

### 3.1 Qu'est-ce que le modèle relationnel?

Le modèle relationnel est basé sur une organisation des données sous forme de tables. La manipulation des données se fait selon le concept mathématique de relation de la théorie des ensembles, c'est-à-dire l'algèbre relationnelle. L'algèbre relationnelle a été inventée en 1970 par E.F. Codd, le directeur de recherche du centre IBM de San José. Elle est constituée d'un ensemble d'opérations formelles sur les relations. Les opérations relationnelles permettent de créer une nouvelle relation (table) à partir d'opérations élémentaires sur d'autres tables (par exemple l'union, l'intersection, ou encore la différence).

**Définition :** Ensemble de concepts pour formaliser logiquement la description d'articles de fichiers plats, indépendamment de la façon dont ils sont physiquement stockés dans une mémoire numérique.

Le modèle relationnel inclut des concepts pour la description de données, ainsi que des concepts pour la manipulation de données.

La théorie des ensembles met en œuvre deux notions :

- la notion de domaine
- la notion de produit cartésien

Définition d'une relation :  $R (A_1 : D_1, A_2 : D_2, \dots A_n : D_n)$ , avec :

- $R$  = nom de la relation
- $A_i$  = noms des attributs
- $D_i$  = domaines de définition des attributs (valeurs possibles)
- $n$  = cardinalité de la relation

Exemple : PERSONNE (Nom : char(20), Prénom : char(20), Age : integer, Adresse : varchar(50), CP : integer, Ville : char(20))

Ce qui est écrit ci-dessus constitue en fait le schéma de la relation PERSONNE. La relation PERSONNE est représentée sous la forme d'une table :

Nom	Prénom	Age	Adresse	CP	Ville
Bourouba	Ahmed	50	Cite Sonatiba	40000	khenchela
Sid ahmed	Khaled	33	place de la Gare	24000	Guelma

- Une ligne de la table constitue un élément de la relation, ou n-uplet. Elle représente aussi une personne, instance de la relation PERSONNE. D'un point de vue logique (mathématique), il s'agit d'un prédicat qui met en relation les attributs de la relation.
- Il n'y a pas d'ordre sur les lignes (ni sur les colonnes) dans une table / relation.
- Il n'y a pas non plus d'information sur l'organisation physique (stockage des données) qui est de ce fait cachée à l'utilisateur.

**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.

**De façon informelle, on peut définir le modèle relationnel de la manière suivante :**

- les données sont organisées sous forme de tables à deux dimensions, encore appelées relations, dont les lignes sont appelées n-uplet ou *tuple* en anglais ;
- les données sont manipulées par des opérateurs de l'algèbre relationnelle ;
- l'état cohérent de la base est défini par un ensemble de contraintes d'intégrité.

### 3.2 Éléments du modèle relationnel

#### Définition 1 Attribut

Dans le modèle relationnel, un attribut désigne une propriété ou une caractéristique d'une relation.

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

#### Définition 2 Domaine d'un attribut

Le domaine d'un attribut correspond à l'ensemble des valeurs que peut prendre cet attribut. Cet ensemble peut être fini ou dénombrable comme il peut être infini. En pratique, il est très difficile d'énumérer l'ensemble des valeurs définissant le domaine d'un attribut surtout si cet ensemble est infini. Nous devons souligner qu'il n'existe à notre connaissance aucun SGBD qui offre la possibilité de déclarer au niveau du schéma conceptuel le domaine d'un attribut. La majorité de ces systèmes assimilent le type de donnée d'un attribut (entier, date, chaîne de caractères, réel,...) à son domaine et limitent ainsi la définition d'un attribut à la déclaration du nom de l'attribut suivi de son type (ex : Prénom\_Employé : Char(10)).

Ainsi, on peut dire que cette notion de domaine sert surtout pour la définition formelle du modèle relationnel. Les quelques exemples suivants permettront de donner au lecteur une idée plus précise sur cette notion de domaine mais surtout de montrer combien elle est difficile à prendre en compte par un SGBD.

