

# Chapitre 3 Les Technologies de l'Information et de la Communication

---

Les **Technologies de l'information et de la communication (TIC)** ou **Nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC)** désignent généralement ce qui est relatif à l'informatique connectée à Internet.

## 3.1 Les technologies de l'Information et de la Communication

Les TIC regroupent un ensemble d'appareils nécessaires pour manipuler de l'information, et particulièrement des ordinateurs et programmes nécessaires pour la convertir, la stocker, la gérer, la transmettre et la retrouver.

Les premiers pas vers une Société de l'Information furent entamés lors de l'invention du télégraphe électrique, du téléphone fixe, de la radiotéléphonie et, enfin, de la télévision. L'Internet, la télécommunication mobile et le GPS peuvent être considérés comme des NTIC.

L'introduction progressive de ces technologies a abouti à un changement de notre société. On parle de société de l'information ou de société de la connaissance. En effet, il ne s'agit pas d'une reproduction à l'identique, à travers les TIC, de la société non-informatisée mais d'un changement en profondeur de la société elle-même. Les «nouvelles technologies de l'information et de la communication» désignent par conséquent à la fois un ensemble d'innovations technologiques mais également les outils permettant une redéfinition radicale du fonctionnement des organisations. L'implémentation des NTIC impacte donc de nombreux domaines des sciences humaines comme la sociologie, la théorie des organisations ou la gestion... Un bon exemple de l'influence des NTIC sur la société est celui de l'e-gouvernement.

## 3.2 Les TIC et les entreprises

Dans les pays européens, plus de 9 entreprises sur 10 utilisent Internet. Depuis 2001, la part des entreprises informatisées et connectées à Internet, possédant un site Web ou une page d'accueil, ne cesse d'augmenter. Selon une étude effectuée, 85% des sociétés décrivent leurs produits et services sur Internet.

## 3.3 Le commerce électronique

Les entreprises vendant en ligne, travaillent à 75% dans la production d'électricité et à 54% dans l'hôtellerie. Les services immobiliers sont les moins représentés dans ce type de commerce (13%).

Parmi les entreprises pratiquant le commerce électronique, seul 34% acceptent les paiements en ligne.

Aujourd'hui, beaucoup d'entreprises estiment que l'e-commerce offre de nouveaux débouchés, alors que la vente en ligne a permis d'augmenter leur clientèle et a créé de nouveaux produits ou services pour leurs clients.

### **3.4 Comment informatiser son entreprise**

Une des premières démarches pour créer un site Internet (ou pour un projet e-commerce) est l'enregistrement du nom de domaine en «.dz» par exemple pour l'Algérie. Après vérification en ligne de la disponibilité de l'adresse Internet, un formulaire d'enregistrement peut être téléchargé, et renvoyé par fax ou par courrier postal. La recherche dans les autres extensions («.com»,...) est accessible.

# Chapitre 4 : Le modèle de données entité-association (E.A.)

## 4.1. Concepts de base et diagrammes EA

Le modèle entité-association (EA, appelé aussi entité-relation ou ER) est un modèle de données de type conceptuel. Comme tel, il est actuellement utilisé par plusieurs méthodes et outils d'aide à la conception des bases de données (MERISE, IDA, Yourdon, ...). Ce modèle est actuellement limité à la description statique : son but est de permettre la description conceptuelle des structures de données d'une application.

En anglais: Entity-Relationship (ER) et son origines est : C.Bachman (1969), P.Chen (1976).

Le Modèle de données permet de décrire la réalité perçue à travers les données mises en jeu (indépendamment des opérations). Son but est de fournir des outils et un cadre rigoureux pour l'analyse des données et de leurs liaisons.

Les Concepts de base sont : **entité, association, attribut** et valeur (et type de valeur).

**Exemple:** la modélisation conceptuelle de la publication des articles de journaux.

Optique: conception d'une base de données destinée à conserver des descriptions d'articles parus dans les journaux.

**La Réalité perçue est:**

- (1) Un éditeur édite des journaux. Il est caractérisé par un nom et une adresse.
- (2) Un journal est édité par un éditeur et publie des articles dans ses numéros. On conservera le nom du journal et le nom de son rédacteur en chef.
- (3) Un numéro de journal contient une collection d'articles.
- (4) Chaque article paru dans un numéro est signé par un auteur. On désire conserver le titre et un résumé de l'article ainsi que le nom de son auteur.
- (5) Les auteurs sont connus par leur nom, leur prénom, leur adresse et leur date de naissance.

