

Chapitre VI: Modélisation des BDD

1. Introduction

Le modèle entités-associations (dit aussi, entités-relations), présenté par Chen en 1976, permet une description naturelle du monde réel à partir des concepts d'entité et d'association. Basé sur la théorie des ensembles et des relations, ce modèle se veut universel et répond à l'objectif d'indépendance données-programmes : les données représentent la statique du système d'information et les traitements la dynamique.

2. Éléments constitutifs du modèle entités-associations

La représentation du modèle entités-associations s'appuie sur trois concepts de base :

1. L'objet ou entité,
2. L'association,
3. La propriété.

L'objet est une entité ayant une existence propre. L'association est un lien ou relation entre objets sans existence propre. La propriété est la plus petite donnée d'information décrivant un objet ou une association.

- **Entité** : Une entité est un objet, une chose concrète ou abstraite qui peut être reconnue distinctement et qui est caractérisée par son unicité.
- **Type Entité** : Un type-entité désigne un ensemble d'entités qui possèdent une sémantique et des propriétés communes.

Une entité est souvent nommée occurrence ou instance de son type-entité.



Personne

Fig.12. Représentation graphique d'un exemple de type-entité.

- **Attribut, propriété** : Un attribut (ou une propriété) est une caractéristique associée à un type-entité ou à un type-association.

- **Valeur** : Au niveau du type-entité ou du type-association, chaque attribut possède un domaine qui définit l'ensemble des valeurs possibles qui peuvent être choisies pour lui. Au niveau de l'entité, chaque attribut possède une valeur compatible avec son domaine.
 - ✓ Un attribut ne peut en aucun cas être partagé par plusieurs type-entités ou type-associations.
 - ✓ Un attribut est une donnée élémentaire, ce qui exclut des données calculées ou dérivées.
 - ✓ Un type-entité et ses attributs doivent être cohérents entre eux (i.e. ne traiter que d'un seul sujet).

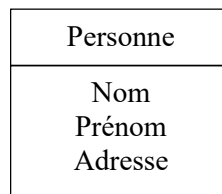


Fig.13. Représentation graphique d'un exemple de type-entité comportant trois attributs.

- **Identifiant, Clé** : Un identifiant (ou clé) d'un type-entité ou d'un type-association est constitué par un ou plusieurs de ses attributs qui doivent avoir une valeur unique pour chaque entité ou association de ce type.
 - ✓ Deux personnes peuvent avoir le même nom, le même prénom et le même âge, mais pas le même numéro de sécurité sociale.
 - ✓ Chaque type-entité possède au moins un identifiant, éventuellement formé de plusieurs attributs.

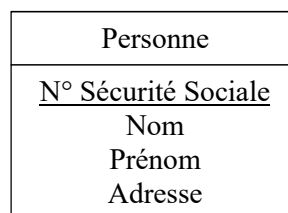


Fig.14. Représentation graphique d'un exemple de type-entité comportant quatre attributs dont un est un identifiant.

- **Association** : Une association (ou une relation) est un lien entre deux entités ou plus.

- **Type-Association** : Un type-association (ou un type-relation) désigne un ensemble de relations qui possèdent les mêmes caractéristiques. Le type-association décrit un lien entre plusieurs type-entités. Les associations de ce type-association lient des entités de ces type-entités.

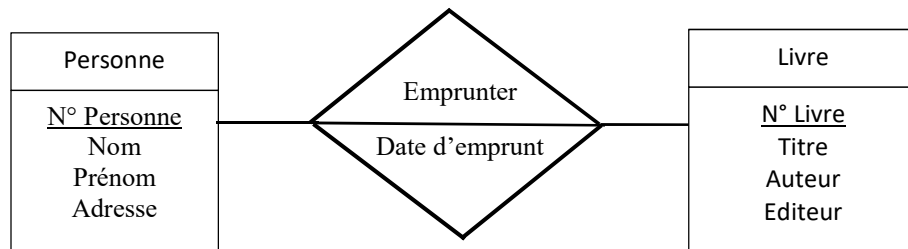


Fig.15. Représentation graphique d'un exemple de type-association liant deux type-entités.

Comme les type-entités, les type-associations sont définis à l'aide d'attributs qui prennent leur valeur dans les associations.

Un attribut peut être placé dans un type-association uniquement lorsqu'il dépend de toutes les entités liées par le type-association.

