

Le Modèle Conceptuel de Données - MCD

Contenu

LE MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES - MCD	1
I. INTRODUCTION	2
A. POSITIONNEMENT DU MODELE DANS L'ANALYSE DES DONNEES	2
B. DEFINIR LA MODELISATION	2
1. <i>Classifier</i>	2
2. <i>Composer</i>	2
3. <i>Généraliser et spécialiser</i>	3
4. <i>Associer</i>	3
5. <i>Catégoriser et créer des ensembles</i>	3
C. LE MODELE CONCEPTUEL DES DONNEES (MCD)	3
II. PROPRIETES	4
A. DEFINITION	4
B. PROPRIETES EN DEPENDANCE FONCTIONNELLE	4
C. OCCURRENCES DE PROPRIETES	5
D. STABILITE DANS LE TEMPS	5
III. ENTITES.....	5
A. DEFINITION	5
B. OCCURRENCES D'UNE ENTITE	6
C. IDENTIFIANT D'UNE ENTITE	6
D. REPRESENTATION D'UNE ENTITE	6
IV. ASSOCIATIONS (OU RELATIONS)	7
A. DEFINITION	7
B. OCCURRENCES D'UNE ASSOCIATION	8
C. IDENTIFIANT D'UNE ASSOCIATION	9
D. PROPRIETES D'UNE ASSOCIATION	9
E. ROLES	9
V. CARDINALITES D'UNE ASSOCIATION.....	10
A. DEFINITION	10
B. REPRESENTATION.....	10
C. CARDINALITES ET REGLES DE GESTION	11
D. ASSOCIATIONS BINAIRES, N-AIRES : DIMENSIONS D'UNE ASSOCIATION	11
E. LES TYPES D'ASSOCIATION.....	12
1. <i>CIF, Contrainte d'Intégrité Fonctionnelle – un lien permanent</i>	12
2. <i>CIM, Contrainte d'Intégrité Multiple</i>	13
VI. ASSOCIATION REFLEXIVES.....	13
A. DEFINITION	13
VII. UNE DEMARCHE POUR CONSTRUIRE LE MCD.....	14
A. ELABORER LE DICTIONNAIRE DES DONNEES.....	14
B. DEGAGER LES ENTITES NATURELLES	15
1. <i>Matrice des dépendances fonctionnelles</i>	15
2. <i>Graphe des dépendances fonctionnelles</i>	16
C. DETERMINER LES ASSOCIATION	17
D. SIMPLIFIER LE MODELE	17
E. REPRESENTER LE MCD	17
VIII. LES REGLES DE VERIFICATION DU MCD.....	18
A. REGLES RELATIVES AUX ENTITES	18
B. REGLE RELATIVE AUX ASSOCIATIONS.....	18

