Chapitre 3
Le modèle Entités/Associations

Les aspects importants de la réalité à représenter, ou domaines d'application, doivent être décrits d'une manière abstraite, indépendante de toute technologie. Le modèle Entité-association permet de décrire un domaine d'application sous la forme d'ensembles d'entités, dotées de propriétés et en association les unes avec les autres, et ce, sans référence aux notions techniques de tables, colonnes ou index.

3.1. Concepts de base

3.1.1. Entité

Une entité est un objet pourvu d'une existence propre et conforme aux choix de gestion de l'entreprise.
Le domaine d'application est perçu comme étant constitué d'entités concrètes ou abstraites. Ainsi, dans le contexte du commerce, on peut cerner un domaine d'application dans lequel on repère des clients, des commandes et des produits. On considère que chacun d'eux est une entité du domaine et que chaque entité appartient à une classe ou type d'entités. On définit naturellement quatre types d'entités qu'on nommera CLIENT, COMMANDE et PRODUIT. On représentera ces entités d'une manière graphique, comme indiqué sur la figure 1.

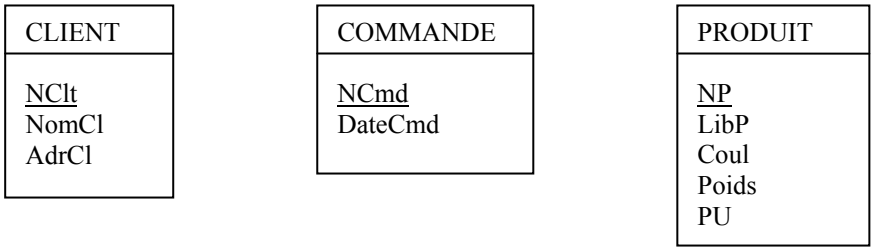


Figure 1 : Formalisme des entités

Ces quelques exemples montrent qu'une entité peut correspondre à des objets concrets inanimés (produits), des objets concrets animés (clients) ou des événements (commandes).
Une occurrence d'une entité est un élément individualisé appartenant à cette entité.

3.1.2. Association

Une association entre entités est une association perçue dans le réel entre deux ou plusieurs entités. Une association est dépourvue d'existence propre.
Une commande est liée au client qui l'a passée ; il existe donc une association entre cette commande et ce client. On dira que toutes les associations de cette nature appartiennent au type d'association Passer entre les deux entités CLIENT et COMMANDE.
Lorsqu'une entité intervient dans un type d'association, on dit qu'elle joue un rôle. On utilisera d'ailleurs ce terme pour désigner une des extrémités d'une association. Une même entité peut jouer deux rôles dans une même association.
On représentera une association d'une manière graphique, comme indiqué sur la figure 2.

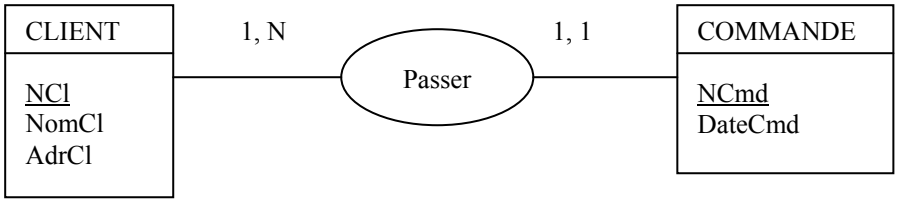


Figure 2 : Formalisme d'une association

Propriétés d'une association

a) Classe fonctionnelle d'une association

Cette propriété décrit le nombre maximum d'occurrences de l'entité B pour chaque occurrence de l'entité A et inversement. On est ainsi amené à définir trois classes fonctionnelles d'associations : un à plusieurs, un à un et plusieurs à plusieurs.

