Institut Supérieur d'Informatique et de Gestion de Kairouan

Bases de Données Relationnelles

Cours 3 : Le Modèle Relationnel

Riadh ZAAFRANI

2ème année Licence Fondamentale : Sciences de l'informatique

Octobre 2009

Le modèle relationnel

- modèle de niveau logique, très simple
- défini par Ted Codd en 1970; prix Turing en 1986. Développé par IBM lab.
- aujourd'hui utilisé par beaucoup de SGBD commerciaux (Oracle, Informix, DB2, Ingres, Sybase, dBase, Access ...) et GIS
- modèle à deux concepts:
  - relation (table)
  - attribut (colonne)

Concepts de base

Etudiant (N°Etud, nom, prénom, age)

nom de la relation — noms des attributs

schéma

Etudiant			
N°Etud	**nom**	**prénom**	**age**

population / tuple ou occurrence

136	Salem	Karim	19
253	Gabsi	Yasmine	20
101	Ayari	Youssef	21
147	Marzouki	Mohamed	21

,

Schéma relationnel

- une BD = ensemble de relations
- schéma d'une BD relationnelle = un ensemble de schémas de relation: R1, R2, ..., Rx
- schéma d'une relation = un ensemble d'attributs

  Ri = (A1/d1, A2/d2, ..., Ay/dy)

  ou, plus simplement,

  Ri = (A1, A2, ..., Ay)

Règles de structuration

- attributs: simples et monovalués (domaine de valeurs atomiques)
- structure plate regulière

tuple

x	x	x	x

x: une et une seule valeur atomique par attribut

x	x	x	x
		x	
		x	
w	w	w	w
			w
			w

INTERDIT

Valeurs nulles

- Un attribut peut ne pas être valué pour un tuple: on dit alors qu'il a une valeur nulle
  - exemple: on ne connaît ni l'age de Yasmine ni le prénom de Ayari

136	Salem	Karim	19
253	Gabsi	Yasmine	NIL
101	Ayari	NIL	21
147	Marzouki	Mohamed	21

Règles d'identification

- Toute relation possède un identifiant (clé)
  - ◆il ne peut y avoir deux tuples identiques dans la même relation
- L'identifiant n'admet pas de valeurs nulles

Etudiant	N°Etud	nom	prénom	age
	136	Salem	Karim	19
	253	Gabsi	Yasmine	20
	101	Ayari	Youssef	21
	147	Marzouki	Mohamed	21

Identifiant d'une relation

- Une relation peut avoir plusieurs identifiants

  EtudPrénoms2 (N°Etud, N°Prénom, Prénom)

- Définition: L'identifiant d'une relation est un ensemble minimum d'attributs de la relation, tel qu'il n'existe pas 2 tuples ayant même valeur pour cet identifiant.
- Règle: tous les attributs de tout identifiant doivent toujours avoir une valeur connue (non nulle).

Domaines de valeurs

- Un domaine est un ensemble de valeurs atomiques que peut prendre un attribut (cf. EA)
- Exemples de domaines:
  - ◆ Dnom : chaînes de caractères de longueur maximale 30
  - ◆ Dnum : entiers compris entre 0 et 99999
  - ◆ Dcouleur : {"bleu", "vert", "jaune"}
  - ◆ Dâge : entiers compris entre 16 et 65

Définition d'une relation

- Une relation est définie par :
  - ◆ son nom
  - ◆ sa liste de couples <nom d'attribut : domaine>
  - ◆ son (ses) identifiant(s)
  - ◆ la définition de sa sémantique (phrase en français)
- Exemple :
  - ◆ Etudiant (N°Etud : Dnum, Nom : Dnom, Prénom : Dnom, Age : Dâge)

    Identifiant: N°Etud

    Définition: tout étudiant actuellement immatriculé à l'ISIGK

Contraintes de modélisation

- Les notions d'attribut multivalué ou complexe n'existent pas dans le modèle relationnel. Il faut donc les modéliser autrement.
- Pour un attribut complexe, il faut choisir entre le composé ou les composants
- Pour un attribut multivalué, il faut créer une autre relation (ceci pour chaque attribut multivalué)