C. REGLES GENERALES RELATIVES AU MCD..... 18

IX. IDENTIFIANT RELATIF – ENTITE FORTE ET ENTITE FAIBLE 19

X. CONTRAINTE D’INTEGRITE FONCTIONNELLE (CIF)..... 19

XI. EXTENSIONS : GENERALISATION / SPECIALISATION, SOUS-TYPES 21

 A. GENERALISATION / SPECIALISATION 21

 B. CONTRAINTES SUR LES SOUS-TYPES D’OBJETS 22

XII. EXTENSIONS : CONTRAINTES SUR LES ASSOCIATIONS..... 24

 A. CONTRAINTE DE PARTITION (+ OU XT) 24

 B. CONTRAINTE DE TOTALITE (T) 25

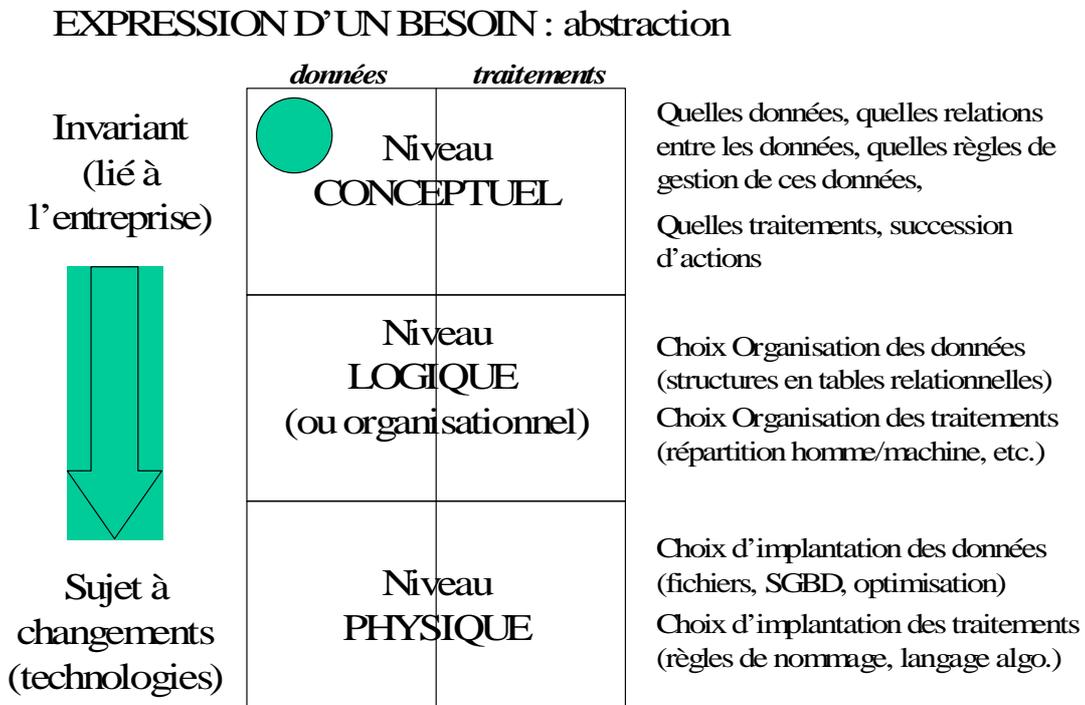
 C. CONTRAINTE D’EXCLUSION (X) 26

 D. CONTRAINTE D’EGALITE OU DE SIMULTANEITE (= OU S)..... 27

 E. CONTRAINTE D’INCLUSION (I)..... 27

I. Introduction

A. Positionnement du Modèle dans l’analyse des données



PRODUIT LOGICIEL : concrétisation

B. Définir la modélisation

La modélisation consiste à repérer les liens existant entre les objets du monde réel.

1. Classifier

La classification consiste au repérage des objets identiques qui sont des instances (des exemplaires) d’un même type d’objets.

2. Composer

La composition consiste à décrire les types d’objets qui entrent dans la composition d’un autre type d’objets (une voiture est composée d’un châssis, d’un moteur, de roues et d’une carrosserie)

3. Généraliser et spécialiser

La généralisation consiste à définir un type d'objet comme étant père d'autres types d'objets qui ont en commun les propriétés de leur père. Ces types d'objets ont néanmoins des caractéristiques propres : ils sont spécialisés

4. Associer

L'association consiste à découvrir les liens qu'ont les types d'objets entre eux.

5. Catégoriser et créer des ensembles

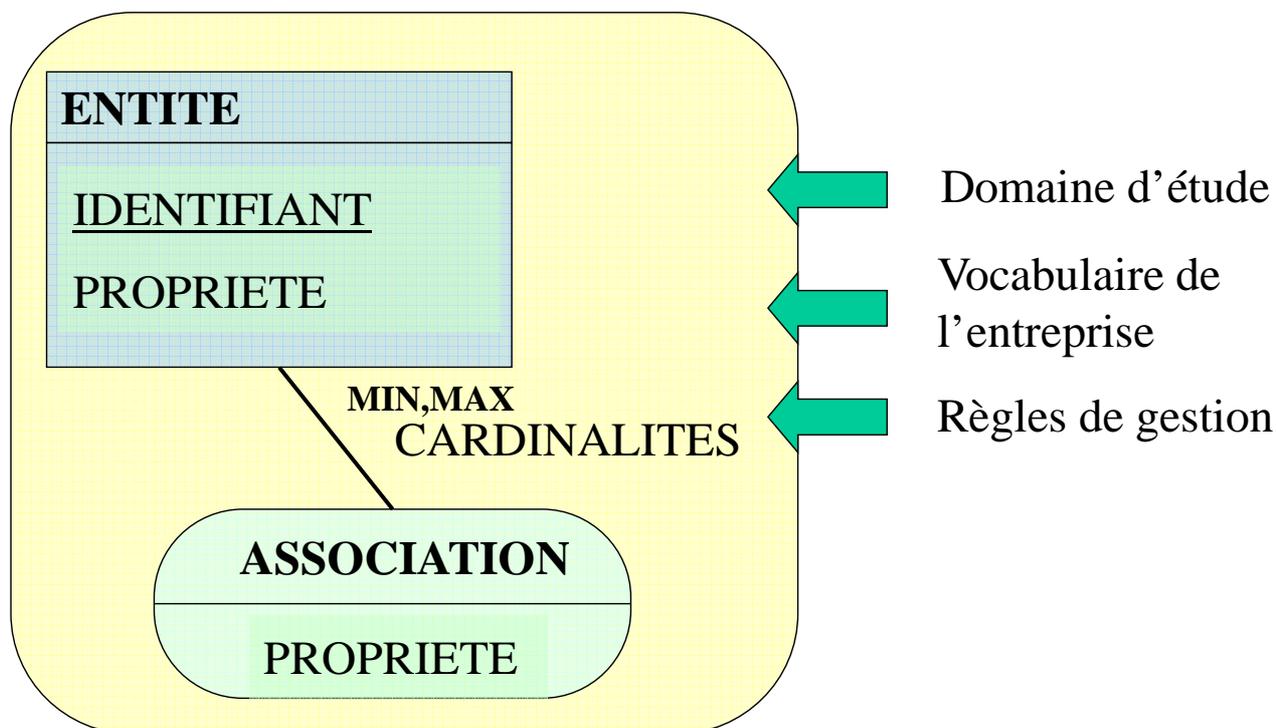
Les catégories permettent de relier des objets sous une même notion d'ensemble.