- association de **type 1:1** (ou un-à-un) si à une occurrence de l'entité E peut correspondre par l'association A au plus une occurrence de l'entité F et que, réciproquement à une occurrence de l'entité F ne peut correspondre au plus qu'une occurrence de l'entité E.
- association de **type 1:n** (ou un-à-plusieurs) : si à une occurrence de l'entité E peut correspondre par l'association A plusieurs occurrences de l'entité F mais à une occurrence de l'entité au plus une occurrence de l'entité E.
- association de **type n:n** (ou plusieurs-à-plusieurs) : si à une occurrence de l'entité E peuvent correspondre plusieurs occurrences de l'entité F et réciproquement.

b) Type d'associations obligatoire ou facultatif

On peut imposer qu'une association soit obligatoire pour une entité qui y participe.

c) Cardinalités d'une association

Chaque entité participant à une association y est caractérisée par un couple de valeurs min-max appelé cardinalités.

d) Dimension d'une association

C'est le nombre d'entités participant à l'association. Une association entre deux entités est appelée association binaire. Une association entre trois entités est appelée association ternaire. Une association entre n entités est appelée association n-aire.

Exemple: entre les entités ETUDIANT et ENSEIGNEMENT on peut considérer l'association INSCRIT pour traduire le fait qu'un étudiant est inscrit à un enseignement.

INSCRIT

ETUDIANT _____ENSEIGNEMENT

e) Association réflexive

C'est une association d'une entité sur elle-même. En effet, il est parfaitement possible d'établir une association entre une entité et elle-même, définissant par là une association cyclique.

Exemple: pour traduire le fait que Irène Curie est la fille de Marie Curie on pourra utiliser une association A-POUR-MERE entre les deux entités représentant ces personnes.



3.1.3 Attributs

Un attribut ou une propriété est une donnée élémentaire que l'on perçoit sur une entité ou sur une association entre objets.
Chaque client est caractérisé par un numéro, un nom et une adresse. On modélisera ces faits en dotant l'entité CLIENT des attributs NumClient, Nom et Adresse.
On spécifiera le type de chaque attribut : numérique, caractère, date, etc. ainsi que sa longueur.
Un attribut d'une association est une propriété qui dépend de toutes les entités intervenant dans l'association

Exemple: La classe d'association INSCRIT définie entre les entités ETUDIANT et MODULE a pour attribut l'année de première inscription de l'étudiant à l'enseignement. Cette année d'inscription est attribut de l'association et non de l'une des entités, car il faut connaître l'étudiant et le module pour pouvoir la déterminer.

3.1.4. Les identifiants

En général, une entité est dotée d'un attribut qui identifie les entités de ce type. L'entité CLIENT, par exemple, possède un attribut NCl tel qu'à tout instant les occurrences de l'entité CLIENT ont des valeurs de NCl distinctes. En d'autres termes, étant donné une valeur quelconque de NCl, on a la garantie qu'il n'y aura, à aucun moment, pas plus d'une occurrence de l'entité CLIENT possédant cette valeur. On dira que NCl est un identifiant de CLIENT. En outre, il peut arriver qu'une entité possède plus d'un identifiant. Dans ce cas, l'un d'eux peut être déclaré primaire tandis que tous les autres sont secondaires.

Il se peut que la valeur d'un attribut ne soit pas connue au moment où les informations sur l'entité sont enregistrées. Si on admet que cet attribut puisse ne pas avoir de valeur pour certaines occurrences de l'entité, on le déclarera facultatif. Sinon cet attribut est obligatoire.

L'identifiant d'une entité est un attribut particulier de l'entité tel qu'à chaque valeur de la propriété corresponde une et une seule occurrence de l'entité.
L'identifiant d'une association est l'identifiant obtenu par concaténation des identifiants des entités participant à la relation.
Dans le diagramme E/A, les clés sont soulignées.

3.1.5. Les Cardinalités

La cardinalité d'une entité par rapport à une association s'exprime par deux nombres appelés cardinalité minimale et cardinalité maximale.

La cardinalité minimale (égale à 0 ou 1) est le nombre de fois minimum qu'une occurrence d'une entité participe aux occurrences de l'association.
Si la cardinalité minimale est égale à 0, c'est qu'il existe parmi toutes les occurrences de l'entité au moins une occurrence ne participant pas aux occurrences de l'association.

Si la cardinalité minimale est égale à 1, ceci correspond au fait que chaque occurrence de l'entité participe toujours à une occurrence de l'association.