### **Entité, attribut et valeur**

Définition: "Une entité est une chose concrète ou abstraite de la réalité perçue à propos de laquelle on veut conserver des informations. Une entité a une existence autonome".

Exemples:

- Chaque crayon qui se trouve sur la table de l'étudiant Ali.

- L'étudiant Ali.
- Toute personne.
- Tout animal
- Une organisation
- Tout cours à l'université

Chaque entité possède des propriétés particulières appelées attributs.

Définition: "Un attribut est une caractéristique ou une qualité d'une entité ou d'une association". Il peut prendre une (ou plusieurs) valeur(s)".

Définition: "Une valeur est un symbole utilisé pour représenter un fait élémentaire".

### **Entité, type d'entité**

Dans un processus de modélisation on ne s'intéresse pas à chaque entité séparément mais à un type d'entité.

**Définition:** "Un type d'entité est la classe de toutes les entités de la réalité perçue qui sont de même nature et qui jouent le même rôle".

### **Exemple:**

Le type d'entité "auteur" regroupe des personnes auteur d'articles de journaux caractérisées par leur nom, leur prénom, leur adresse et leur date de naissance.

Pour Simplifier la terminologie :

- Nous appellerons Entité un type d'entité.
- Une occurrence d'une entité un individu particulier faisant partie de l'entité.

### **Identifiant d'une entité**

Chaque occurrence d'une entité doit pouvoir être repérée individuellement et distinguée de toutes les autres → c'est le rôle de l'identifiant.

Définition: "On appelle attributs clé ou identifiant d'une entité un groupe minimal d'attributs tel qu'à chaque combinaison de valeurs prises par ce groupe correspond au plus une occurrence de cette entité".

Quatre possibilités d'identification d'une entité:

(1) Cas le plus simple: l'identifiant est formé d'un ou plusieurs attributs de l'entité à identifier.

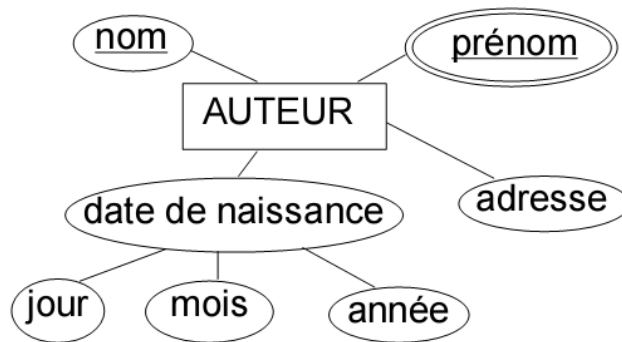
Exemples:

- le nom de l'éditeur est l'attribut clé de l'entité éditeur.
- le nom et le prénom de l'auteur sont les attributs clé de l'entité auteur.

(2) On ajoute à l'entité un attribut artificiel : un numéro arbitraire dont l'unicité est garanti.  
(n°AVS, n°inscription, n°de facture, n°ouvrage).

## Représentation graphique du schéma d'une entité

### Exemple: entité "auteur"



## Association

Une association est une correspondance entre deux ou plusieurs occurrences d'entités à propos de laquelle on veut conserver des informations".

L'existence d'une association dépend de l'existence des occurrences d'entités qu'elle met en correspondance. Chaque occurrence d'entité joue un rôle particulier dans l'association.

On dit aussi que les occurrences d'entités mises en correspondance par l'association participent à l'association

## Association, type d'association

Définition: "Un type d'association est la classe de toutes les associations possibles de la réalité perçue qui vérifient :

- un nom et une liste d'entités (non nécessairement distinctes) qui participent au type d'association avec leurs rôles respectifs. Notation  $A(E_1, E_2, \dots, E_n)$
- une description qui précise la signification que nous voulons retenir de ce type d'association dans le cadre de la base de données.