Représentation d'attribut complexe

- Soit *Adresse : nom rue , n° , ville, CP*
- Solution 1:
  - ◆ un attribut par composant:

    nom rue , n° , ville, CP

    "Rue de Sousse", "2", "Tunis", "1000"
  - ◆ il est éventuellement possible de définir par ailleurs une vue restituant la notion globale d'adresse
- Solution 2:
  - ◆ un attribut Adresse, domaine: chaîne de caractères

    "Rue de sousse 2 Tunis 1000"

Représentation d'attribut multivalué

Exemple: mémoriser les différents prénoms des étudiants

- INCORRECTE:
  Plusieurs attributs : Prénom1, Prénom2,...
- CORRECTE: créer une relation supplémentaire:
  EtudPrénoms (Num_Etud, Prénom)

136	Mohamed
136	Karim
101	Youssef
253	Yasmine
253	Farah

Ou liste ordonnée:
EtudPrénoms2 (N°Etud, N°Prénom, Prénom)

Identifiant externe

- Cours (NomC, horaire, prof)

BD	Mercredi 15-17	ZAAFRANI
SE	Mardi 16-19	BEN AMMAR

- Suit (N°Etud, NomC)

253	SE
136	BD
253	BD
101	SE

Suit traduit un TA entre Etudiant et Cours.
Elle comporte les identifiants de Etudiant et de Cours.
Suit.NomC est un identifiant externe sur Cours.

Identifiants externes

- Décrivent des liens entre relations
- Suit (N°Etud : Dnum, NomC : Dnom)
  N°Etud **référence un** Etudiant
  NomC **référence un** Cours
- Si la relation référencée possède plusieurs identifiants, il faut préciser :
  N°Etud **référence un** Etudiant.N°Etud
- Vérification de l'intégrité référentielle assurée par le SGBD: les identifiants externes désignent nécessairement des tuples existants.

Récapitulatif

- Un schéma relationnel se compose:
  - pour chaque relation de:
    - nom de la relation
    - définition
    - attributs + domaines
    - identifiant(s)
    - éventuellement identifiant(s) externe(s)
    - contraintes d'intégrité associées
  - et des autres contraintes d'intégrité qui portent sur plusieurs relations.

Exemple de schéma relationnel (FormaPerm)

- Domaines:
  - Dnom : chaînes de caractères de longueur inférieure à 30
  - Dch100 : chaînes de caractères de longueur inférieure à 100
  - Dannée : [1970 : 1990]
  - Dnote : [0.0 : 20.0]
  - Ddate : [1 :31] / [1 :12] / [1920 :1990]

- **Relation** : *Personne*
  Attributs: *n°P* : entier sans nul
  nom : *Dnom* sans nul
  adr : *Dch100* sans nul
  Identifiant : (*n°P*)
  Définition : *tout étudiant et tout enseignant de l'institut (état actuel).*
- **Relation** : *PersonnePrénoms*
  Attributs: *n°P* : entier sans nul
  prénom : *Dnom* sans nul
  Identifiant : (*n°P* + *prénom*)
  Identifiant externe: *n°P* référence une *Personne*
  Définition : *prénoms des personnes*

- **Relation** : *Etudiant*
  - **Attributs**: *n°P* : entier sans nul
    n°E : entier sans nul
    dateN : *Ddate* sans nul
  - **Identifiants**: (*n°E*)
    (*n°P*)
  - **Identifiant externe** : *n°P* référence une *Personne*
  - **Définition**: *tout individu qui est actuellement inscrit à l'institut, ou qui a déjà passé avec succès un des cours de l'institut*
- **Relation** : *EtudiantEtudes*
  - **Attributs**: *n°E* : entier sans nul
    année : *Dannée* sans nul
    diplôme : *Dnom* sans nul
  - **Identifiant**: (*n°E + diplôme*) car possibilité d 'avoir plusieurs diplômes la même année
  - **Identifiant externe** : *n°E* référence un *Etudiant.n°E*
  - **Définition**: *études antérieures des étudiants*