- ✓ Un type-association peut ne pas posséder d'attribut explicite et cela est relativement fréquent, mais on verra qu'il possède au moins des attributs implicites.
- ✓ Une association est souvent nommée occurrence ou instance de son type-association.
- ✓ Par abus de langage, on utilise souvent le mot association en lieu et place du mot type association, il faut cependant prendre garde à ne pas confondre les deux concepts.
- **Cardinalité** : La cardinalité d'une association pour une entité constituante est constituée d'une borne minimale et d'une borne maximale :
 - ✓ Minimale : nombre minimum de fois qu'une occurrence de l'entité participe aux occurrences de l'association, généralement 0 ou 1 ;
 - ✓ Maximale : nombre maximum de fois qu'une occurrence de l'entité participe aux occurrences de l'association, généralement 1 ou n.

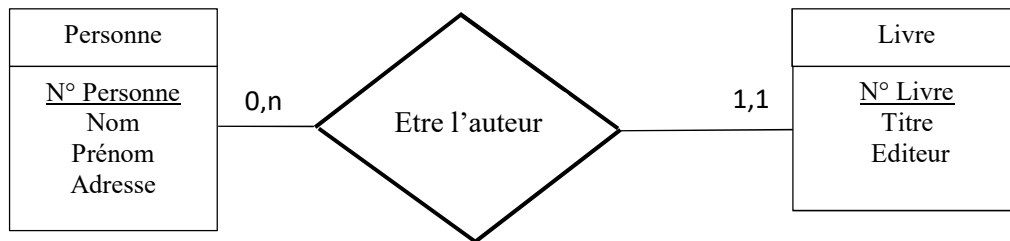


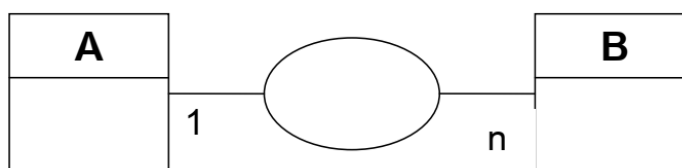
Fig.16. Représentation graphique des cardinalités d'un type-association.

- ✓ La cardinalité (0, n) indique qu'un adhérent (personne) peut être associé (auteur) à 0, 1, 2 ou n livres.
- ✓ A l'inverse un livre ne peut être écrit que par une personne.
- ✓ Les cardinalités maximums sont nécessaires pour concevoir le schéma de la base de données.
- ✓ Les cardinalités minimums sont nécessaires pour exprimer les contraintes d'intégrité.
- ✓ L'expression de la cardinalité est obligatoire pour chaque patte d'un type-association.

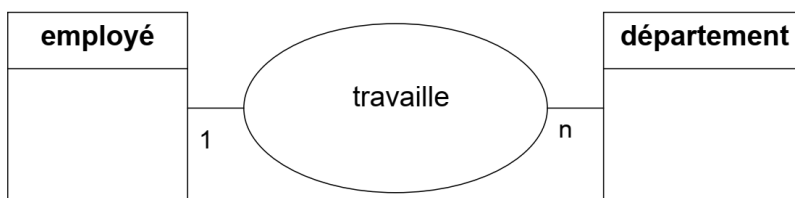
On distingue 3 types de liens :

- ✓ Lien fonctionnel 1: n
- ✓ Lien hiérarchique n:1
- ✓ Lien maillé n: m

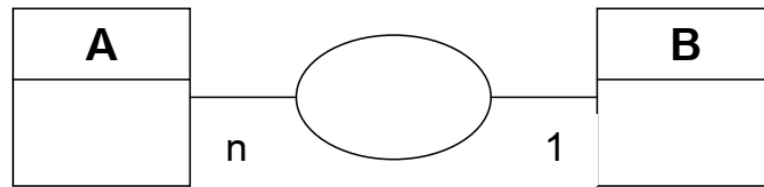
Lien fonctionnel 1: n : Une instance de A ne peut être associée qu'à une seule instance de B.



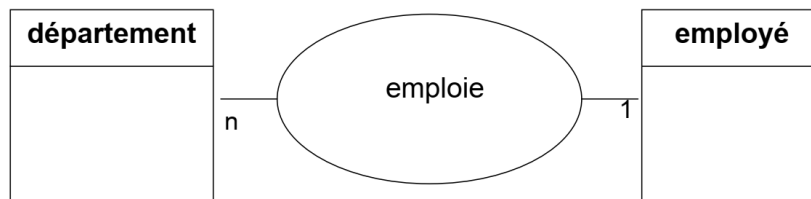
Exemple : Un employé ne peut travailler que dans un seul département.