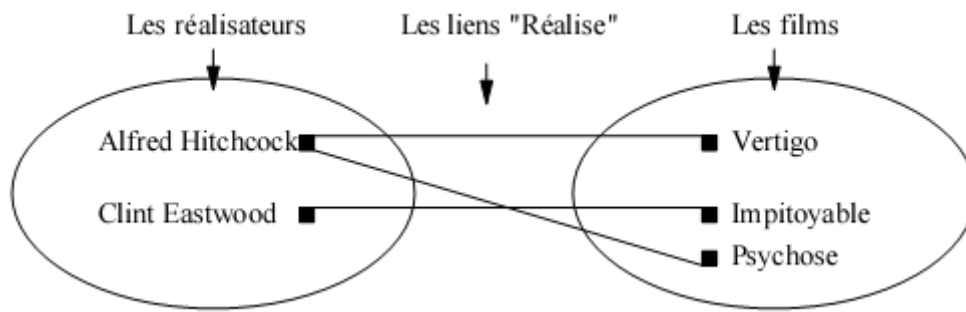
Exemple:

ECRITURE (écrit : AUTEUR, est écrit par : ARTICLE)

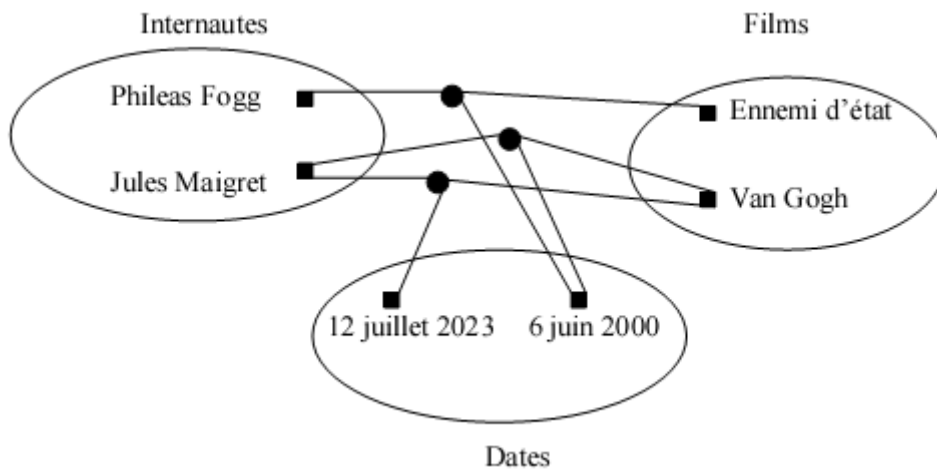
Le type d'association ECRITURE exprime le fait qu'un auteur écrit un ou plusieurs articles ou, symétriquement, qu'un article est écrit par un auteur.

Simplification de la terminologie :

- on appellera Association un type d'association
- on appellera occurrence d'association toute correspondance qui existe entre deux ou plusieurs occurrences d'entités.



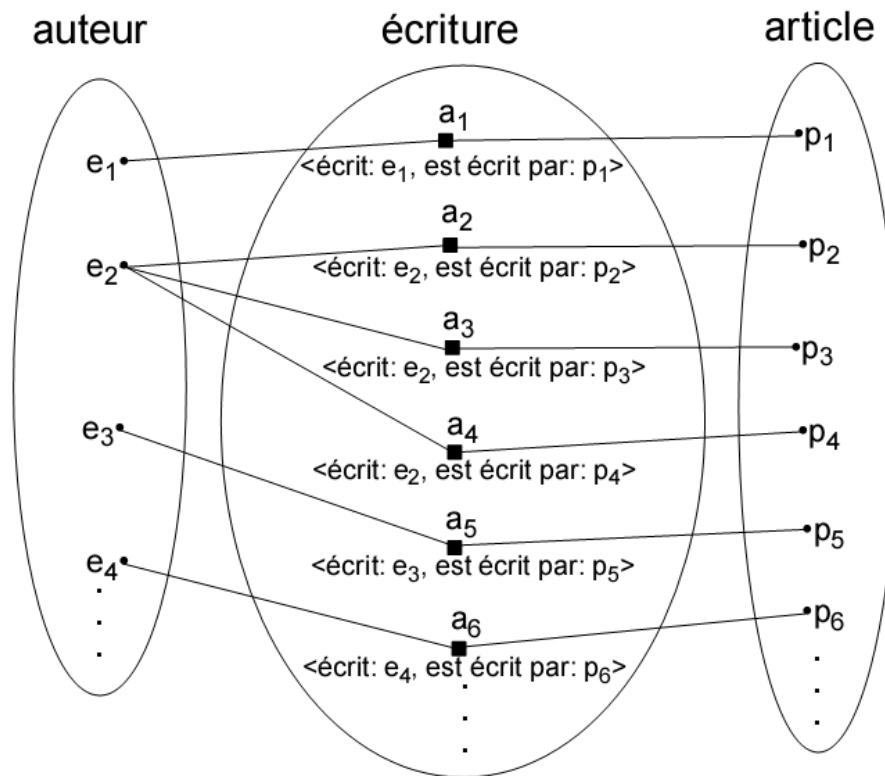
### Association binaire



### Association ternaire

### Extension d'une association

L'ensemble des occurrences d'une association qui existent (dans la base de données) à un instant particulier dans le temps s'appelle l'extension de l'association.