C. Le Modèle Conceptuel des Données (MCD)

Le **MODELE ENTITE-ASSOCIATION, MCD** (MCD Merise : Modèle Conceptuel des Données) **REPRESENTE LES OBJETS DE GESTION D'UNE ORGANISATION** à travers :

- des **ENTITES** et leurs **PROPRIETES**
- des **ASSOCIATIONS** entre entités et les **CARDINALITES** associées.

Ce diagramme est aussi Modèle Entité-Associations propriétés (MEAp). Il existe d'autres représentations à ce niveau de modélisation, parmi lesquelles le diagramme Entité-Relation (entity-relationship diagram)



INVARIANT PAR RAPPORT :

- à l'organisation des données
- aux traitements et logiciels

Cette représentation a peu de raison de changer, à moins d'une modification radicale de l'objet social de l'organisation et des règles qui la régissent.

II. Propriétés

A. Définition

La **PROPRIETE** (ou donnée élémentaire) est le **PLUS PETIT ELEMENT D'INFORMATION MANIPULE PAR UNE ORGANISATION.**

Chaque **PROPRIETE DOIT ETRE ELEMENTAIRE** et **NON DECOMPOSABLE.**

Exemples :

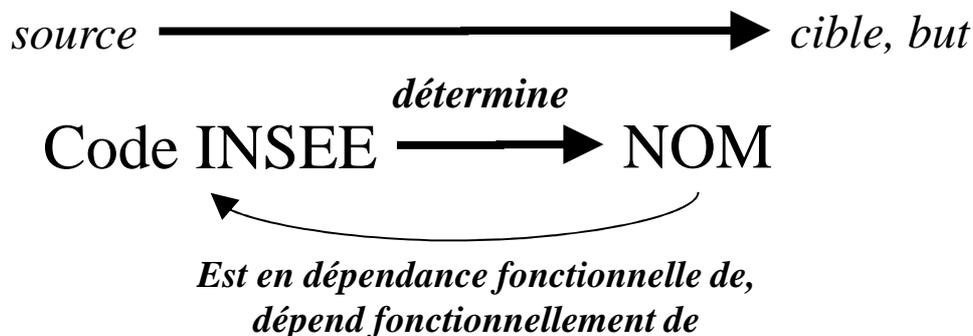
- Dans le contexte d'un lycée : le nom d'une classe, le numéro INE, le nom et le prénom d'un élève, une note, le nom et le prénom d'un professeur, le nom d'une matière, etc. sont des propriétés (ou attributs).
- Dans le contexte d'une entreprise : un numéro de client, la raison sociale, l'adresse d'un client, le chiffre d'affaires d'un client, un montant de facture, une référence de produit, le prix unitaire d'un produit, etc. sont des propriétés (ou attributs).
- Une propriété « adresse » devrait être décomposée en « numero », « nom de rue », etc. à moins que les besoins de gestion n'aient vraiment pas besoin de cette décomposition.