Lien hiérarchique n:1: Une instance de A peut être associée à plusieurs instances de B.

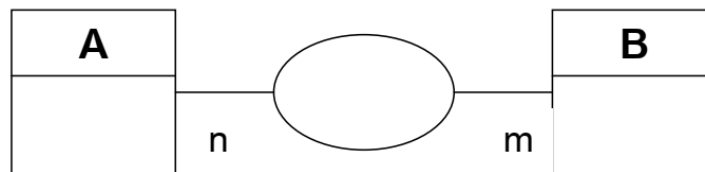


Inverse d'un lien 1: n

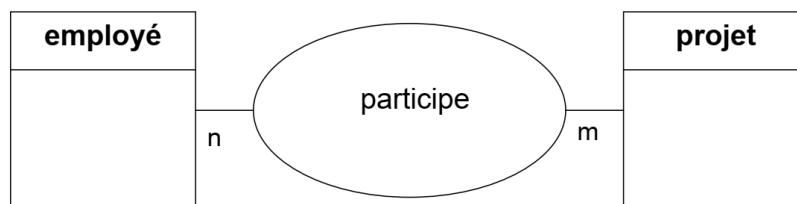


Un département emploie généralement plusieurs employés

Lien maillé n:m : Une instance de A peut être associée à plusieurs instances de B et inversement



Exemple :



De ce schéma, on déduit qu'un employé peut participer à plusieurs projets.

3. Bases de données relationnelles

Dans le modèle relationnelle, les données sont représentées par des tables, sans préjuger de la façon dont les informations sont stockées dans la machine. Les tables constituent donc la structure logique du modèle relationnel. Au niveau physique, le système est libre d'utiliser n'importe quelle technique de stockage (fichiers séquentiels, indexage, adressage dispersé, séries de pointeurs, compression...) dès lors qu'il est possible de relier ces structures à des tables au niveau logique. Les tables ne représentent donc qu'une abstraction de l'enregistrement physique des données en mémoire.

Le succès du modèle relationnel auprès des chercheurs, concepteurs et utilisateurs est dû à la puissance et à la simplicité de ses concepts. En outre, contrairement à certains autres modèles, il repose sur des bases théoriques solides, notamment la théorie des ensembles et la logique des prédicats du premier ordre.

Les objectifs du modèle relationnel sont :

- ✚ Proposer des schémas de données faciles à utiliser ;
- ✚ Améliorer l'indépendance logique et physique;
- ✚ Mettre à la disposition des utilisateurs des langages de haut niveau ;
- ✚ Optimiser les accès à la base de données ;
- ✚ Améliorer l'intégrité et la confidentialité ;
- ✚ Fournir une approche méthodologique dans la construction des schémas.

3.1. Éléments du modèle relationnel

- **Attribut** : Un attribut est un identificateur (un nom) décrivant une information stockée dans une base.

Exemples d'attribut : l'âge d'une personne, le nom d'une personne, le numéro de sécurité sociale.

- **Domaine** : Le domaine d'un attribut est l'ensemble, fini ou infini, de ses valeurs possibles.

Exemple : l'attribut numéro de sécurité sociale a pour domaine l'ensemble des combinaisons de quinze chiffres et nom a pour domaine l'ensemble des combinaisons de lettres (une combinaison

comme cette dernière est généralement appelée chaîne de caractères ou, plus simplement, chaîne).

- **Relation** : Une relation est un sous-ensemble du produit cartésien de n domaines d'attributs ($n > 0$).

Une relation est représentée sous la forme d'un tableau à deux dimensions dans lequel les n attributs correspondent aux titres des n colonnes.

- **Schéma de relation** : Un schéma de relation précise le nom de la relation ainsi que la liste des attributs avec leurs domaines.

Exemple de relation de schéma Personne (N° sécu : Entier, Nom : Chaîne, Prénom : Chaîne)

- **Degré** : Le degré d'une relation est son nombre d'attributs.
- **Occurrence (n-uplets ou tuples)** : Une occurrence, ou n-uplets, ou tuples, est un élément de l'ensemble figuré par une relation. Autrement dit, une occurrence est une ligne du tableau qui représente la relation.
- **Cardinalité** : La cardinalité d'une relation est son nombre d'occurrences.
- **Clé candidate** : Une clé candidate d'une relation est un ensemble minimal des attributs de la relation dont les valeurs identifient à coup sûr une occurrence.