**Degré d'une association :** C'est le nombre d'entités qui participent à une association.

**Association Réflexive :** Appelée aussi réflexive ou récursive.

**Attributs d'une association :** Une association peut avoir ses attributs propres.

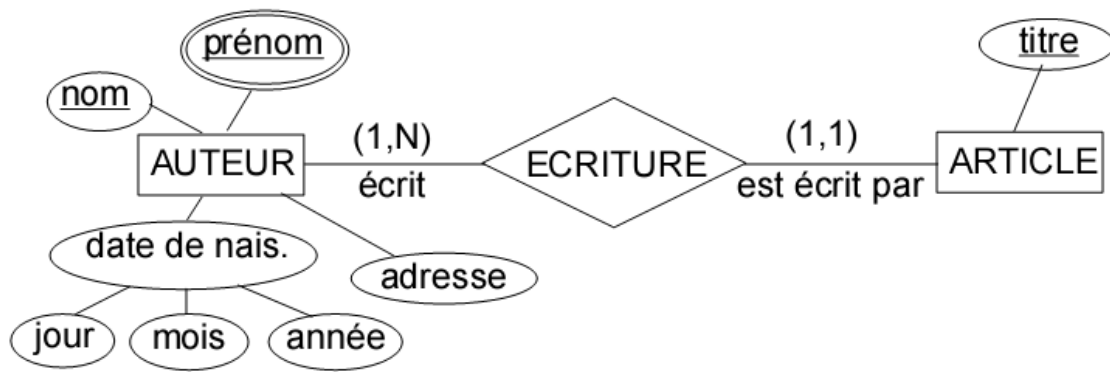
### Cardinalité

Il s'agit d'exprimer le nombre minimum et le nombre maximum de participations de chaque occurrence d'entité à une association.

**Exemple :** on exprime la contrainte que tous les auteurs doivent écrire au moins un article. On écrira min=1 et max=N (N veut dire nombre indéterminé).

On exprime la contrainte que tout article doit être écrit par un et un seul auteur. On écrira min=1 et max=1.

**Exemple:** Association "écriture"



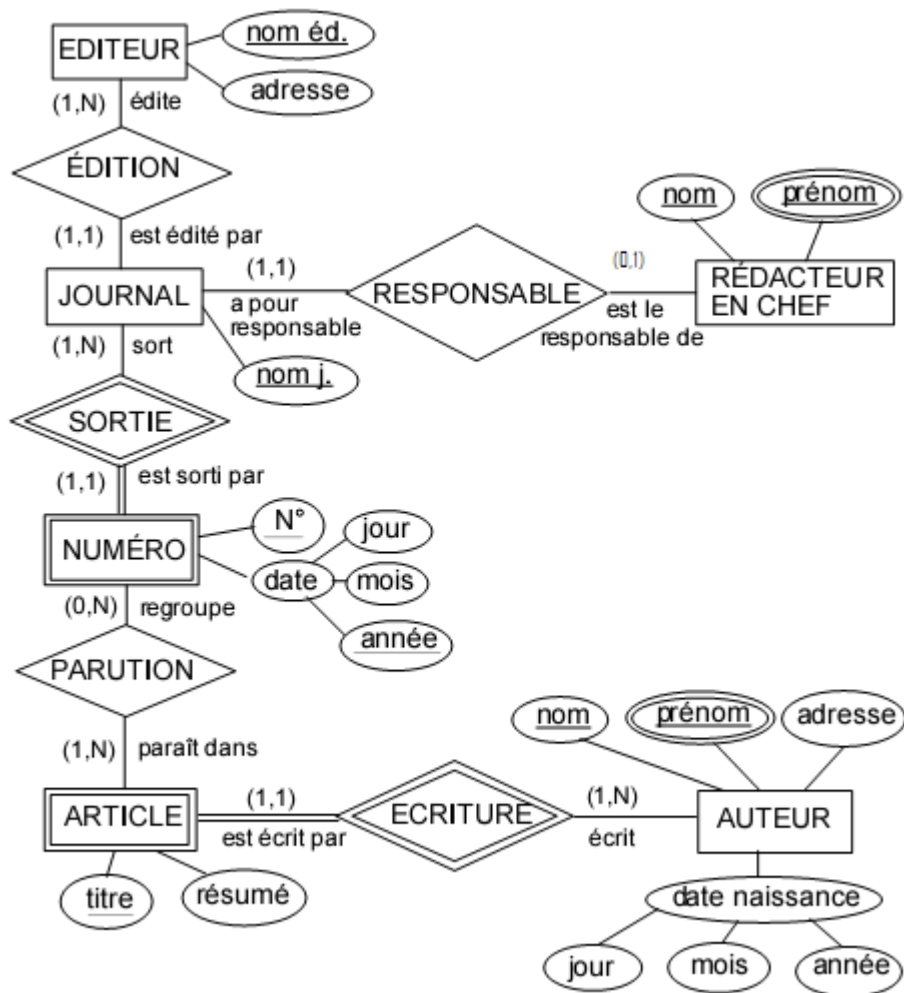
**Si nous reprenons l'exemple "publication des articles..."**