- **Relation** : *Enseignant*
  - **Attributs**: *n°P* : entier sans nul
    tel: : entier sans nul
    statut : *Dnom* sans nul
    banque : *Dnom* sans nul
    agence : *Dnom* sans nul
    compte : entier sans nul
  - **Identifiant**: (*n°P*)
  - **Identifiant externe** : *n°P* référence une *Personne*
  - **Définition**: *tout individu assurant actuellement un ou plusieurs cours à l'institut*
- **Relation** : *Cours*
  - **Attributs**: *nomC* : *Dnom* sans nul
    cycle : entier sans nul
    n°Ens : entier sans nul
  - **Identifiant**: (*nomC*)
  - **Identifiant externe** : *n°Ens* référence un *Enseignant*
  - **Définition**: *tout cours actuellement offert par l'institut*

- **Relation** : *Obtenu*
  - **Attributs**: *n°E* : entier sans nul
    nomC : *Dnom* sans nul
    note : *Dnote* sans nul
    année : *Dannée* sans nul
  - **Identifiant**: (*n°E + nomC*)
  - **Identifiants externes** : *n°E* référence un *Etudiant.n°E*
    nomC référence un *Cours*
  - **Définition**: *l'étudiant n°E a réussi le cours nomC telle année et a obtenu telle note*
- **Relation** : *Inscrit*
  - **Attributs**: *n°E* : entier sans nul
    nomC : *Dnom* sans nul
  - **Identifiant**: (*n°E + nomC*)
  - **Identifiants externes** : *n°E* référence un *Etudiant.n°E*
    nomC référence un *Cours*
  - **Définition**: *actuellement, l'étudiant n°E est inscrit au cours nomC*

- **Relation** : *Prérequis*
  - **Attributs**: *nomC* : *Dnom* sans nul
    nomCprérequis : *Dnom* sans nul
  - **Identifiant**: (*nomC + nomCprérequis*)
  - **Identifiants externes** : *nomC* référence un *Cours*
    nomCprérequis référence un *Cours*
  - **Définition**: *le cours nomCprérequis est un prérequis pour le cours nomC*
  - **Contrainte d'intégrité**: *dans tout tuple, nomCprérequis doit être différent de nomC*

Contraintes d'intégrité

- Pour tout tuple de Prérequis <nomC, nomCprérequis>, le cycle de nomCprérequis dans Cours doit être inférieur ou égal à celui de nomC :
  - <x,y> in Prérequis => x.cycle ≥ y.cycle
- Pour tout tuple de EtudiantEtudes <n°E, année, diplôme>, soit dateN la date de naissance des étudiants dans la relation Etudiant, alors: dateN < année:
  - <x,y,z> in EtudiantEtudes, <a,x,d> in Etudiant => d < y

Contraintes d'intégrité

- Pour tout tuple de Etudiant: cette-année - dateN ≥ 18, où cette-année est une variable SGBD
- Pour tout tuple de Obtenu <n°E, nomC, note, année>, soit dateN la date de naissance de l'étudiant dans la relation Etudiant, alors: dateN + 18 ≤ année
- Pour tout tuple de Inscrit <n°E, nomC>, le n°E doit exister dans Obtenu associé à tous les cours existant dans Prérequis associés à nomC.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **Règle 1.** Toute entité est traduite en une table relationnelle dont les caractéristiques sont les suivantes :
- le nom de la table est **le nom de l'entité** ;
- la clé de la table est **l'identifiant de l'entité** ;
- les autres attributs de l'entité forment les autres colonnes de la table.