La valeur d'une clé candidate est donc distincte pour tous les tuples de la relation. La notion de clé candidate est essentielle dans le modèle relationnel.

- **Règle** : Toute relation a au moins une clé candidate et peut en avoir plusieurs.

Ainsi, il ne peut jamais y avoir deux tuples identiques au sein d'une relation. Les clés candidates d'une relation n'ont pas forcément le même nombre d'attributs. Une clé candidate peut être formée d'un attribut arbitraire, utilisé à cette seule fin.

- **Clé primaire** : La clé primaire d'une relation est une de ses clés candidates. Pour signaler la clé primaire, ses attributs sont généralement soulignés.
- **Clé étrangère** : Une clé étrangère dans une relation est formée d'un ou plusieurs attributs qui constituent une clé primaire dans une autre relation.

- **Schéma relationnel** : Un schéma relationnel est constitué par l'ensemble des schémas de relation.
- **Base de données relationnelle** : Une base de données relationnelle est constituée par l'ensemble des n-uplets des différentes relations du schéma relationnel.

3.2. Passage du modèle entités-associations au modèle relationnel

Pour traduire un schéma du modèle entités-associations vers le modèle relationnel, on peut appliquer les règles suivantes :

1. La normalisation devrait toujours être effectuée avant le passage au modèle relationnel. Dans les faits, elle est parfois faite a posteriori, ce qui impose toujours une surcharge de travail importante.
2. Chaque type entité donne naissance à une relation. Chaque attribut de ce type entité devient un attribut de la relation. L'identifiant est conservé en tant que clé de la relation.
3. Chaque type association dont aucune patte n'a pour cardinalité maximale 1 donne naissance à une relation. Chaque attribut de ce type association devient un attribut de la relation. L'identifiant, s'il est précisé, est conservé en tant que clé de la relation, sinon cette clé est formée par la concaténation des identifiants des types entité qui interviennent dans le type association.
4. Un type association dont au moins une patte a une cardinalité maximale à 1 (ce type association devrait être binaire et n'a généralement pas d'attribut) ne devient pas une relation. Il décrit en effet une dépendance fonctionnelle. La relation correspondant au type entité dont la patte vers le type association a une cardinalité maximale valant 1, se voit simplement ajouter comme attribut (et donc comme clé étrangère) l'identifiant de l'autre type entité.

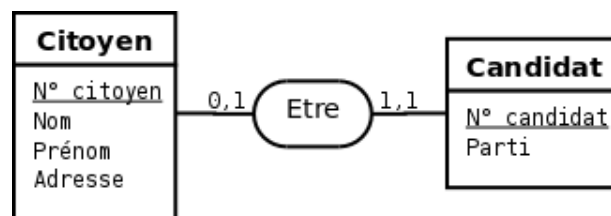


Fig.17. Un type association Etre où toutes les cardinalités maximales sont de 1.

Dans l'exemple de la fig.17 toutes les cardinalités maximales du type association Etre sont de 1. L'application des règles de passage du modèle entités-associations au modèle relationnel énoncées ci-dessus nous donnerait :

- Citoyen(Num-Citoyen, Num-Candidat, Nom, Prénom, Adresse) ;
- Candidat(Num-Candidat, Num-Citoyen, Parti).

L'attribut Num-Candidat dans la relation Citoyen est une clé étrangère de la relation Candidat.

L'attribut Num-Citoyen dans la relation Candidat est une clé étrangère de la relation Citoyen

Le type association Etre étant du type 1 vers 1, il est entièrement matérialisé dans la relation Candidat par l'attribut Num-Citoyen. Il est donc inutile de la rematérialiser dans la relation Citoyen. L'attribut Num-Candidat dans la relation Citoyen doit donc être supprimé. D'autre part, dans la relation Candidat, l'attribut Num-Citoyen, en plus d'être une clé étrangère, constitue une clé candidate. On peut donc se passer de la clé Num-Candidat.

Le schéma relationnel adéquat correspondant au modèle entités-associations de la fig.17 devient donc :

Citoyen(Num-Citoyen, Nom, Prénom, Adresse) ;

Candidat(Num-Citoyen, Parti).

où Num-Citoyen, en plus d'être la clé de la relation Candidat, est une clé étrangère de la relation Citoyen.