(5) Un éditeur édite 1 ou plusieurs journaux. Chaque journal est édité par exactement un éditeur.











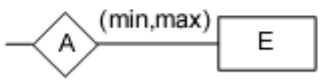

(6) Chaque journal sort 1 ou plusieurs numéros. Chaque numéro est sorti par exactement un journal.

(7) Un numéro regroupe plusieurs articles (éventuellement 0). Un article paraît au moins une fois.

Un article est écrit par un seul auteur. Les auteurs écrivent un ou plusieurs articles.



## Conventions graphiques du modèle E.A.

SYMBOLE	SIGNIFICATION
	Entité
	Entité faible
	Association
	Association identifiante
	Attribut
	Attribut clé
	Attribut clé partielle
	Attribut multivalué
	Attribut composé
	Attribut dérivé
	Contrainte de cardinalité de la participation de E à A
	Participation totale de E à A

### En conclusion :

Le formalisme Entité-Association n'est qu'un langage formel et une représentation graphique.

Les concepts du modèle E.A permettent de traiter un bon nombre de problèmes. Toutefois, ils ne sont pas suffisants pour modéliser certaines réalités complexes.

Pour repousser ces limites, plusieurs extensions au modèle ont été proposées.

## 4.2 Représentations multiples: la généralisation/spécialisation

Un type d'entité représente une classe d'objets du monde réel perçus comme similaires et ayant les mêmes caractéristiques. Or, il arrive parfois qu'un même ensemble d'objets soit perçu d'un certain point de vue comme une seule classe, mais en même temps perçu d'un autre point de vue comme plusieurs classes, différentes malgré l'existence de caractéristiques communes.

Exemple: dans le diagramme EA décrivant un hypermarché, l'entité Article regroupe tous les articles vendus, quels qu'ils soient; certains traitements doivent pouvoir accéder de façon uniforme à tous les articles: inventaire, recherche des caractéristiques d'un article dont on ne connaît que le code, ...