La cardinalité maximale indique le nombre de fois maximum qu'une occurrence de l'entité participe aux occurrences de la relation.

Remarques: Le minimum m peut valoir 0, 1 ou un entier strictement plus grand que 1. Le maximum M peut valoir 1 ou une valeur n>1, n n'étant souvent pas précisé de manière numérique, faute de connaissance suffisante.

Exemple:
L'association Appartient entre PROPRIETAIRE et VEHICULE a pour cardinalités (0,n) du côté de l'entité VEHICULE et (1,n) du côté de l'entité PROPRIETAIRE car certains véhicules sont abandonnés (0,n) mais il faut posséder au moins un véhicule pour être propriétaire (1,n).

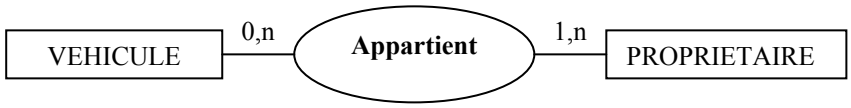


Figure 3 : Exemple d'association de type n : m

Contrainte d'identité fonctionnelle (CIF): Quand on détermine, entre une association et une entité, *une cardinalité présentant les valeurs 0,1 ou 1,1*, l'association est particulière. On l'appellera alors *Contrainte d'identité fonctionnelle* (CIF) : Cette association particulière n'est en général pas nommée. Elle indique que l'une des entités est totalement déterminée par la connaissance de l'autre ; par exemple si on connaît une commande bien précise, on connaît un client bien précis...

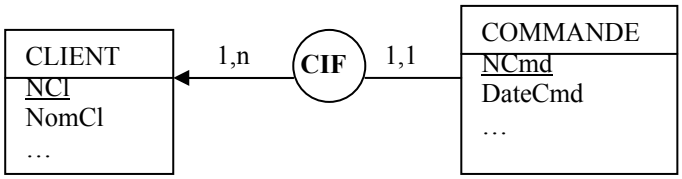


Figure 4 : Exemple de relation de type CIF

3.2. Diagramme Entité-Association

Un diagramme Entité-Association (E/A) décrit la structure d'ensemble d'une base de données en combinant les objets graphiques suivants :

- des **rectangles** qui représentent des ensembles d'objets, c'est-à-dire des **entités** concrètes ou abstraites (par exemple : lecteur, ouvrage, compte bancaire, client...)
- des **attributs** relatifs aux entités (le nom, l'adresse, le titre, la cote, numéro,...)
- des **ellipses**, qui représentent des **associations** ("a emprunté", "possède le compte", "suit le cours de",...)
- des **rôles** qui relient les entités aux associations annotés par les cardinalités.

Dans ce diagramme les identifiants sont soulignés.