- Le domaine de l'attribut Jour\_De\_Semaine est : (Samedi, Dimanche, Lundi, Mardi, Mercredi, Jeudi, Vendredi). C'est un domaine constitué d'un nombre fini de valeurs et qui sont connues.

- Le domaine de l'attribut Jour\_De\_Travail est : (Samedi, Dimanche, Lundi, Mardi, Mercredi, Jeudi). C'est un domaine constitué d'un nombre fini de valeurs et qui sont connues. Le domaine de l'attribut Jour\_De\_Semaine est un domaine différent de celui de l'attribut Jour\_De\_Travail et ce même s'ils contiennent plusieurs valeurs identiques.

#### Définition 3 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.

**Définition 4 -schéma de relation-** Un schéma de relation précise le nom de la relation ainsi que la liste des attributs avec leurs domaines.

**Définition 5 -degré-** Le degré d'une relation est son nombre d'attributs.

**Définition 6 -occurrence ou 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.

**Définition 7 -cardinalité-** La cardinalité d'une relation est son nombre d'occurrences.

**Définition 8 -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 toutes les tuples de la relation. La notion de clé candidate est essentielle dans le modèle relationnel.

**Règle 9** 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.

**Définition 10 -clé primaire-** La clé primaire d'une relation est une de ses clés candidates. Pour signaler la clé primaire, ses attributs sont généralement soulignés.

**Définition 11 -clé étrangère-** Une clé étrangère dans une relation est formée d'un ou plusieurs attributs qui constituent une clé primaire dans une autre relation.

## Chapitre 4 : Le modèle relationnel

**Définition 12** -schéma relationnel- Un schéma relationnel est constitué par l'ensemble des schémas de relation.

**Définition 13** -base de données relationnelle- Une base de données relationnelle est constituée par l'ensemble des n-uplets des différentes relations du schéma relationnel.

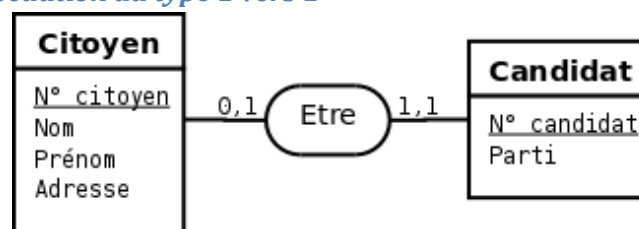
### 3.3 Passage du modèle entités-associations au modèle relationnel

#### Règles de passage

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 entité donne naissance à une relation. Chaque attribut de cette entité devient un attribut de la relation. L'identifiant est conservé en tant que clé de la relation.
3. Chaque association dont aucune patte n'a pour cardinalité maximale 1 donne naissance à une relation. Chaque attribut de cette 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 entités qui interviennent dans l'association.
4. Une association dont au moins une patte a une cardinalité maximale à 1 (cette 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 à l'entité dont la patte vers l'association a une cardinalité maximale valant 1, se voit simplement ajouter comme attribut (et donc comme clé étrangère) l'identifiant de l'autre entité.

#### Cas particulier d'un type-association du type 1 vers 1



Reprise de l'exemple d'un type-association *Etre* où toutes les cardinalités maximales sont de 1.

Dans l'exemple 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*.

L'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 devient donc :

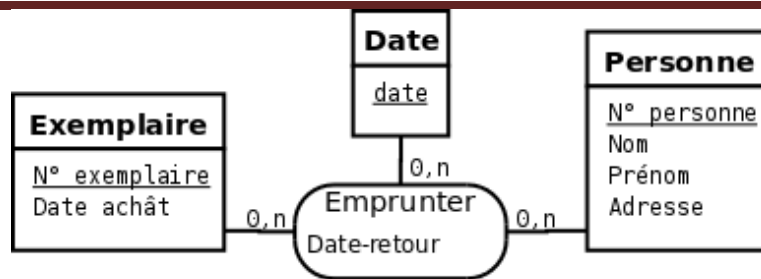
- Citoyen(Num-Citoyen, Nom, Prénom, Adresse)
- Candidat(Num-Citoyen, Parti)

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

#### Cas particulier d'un type-entité sans attribut autre que sa clé

Lorsqu'un type-entité ne possède pas d'attribut en dehors de sa clé, il ne faut pas nécessairement en faire une relation.