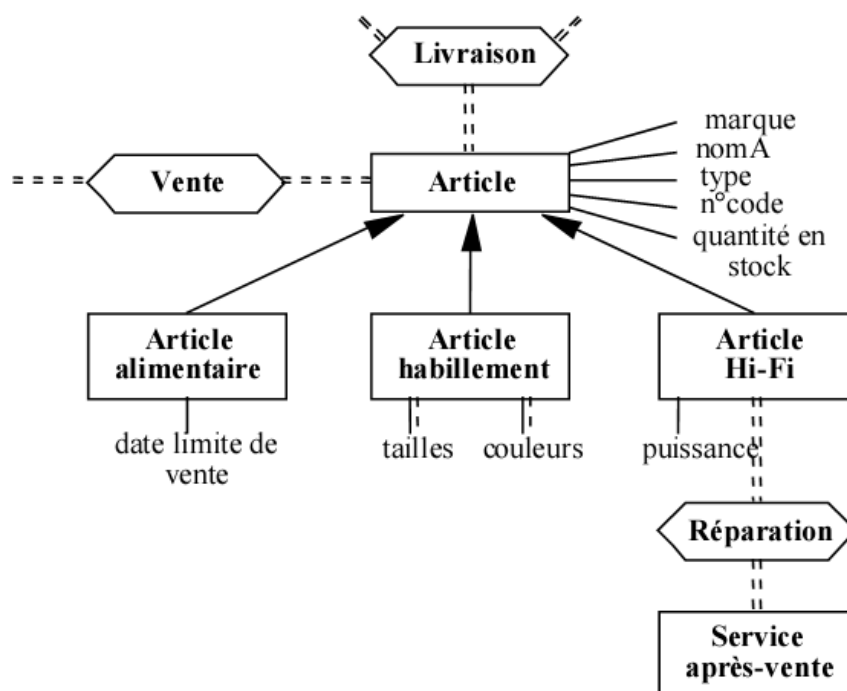
Pour d'autres usages, on peut néanmoins vouloir séparer les articles en plusieurs classes (alimentation, habillement, Hi-Fi, hygiène, ...). Par exemple, la gestion des ventes promotionnelles n'aura pas les mêmes critères suivant la catégorie, les articles d'alimentation doivent être retirés des rayons lorsque la date limite de vente est dépassée. Chaque classe peut avoir des caractéristiques qui lui sont propres, par exemple: date limite de vente (alimentation), taille et couleur (habillement), ....

On sera donc amené à décrire, en plus de l'entité générique Article, des entités plus spécialisés, représentant les sous-classes "intéressantes" (celles sur lesquelles on a effectivement quelque chose de particulier à faire). Par exemple, une entité "Article alimentaire", une entité "Article d'habillement" et une entité "Article Hi-Fi".

Ceci, toutefois, introduit une situation atypique: celle où les mêmes objets sont représentés par deux entités (l'entité générique et l'une des entités spécialisés), alors que normalement les populations de deux entités représentent des classes d'objets disjointes.

Pour décrire une telle situation atypique, les modèles de données récents incluent le concept de généralisation/spécialisation: un lien, orienté, d'une entité spécialisé (ou spécifique) vers une entité générique. La sémantique de ce lien est qu'à toute occurrence de l'entité spécifique correspond une occurrence de l'entité générique qui décrit le même objet du monde réel. Inversement, à toute occurrence de l'entité générique correspond zéro ou une occurrence par entité spécifique.

Pour un exemple sur l'hypermarché, le diagramme suivant affine la représentation des articles:



Les liens de généralisation/spécialisation sont souvent appelés liens "est-un" (IS A); on dit que "Article alimentaire est-un Article". On dit également que l'entité spécifique est un sous type de l'entité générique qui, lui, est sur-type de l'entité spécifique. En effet, par convention, les attributs communs aux entités génériques et aux entités spécifiques ne sont décrits, dans le schéma, que comme attributs de l'entité générique. Néanmoins, ils sont implicitement inclus dans les attributs des entités spécifiques : on dit que ces derniers "héritent" des attributs de l'entité générique. En plus des attributs hérités, les entités spécifiques peuvent avoir des attributs propres.

Ce qui a été dit pour la description et l'héritage des attributs s'applique également à l'héritage des rôles d'association. Par exemple, "Article Hi-Fi", comme les autres entités spécifiques, est implicitement lié par Vente et Livraison, hérités de l'entité Article. Il pourrait, en plus, être lié par l'association Réparation à une entité Service après-vente (tel type d'articles de Hi-Fi est réparé par tel Service après-vente).

### 4.3 Contraintes d'intégrité

Les concepts d'entité, d'association, d'attribut et de sous-type ne suffisent pas à décrire tout ce qui caractérise les données d'un schéma EA. Par exemple, pour l'association Mariage, une règle connue mais non exprimée par ce diagramme est:

Si une occurrence de Personne participe à l'association Mariage, alors la valeur de son attribut état civil doit être "marié".

- **Contraintes d'intégrité sur les attributs**

Les contraintes d'intégrité les plus fréquentes limitent les valeurs possibles d'un attribut à certaines valeurs du domaine sous-jacent. Dans le cas le plus simple, elles sont du type: age = [0,130].

Il s'agit ici d'une limitation définissant de façon fixe une même fourchette pour toutes les valeurs de l'attribut.

Ces contraintes simples disparaissent si le modèle permet une définition précise des domaines de valeurs, au lieu des définitions ne faisant appel qu'à des domaines généraux prédéfinis (entier, réel, chaîne de caractères, booléen, ...).