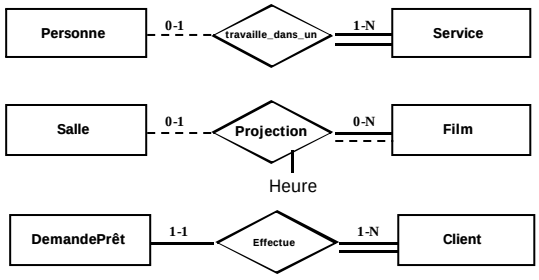
Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **Règle 2.** Toute relation binaire M-N est traduite en une table relationnelle dont les caractéristiques sont les suivantes :
- le nom de la table est le nom de la relation ;
- la clé de la table est formée par la **concaténation des identifiants des entités participant à la relation** ;
- les attributs spécifiques de la relation forment les autres colonnes de la table.
- Une contrainte d'intégrité référentielle est générée entre chaque colonne clé de la nouvelle table et la table d'origine de cette clé.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **Règle 3.** Toute relation binaire 1-N est traduite :
- **1) soit par un report de clé :** l'identifiant de l'entité participant à la relation côté N est ajouté comme colonne supplémentaire à la table représentant l'autre entité. Cette colonne est appelée **clé étrangère**. Le cas échéant, les attributs spécifiques à la relation sont eux aussi ajoutés à la même table ;
- **2) soit par une table** dont les caractéristiques sont les suivantes :
  - le nom de la table est le nom de la relation ;
  - la clé de la table est l'identifiant de l'entité participant à la relation côté 1;
  - la clé de la table côté N et les attributs spécifiques de la relation forment les autres colonnes de la table.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel



Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- De plus, une contrainte d'intégrité référentielle est générée.
- Le choix du mode de traduction (report de clé ou table spécifique) peut être dicté par des considérations liées aux traitements futurs sur la base.
- Même si l'on ne dispose pas nécessairement d'une spécification détaillée de ces traitements, on peut partiellement les anticiper par l'analyse plus approfondie de cette relation.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

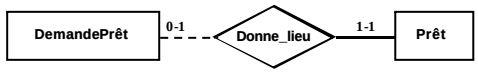
- Un élément d'appréciation de ces traitements est la cardinalité minimale de l'entité côté 1.
- Si cette cardinalité minimale est égale à 1, il est préférable d'opter pour le report de clé, dont l'avantage est de minimiser le nombre de tables.
- A noter que l'effet de cette minimisation n'est pas tant d'économiser l'espace disque que d'améliorer les performances de la base en réduisant le nombre de jointures entre tables.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- Si la cardinalité minimale est égale à 0, on examinera la **proportion** d'entités participant effectivement à la relation.
- Si cette proportion est importante, on peut en déduire que la relation l'est aussi et opter encore pour le report de clé.
- En revanche, si cette proportion est relativement faible, il est préférable d'opter pour la table spécifique, dans la mesure où l'on peut penser que cette faible proportion exprime une importance relative dans l'application.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **Règle 4.** Toute relation binaire 1-1 est traduite, au choix, par l'une des 3 solutions suivantes :
- fusion des tables des entités qu'elle relie (choix 1) ;
- report de clé d'une table dans l'autre (choix 2) ;
- création d'une table spécifique reliant les clés des 2 entités (choix 3).



Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- Les attributs spécifiques de cette relation sont ajoutés à la table résultant de la fusion (choix 1), reportés avec la clé (choix 2), ou insérés dans la table spécifique (choix 3).
- Dans le cas de la fusion (choix 1) comme dans celui de la table spécifique (choix 3), les 2 clés des entités participant à la relation sont toutes deux clés candidates pour la table résultante. De plus, deux contraintes d'intégrité référentielle sont générées.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- Comme dans la règle précédente, le choix du mode de traduction dépend des cardinalités minimales. Trois cas sont alors possibles :
- **les deux cardinalités minimales sont égales à 1 :** la relation forme une bijection entre les 2 ensembles d'entités. Alors, la meilleure traduction est la fusion (choix 1) ;
- **l'une des deux est égale à 0, l'autre est 1 :** l'une des 2 entités a toujours une entité correspondante dans l'autre ensemble. Alors, la meilleure traduction est le report de clé de l'entité dont la participation minimale est 0 dans la table représentant l'autre entité ;