Exemple 1 : Base de données commerciale

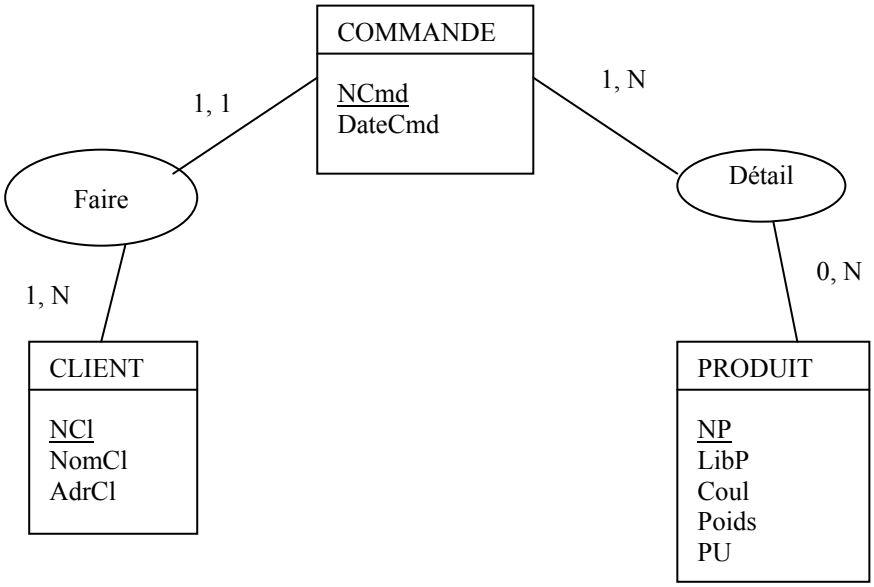


Figure 5 : Modèle E/A d'une base de données commerciale

Exemple 2 : Base de données matrimoniale

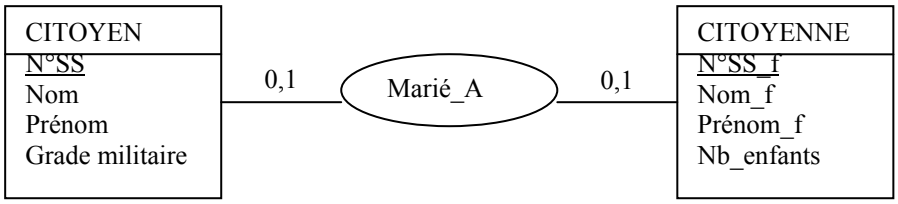


Figure 6 : Modèle E/A d'une base de données matrimoniale

Exemple 3 : Base de données d'enseignement

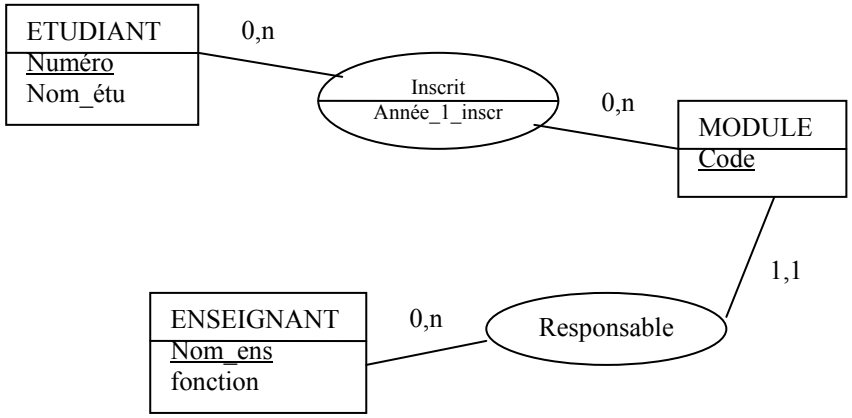


Figure 7 : Le modèle E/A d'une base de données d'enseignement

Le diagramme ENTITE-ASSOCIATION ci-dessus modélise entre deux entités ETUDIANT et MODULE, une association INSCRIT qui traduit qu'un étudiant est inscrit à un module.
Pour une entité ENSEIGNANT, il exprime qu'un enseignant est RESPONSABLE d'un module.

3.3. Dictionnaire des données

Le **dictionnaire des données** liste les entités et leurs attributs, en spécifiant le domaine de chacun ainsi que leur catégorie :

- données élémentaires (information stockée)
- données d'information déduite ou calculée d'utilisation fréquente (ce qui évite de refaire le calcul plusieurs fois) ainsi que les règles de calcul
- données calculées de type situation ou historique (total HT des commandes par mois...)
- paramètres utilisés dans des cas particuliers (TVA) ...

Il se présente sous forme d'une grille d'analyse :

Nom de donnée	Format	Type					Règle de calcul	Contrainte d'intégrité	Document
		Elémentaire	Calculée	Paramètre	Signalétique	Situation			
Nom client	Alpha	X			X				Facture
Code postal	Num	X			X				Facture
Ville client	Alpha	X			X				Facture
…									…
Total HT	Num		X			X	Somme		Facture
Taux TVA	Num			X				18,60%	Facture

3.4. Règles de validation

Ces règles doivent être respectées pour la cohérence du modèle Entité-Association. Il s'agit de règles de vérification et de normalisation d'un modèle E/A

Règle 1 : Existence d'un identifiant pour chaque entité.

Règle 2 : Toutes les propriétés d'une entité, autres que l'identifiant, doivent être en dépendance fonctionnelle complète et directe de l'identifiant.

