, prénom, rueEtVille, prénomEnfants)
Personne₂(nom, prénom, nombreEnfants)

1^{ère} solution : Créer autant d'attributs que le nombre maximum de valeurs de l'attribut multi-valué (stockage horizontal).

2^{ème} solution : Créer une nouvelle relation comportant la clef de la relation initiale et l'attribut multi-valué puis éliminer l'attributs multi-valué de la relation initiale (stockage vertical).

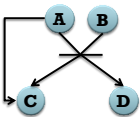


Définition

Une relation est en deuxième forme normale si et seulement si :

1. elle est en première forme normale,
2. tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépend pas que d'une partie de cette clé.

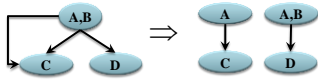
DF partielle



Exemple

Enseignement(NUM, CODE_MATIERE, NOM, VOLUME_HORAIRE)
Avec: NUM→Nom

1. Isoler la DF partielle dans une nouvelle relation
2. Éliminer l'attribut cible de la DF de la relation initiale



Une relation en 1 NF dont la clef est mono-attribut est forcément en 2 NF.

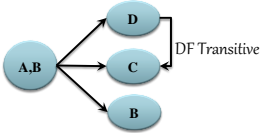
Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Une relation est en troisième forme normale si et seulement si :

1. Elle est en 2FN.
2. Tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépend pas d'un attribut non clé.

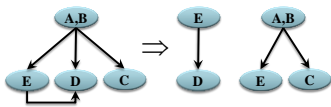


Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016


Exemple

ENSEIGNANT(NUM, NOM, CATEGORIE, CLASSE, SALAIRE)
avec CATEGORIE,CLASSE → SALAIRE

1. Isoler la DF transitive dans une nouvelle relation
2. Éliminer la cible de la DF de la relation initiale




Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

**Définition**

Une relation est en forme normale de Boyce Codd si et seulement si :


1. elle est en 2FN
2. Toute source de DF est une clé primaire minimale

**Exemple**

ADRESSE(Rue, Commune, Bureau-Postal, Code Postal) Avec

$F=\{...,CodePostal \rightarrow Commune\}$

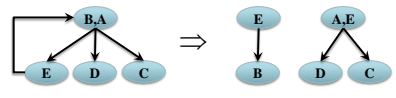
Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

**Note**

1. Toute Relation qui n'est pas en 3NF n'est pas en BCNF
2. Toute relation en 3NF n'est pas forcément en BCNF.
3. Toute relation en BCNF est forcément en 3NF.

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

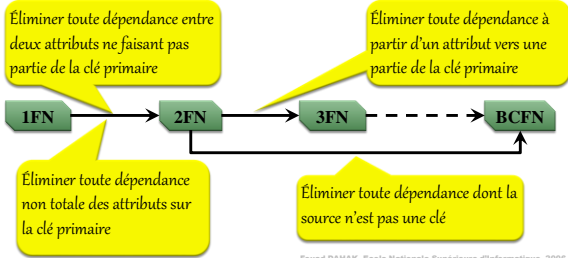
1. Isoler la DF problématique dans une nouvelle relation
2. Éliminer la cible de cette DF et la remplacer par sa source dans la relation initiale.



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

Résumé

Leçon N° 03



Quiz

Leçon N° 03



Quiz

1. Quand on transforme un modèle E/A vers le relationnel il sera en quel forme normale ? Justifiez.
2. Doit-on toujours normaliser nos relations ou existe-t-il des cas où on est obligé de dénormaliser ?

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016

END

Leçon N° 03



Any Questions ?

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Conception d'un schéma relationnel

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

Théorème de Heath: Toute relation $R(X,Y,Z)$ est décomposable sans perte d'information en $R_1=\pi[X,Y]R$ et $R_2=\pi[X,Z]R$ s'il y a dans R une dépendance fonctionnelle de X vers Y ($X \rightarrow Y$).

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Procédure Décomposition(R :Relation universelle; F :Ensemble des DF)
Début
 Résultat = $\{R\}$
 SI (Il existe R_i de Résultat TQ R_i n'est pas en BCNF) **Alors**
 Début
 Chercher une DF non triviale $X \rightarrow Y$ dans F sur R_i tq X n'est pas une clé
 Décomposition($(\text{Résultat} - R_i) \cup (R_i - Y) \cup (XY)$)
 Fin

 Pour tout $R_i(\Delta_i)$ et $R_j(\Delta_j)$ tq Δ_i INCLUS Δ_j dans Résultat **Faire** Supprimer(R_i)
 Retourner Résultat
Fin

Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016



Définition

L'algorithme de synthèse permet la recombposition des relations à partir d'un ensemble d'attributs indépendants.

Fouad DAHAK. Ecole Nationale Supérieure d'Informatique. 2006-2016

Procédure Synthèse(R:Relation universelle; F:Ensemble des DF)

- Début
1. **CM(F)** = Couverture Minimale(F)
 2. Partitionner **CM(F)** en F_1, F_2, \dots, F_n Tq toutes les DF d'un même groupe aient la même partie gauche.
 3. Construire les $R_i(\Delta_i)$ avec Δ_i constitué de l'union des attributs de F_i
 4. **Si** il reste des attributs isolés **Alors** Les regrouper dans une relation ayant comme clé l'ensemble de ces attributs.
- Fin

Fouad DAHAK. Ecole Nationale Supérieure d'Informatique. 2006-2016



Quiz

1. Quelle forme normale obtient-on en utilisant l'algorithme de décomposition.
2. Quelle forme normale obtient-on en utilisant l'algorithme de synthèse.

Fouad DAHAK. Ecole Nationale Supérieure d'Informatique. 2006-2016



Fouad DAHAK, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2006-2016