B. Propriétés en dépendance fonctionnelle

La **DEPENDANCE FONCTIONNELLE** est une relation entre 2 propriétés qui exprime que **LA CONNAISSANCE DE LA VALEUR D'UNE PROPRIETE DETERMINE LA CONNAISSANCE D'UNE VALEUR UNIQUE D'UNE AUTRE PROPRIETE.**

Exemple :

- Un code INSEE détermine un et un seul NOM : le NOM est en dépendance fonctionnelle du code INSEE.
- C'est-à-dire : la connaissance d'une valeur d'un code INSEE me permet de connaître LA valeur de NOM



Par contre, la seule connaissance d'un NOM ne peut déterminer la connaissance de la valeur du code INSEE (homonymes)



- Dans le contexte d'un lycée :
 - un numéro d'étudiant DETERMINE le nom, le prénom d'un élève, la moyenne générale de l'élève (nom, prénom et moyenne sont en dépendance fonctionnelle du numéro UNE)
 - un nom de classe NE DETERMINE PAS le nom d'un étudiant (mais les noms de plusieurs étudiants : pas de DF)
- Dans le contexte d'une entreprise :

- un numéro de client DETERMINE la raison sociale, son adresse, son chiffre d'affaires d'un client (la raison sociale, l'adresse et le chiffre d'affaires sont en dépendance fonction du numéro de client)
- un numéro de facture DETERMINE le montant d'une facture
- une référence de produit DETERMINE un prix unitaire
- un prix unitaire NE DETERMINE PAS une référence de produit (mais plusieurs références de produits possibles, pas de DF)

→ cf. matrice des Dépendances Fonctionnelles/ graphe des dépendances fonctionnelles

C. Occurrences de propriétés

Les **OCCURRENCES D'UNE PROPRIETE** représentent **LES DIFFERENTES VALEURS QUE PEUT PRENDRE UNE PROPRIETE**.

Exemple :

- la propriété « prénom étudiant » prend les valeurs 'Jean', 'Alain', 'Paul'. Chacune de ces valeurs est une occurrence de la propriété « prénom étudiant ».

D. Stabilité dans le temps

Une **PROPRIETE** est dite **STABLE** quand **SA VALEUR NE DEPEND PAS DU TEMPS** qui passe.

Exemple :

- la propriété « âge » n'est vraisemblablement pas une propriété stable pour la description d'une entité Personne : chaque année, l'âge va changer ;
- Cependant, il est des cas où elle pourrait être liée à une entité, par exemple dans le cas où cet âge serait rattaché à un événement unique « il avait tel âge quand ... » ; cet âge ne risque pas de changer, il est ici stable

III. Entités

Une organisation ne manipule pas des informations ou données de manières isolées. Elles sont souvent rassemblées pour former des objets intéressants du point de vue de la gestion de cette organisation.

Un numéro INE, le nom et le prénom d'un étudiant, son adresse, sont rassemblés pour décrire un étudiant.

Un numéro de client, une raison sociale, une adresse, un chiffre d'affaires sont rassemblés pour décrire un client

A. Définition

Une **ENTITE** représente **UN CERTAIN TYPE D'OBJETS**

- **DIGNE D'INTERET** pour l'organisation,
- **NOTE D'UNE EXISTENCE PROPRE**
- **CARACTERISE PAR UN ENSEMBLE DE PROPRIETES**
- et **IDENTIFIABLE**

Exemples :

- Dans le contexte d'un lycée : un étudiant, un professeur, une matière, un bâtiment, une salle, peuvent être des entités.
- Dans le contexte d'une entreprise : un client, un fournisseur, un produit peuvent être des entités

B. Occurrences d'une entité

Les **OCCURRENCES D'UNE ENTITE** représentent **LES DIFFERENTS OBJETS** (ou exemplaires) d'UNE ENTITE.

Exemple :

- 3 occurrences d'une entité ETUDIANT identifiée le CODE INE et décrite par les propriétés nom et prénom

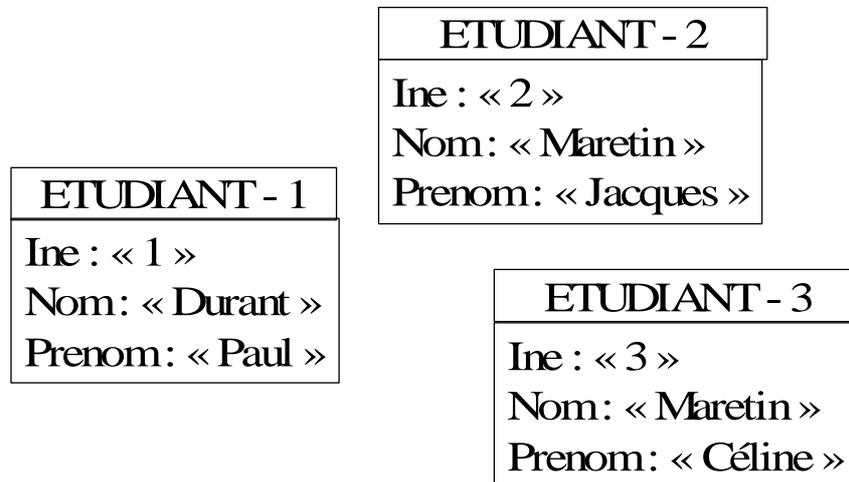


Figure 1 : on a ici 3 objets de type ETUDIANT, 3 occurrences de l'entité ETUDIANT :

C. Identifiant d'une entité

L'**IDENTIFIANT** d'une entité est **LA PROPRIETE** (ou l'ensemble minimal de propriétés) **QUI PERMET D'IDENTIFIER DE MANIERE UNIQUE UNE OCCURRENCE PARI MI TOUTES LES OCCURRENCES** d'une entité.