Les limites peuvent être définies en fonction du contexte (valeur d'un autre attribut, participation à une association, ...).

**Exemples:**

- si mois appartient à {4, 6, 9, 11} alors jour appartient à [1:30] , sinon si mois=2 alors jour appartient à [1:29] sinon jour appartient à [1:31] ;
- si une Personne participe à l'association Mariage, alors son état civil doit être "marié";
- une française mariée avant 1986 a pour premier nom, le nom de son mari; une française mariée après 1986 a pour premier nom son nom de jeune fille.

- **Contraintes d'intégrité sur les cardinalité**

D'autres types de contraintes d'intégrité limitent les cardinalités des entités, des associations ou des valeurs des attributs.

**Exemple:** On suppose, dans le diagramme Parent-Enfant du paragraphe 3, que les attributs du type d'entité Parent sont les suivants: nom, prénoms, adresse, nombre-enfants. Il existe alors la contrainte d'intégrité:

nombre-enfants = nombre d'occurrences de l'association "est parent de" qui lient ce Parent.

## 4.4 Le modèle relationnel

Un des grands avantages du modèle relationnel est sa très grande simplicité. Il n'existe en effet qu'une seule structure, la **relation**.

Une relation peut simplement être représentée sous forme de **table**. Une relation a donc un nom (Film) et se compose d'un ensemble de colonnes désignées par **un nom d'attribut**. Dans chaque colonne on trouve des valeurs d'un certain domaine (chaînes de caractères, nombres). Enfin on constate que chaque **ligne** (ou **tuple**) correspond à une entité (ici des films).

Un schéma relationnel est constitué d'un ensemble de schémas de relations qui décrivent, à l'aide des éléments présentés informellement ci-dessus (domaines, attributs, noms de relation) le contenu d'une relation. Le schéma de la relation est donc:

**Film (titre : string, année : number, genre: string)**

Il existe un langage de définition pour créer une relation dans un SGBDR, mais nous nous contenterons pour l'instant de la description ci-dessus. Voici maintenant quelques précisions sur la terminologie introduite ci-dessus.

### Domaines

Un domaine de valeurs est un ensemble d'instances d'un type élémentaire.

**Exemple:** les entiers, les réels, les chaînes de caractères, etc. La notion de type élémentaire s'oppose à celle de type structuré : il est interdit en relationnel de manipuler des valeurs instances de graphes, de listes, d'enregistrements, etc.

### Attributs

Les attributs nomment les colonnes d'une relation. Ils servent à la fois à indiquer le contenu de cette colonne, et à la référencer quand on effectue des opérations. Un attribut est toujours associé à un domaine.

### Schéma de relation

Un schéma de relation est simplement un nom suivi de la liste des attributs, chaque attribut étant associé à son domaine. La syntaxe est donc :

**R (attribut 1 : type, attribut 2 : type, attribut 3 : type,...)**

On peut trouver dans un schéma de relation plusieurs fois le même domaine, mais une seule fois un nom d'attribut. Le domaine peut être omis en phase de définition.

## Instance d'une relation

,ou simplement relation se définit mathématiquement comme un sous-ensemble fin

Une instance d'une relation du produit cartésien des domaines des attributs de . Rappelons que le produit cartésien entre de domaines est l'ensemble de tous les tuples où : Un des fondements du modèle relationnel est la théorie des ensembles et la notion de relation dans le modèle Correspond strictement au concept mathématique dans cette théorie.

Une relation se représente sous forme de table, et on emploie le plus souvent ces deux termes comme des synonymes.

## Clé d'une relation

La clé d'une relation est le plus petit sous-ensemble des attributs qui permet d'identifier chaque ligne de manière unique. Comme on a vu que deux lignes sont toujours différentes, l'ensemble de tous les attributs est lui-même une clé mais on peut pratiquement toujours trouver un sous-ensemble qui satisfait la condition. Pour distinguer la clé, nous mettrons le (ou les) attribut(s) en gras.

Film (**titre**, année, genre)

Le choix de la clé est très important pour la qualité du schéma.

## Tuples

Un tuple est une liste de valeurs où chaque valeur est la valeur d'un attribut de domaine :

### Exemple:

('Cyrano',1992,'Rappeneau')

Un tuple est donc simplement une ligne dans la représentation d'une relation sous forme de table. En théorie, on connaît les valeurs de tous les attributs du tuple.