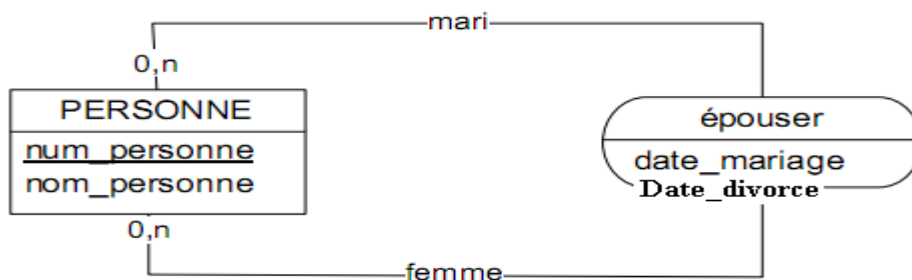
## Chapitre 4 : Le modèle relationnel



Ici, l'entité *Date* ne doit pas se matérialiser par une relation.

Par exemple, le type-entité *Date* ne doit pas se traduire par une relation. Le schéma relationnel adéquat correspondant au modèle entités-associations est donc : Exemplaire(Num-Exemplaire, date-achat)

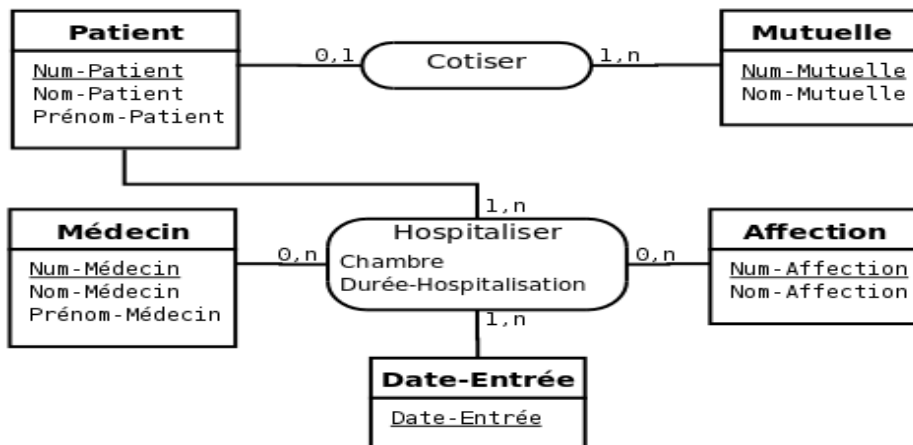
- Personne(Num-Personne, nom, prénom, adresse)
- Emprunter(Num-Exemplaire, Num-Personne, Date, date-retour)



PERSONNE (Num\_Personne, Nom\_Personne)

EPOUSER (Num\_Mari#, Num\_Femme#, Date\_Mariage, Date\_divorce)

### Exemple complet



Exemple très simplifié de modélisation entités-associations

Comme exemple d'application, voici les relations déduites du schéma entités-associations :

- Patient(Num-Patient, Nom-Patient, Num-Mutuelle)
- Mutuelle(Num-Mutuelle, Nom-Mutuelle)
- Médecin(Num-Médecin, Nom-Médecin, Prénom-Médecin)
- Affection(Num-Affection, Nom-Affection)
- Hospitaliser(Num-Patient, Num-Affection, Num-Médecin, Date-Entrée, Chambre, Durée-Hospitalisation)