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **les 2 cardinalités minimales sont égales à 0.** Il est recommandé d'examiner la proportion d'entités participant effectivement à la relation.
  - Si cette proportion est importante pour les 2 entités, on optera pour la fusion (choix 1).
  - En revanche, si cette proportion est importante pour l'une des entités, mais secondaire pour l'autre, il est préférable d'opter pour un report de clé (choix 2).
  - Enfin, si cette proportion est faible pour les deux entités, la table spécifique est la traduction la plus appropriée (choix 3).

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **Règle 5.** Toute relation ternaire ou plus est traduite par une table spécifique.
- Sauf cas particulier, la clé de cette table est constituée par la concaténation des identifiants des entités de cette table.
- Pour chaque identifiant, une contrainte d'intégrité référentielle est générée.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **Règle 6.** Toute **généralisation de E de n entités E1, E2,... En** peut être traduite au choix par l'une des trois solutions suivantes :
- **1) la création d'une seule table représentant l'entité générique E et intégrant tous les attributs des entités spécifiques.** Les relations éventuelles impliquant ces entités sont alors considérés comme impliquant l'entité E avec une cardinalité minimale nulle. La spécialisation est traduite par l'introduction d'un attribut supplémentaire dont l'ensemble des valeurs possibles sera l'ensemble des noms des entités spécifiques ;

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- **2) la création de n tables représentant les entités E1, E2, ...En** qui héritent de l'ensemble des attributs et des relations de l'entité générique E ;
- **3) la création conjointe des tables E, E1, E2,... En.** On peut considérer que l'entité générique et ses spécifiques sont reliées par des relations 1-1. On est alors ramené à la règle 4 pour les différentes traductions de ces relations.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- Le choix entre ces trois solutions est dicté par la nature des traitements les plus courants.
- Si ces derniers portent essentiellement sur les attributs spécifiques indépendamment des attributs de l'entité générique, on préférera alors la solution 2.
- Si, au contraire, la plupart des traitements opèrent conjointement sur tous les attributs, qu'ils soient au niveau générique ou au niveau spécifique, la solution 1 est préférable.
- La solution 3 est la seule qui préserve toute la sémantique. Cependant, elle est, la plupart du temps, trop complexe pour être recommandée.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

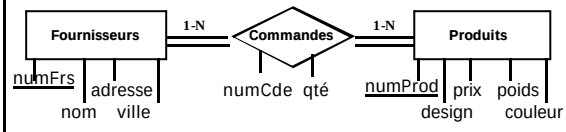
- **Règle 7.** Toute relation cyclique est considérée comme une relation binaire.
- Sa traduction dépend donc du type de cette relation binaire (1-1, 1-N ou M-N) et obéit à l'une des règles 2,3 ou 4.

Démarche de transformation d'un schéma EER en un schéma relationnel

- Si, à la fin du processus de traduction de l'ensemble du schéma ER, on obtient des tables ne comportant qu'une seule colonne, on ne représentera pas ces tables qui ne sont pas porteuses d'information spécifique.

Exemple de base de données relationnelle

- A titre d'exemple, considérons le cas d'un Modèle E/R rudimentaire, utilisant 2 entités **Fournisseurs** et **Produits** et une association **Commande**s



Modèle E/R Fournisseur-Produit-Commande

Exemple de base de données relationnelle

- L'association commandes est un lien maillé porteur d'une propriété. Il y a donc création d'une **table commande** avec report des clés des entités liées, ce qui nous donne bien un MLD, utilisant 3 tables représentant les commandes de produits à des fournisseurs.
- Le schéma de cette base est donc :
  - **produits**(numProd, design, prix, poids, couleur)
  - **fournisseurs**(numFrs, nom, adresse, ville)
  - **commandes**(numCde, numFrs, numProd, qté)