## Base de données

Une (instance de) base de données est un ensemble fini (d'instances) de relations. Le schéma de la base est l'ensemble des schémas des relations de cette base.

## 4.5 Le passage d'un schéma E/A à un schéma relationnel

On passe d'un modèle disposant de deux structures (entités et associations) à un modèle disposant d'une seule structure (relations). Logiquement, entités et associations seront donc toutes deux transformées en relations.

### Règles de passage : entités

Le schéma d'une relation est constitué du nom de la relation, suivi de la liste des attributs. Alors, pour chaque entité du schéma E/A:

1. On crée une relation de même nom que l'entité.

2. Chaque propriété de l'entité, y compris l'identifiant, devient un attribut de la relation.
3. Les attributs de l'identifiant constituent la clé de la relation.

### Règles de passage :

- **Associations de un à plusieurs (x-n, 1-1).** Le passage au modèle logique suit les règles suivantes :

Soit une association de un à plusieurs entre les entités A (1-1) et B (x-n). Le passage au modèle logique suit :

1. On crée les relations  $R_A$  et  $R_B$  correspondant respectivement aux entités A et B.
2. L'identifiant de B devient un attribut de  $R_A$ . Si l'association est porteuse de propriétés, ils deviendront attributs de  $R_A$ .

L'idée est qu'une occurrence de A référence l'occurrence de B qui lui est associée à l'aide d'une **clé étrangère**. Cette référence se fait de manière unique et suffisante à l'aide de l'identifiant.

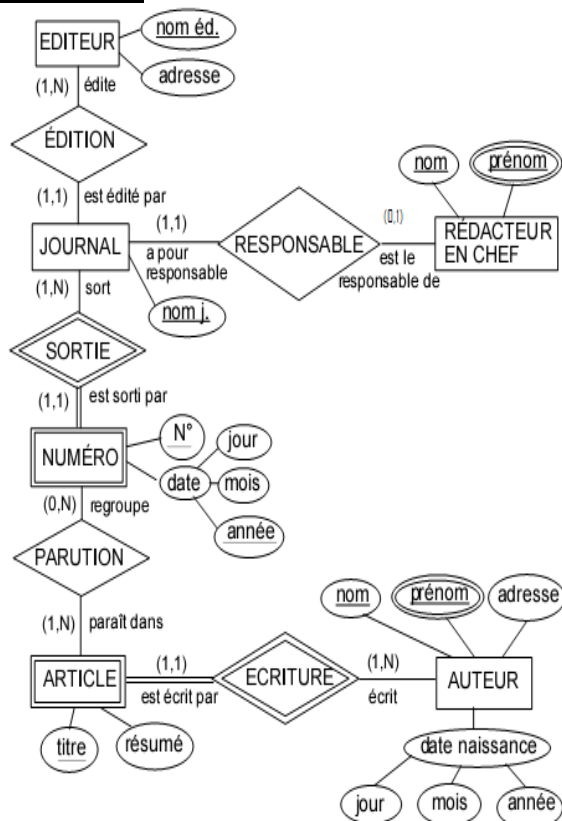
- **Associations de plusieurs à plusieurs (x-n, x-n).** Le passage au modèle logique suit les règles suivantes :

Soit une association  $S_{AB}$  de plusieurs à plusieurs entre les entités A (x-n) et B (x-n). Le passage au modèle logique suit :

3. On crée les relations  $R_A$  et  $R_B$  correspondant respectivement aux entités A et B.
4. On crée la relation  $R_{S_{AB}}$  correspondant à l'association  $S_{AB}$ .
5. Les identifiants de A et B deviennent clé de la relation  $R_{S_{AB}}$  et les propriétés de l'association si elles existent seront attributs de la relation  $R_{S_{AB}}$ .

**Le même principe est appliqué aux relations ternaires.**

### Exemple d'application du passage modèle Entité – Association vers le modèle Relationnel



#### Les relations issues du modèle E/A en face sont :

Editeur (nom éd., adresse)  
 Journal (nomJ, nom éd., nom, prénom)  
 Rédacteur en chef (nom, prénom)  
 Numéro (N°, date-jour, date-mois, date-année, N°)  
 Article (titre, résumé, nom, prénom)  
 Parution (N°, titre)  
 Auteur (nom, prénom, adresse, date naissance-jour, date naissance-mois, date naissance-année)