Règle 3 : Toutes les propriétés d'une association doivent dépendre complètement de l'identifiant de l'association ; chaque attribut doit dépendre de tout l'identifiant et non d'une partie de cet identifiant.

Règle 4 : Un attribut ne peut apparaître qu'une seule fois dans un même modèle E/A, c'est ainsi qu'il ne peut qualifier qu'une seule entité ou une association.

Règle 5 : Les attributs qui sont le résultat d'un calcul ne doivent pas, en principe, figurer dans un modèle E/A sauf s'ils sont indispensables à la compréhension de celui-ci.

3.5. Généralisation et hiérarchie

Un ensemble d'entités E_1 est un sous-ensemble de E_2 si toute occurrence de E_1 est aussi une occurrence de E_2. L'ensemble d'entités E_1 hérite des attributs de E_2.

Un ensemble d'entités E est une généralisation de E_1, E_2, E_n si chaque occurrence de E est aussi une occurrence d'une et une seule entité E_1, E_2, ..., E_n. Les ensembles E_1, E_2, ..., E_n sont des spécialisations de l'ensemble d'entités E. Les ensembles d'entité E_1, E_2, E_n héritent des *attributs de E* et possèdent en outre des attributs spécifiques qui expriment leur **spécialisation**.

Notation "EST-UN" (*IS A)* : B "EST-UN" A si l'ensemble A est une extension de B ou B un cas particulier de A.

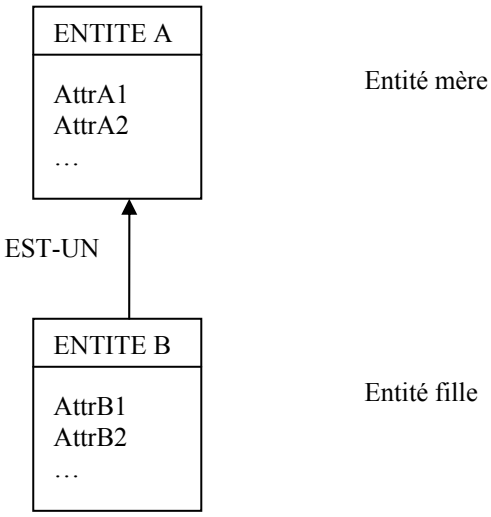


Figure 8 : La relation « EST-UN »

Exemple 1 : L'ensemble des VEHICULES est une généralisation de l'ensemble des AUTOMOBILES et des CYCLES.

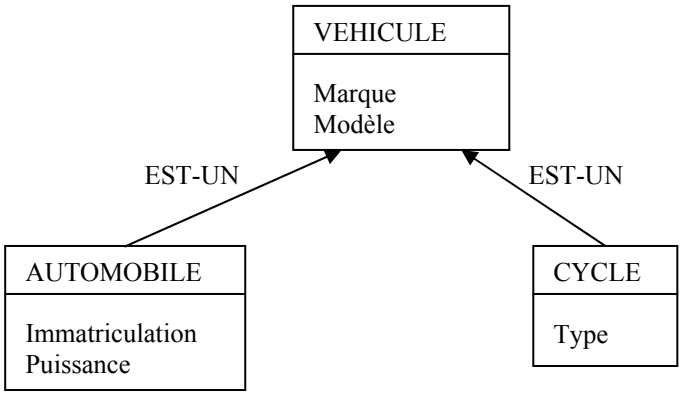


Figure 9

Exemple 2 : L'ensemble des PILOTES est un sous-ensemble de l'ensemble des EMPLOYES d'une compagnie aérienne.

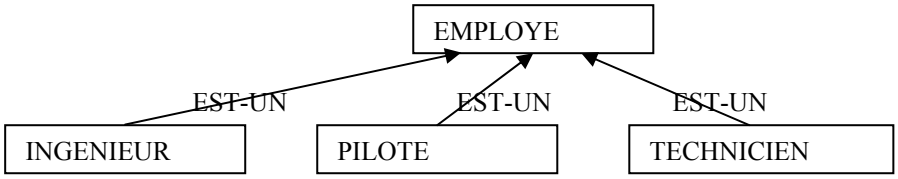


Figure 10