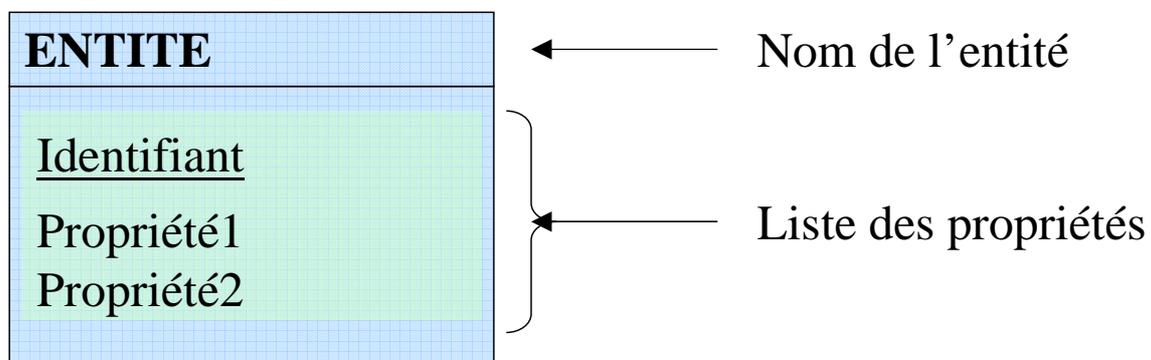
L'**IDENTIFIANT** est déclaré de manière explicite et **DOIT ETRE UNE PROPRIETE A LA VALEUR STABLE**.

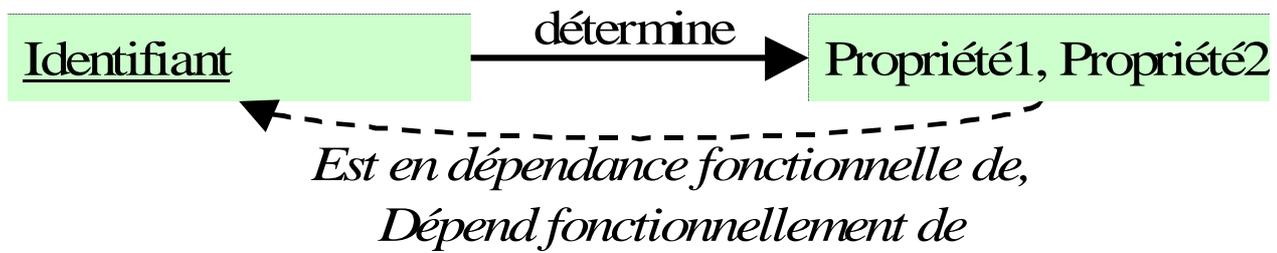
Il n'existe pas deux occurrences d'une entité où les identifiants aient la même valeur.

Exemple :

- Dans la figure précédente, le code Ine représente l'identifiant de l'entité ETUDIANT ; grâce à la valeur de cette propriété, on peut identifier de manière unique chaque étudiant.

D. Représentation d'une entité





Les propriétés d'une entité doivent toutes être en dépendance fonctionnelle de l'identifiant.

IV. Associations (ou relations)

A. Définition

Une **ASSOCIATION RELIE DES ENTITES** et **EXPRIME UNE REGLE DE GESTION** de l'entreprise. Elle est **EXPRIMEE PAR UN VERBE**.

Son **EXISTENCE EST CONDITIONNEE** par l'existence des **ENTITES QUI LA COMPOSENT**.

Une **ASSOCIATION** possède un **IDENTIFIANT (implicite, non déclaré)** composé des **IDENTIFIANTS DES ENTITES QUI PARTICIPENT** à l'association.

Une règle de gestion exprime les liens existants entre entités à travers une phrase. Elle est souvent exprimée par un verbe :

Exemple :

- Un client passe des commandes : CLIENT – PASSER - COMMANDE
- une commande comporte plusieurs produits : COMMANDE – COMPORTER - PRODUIT

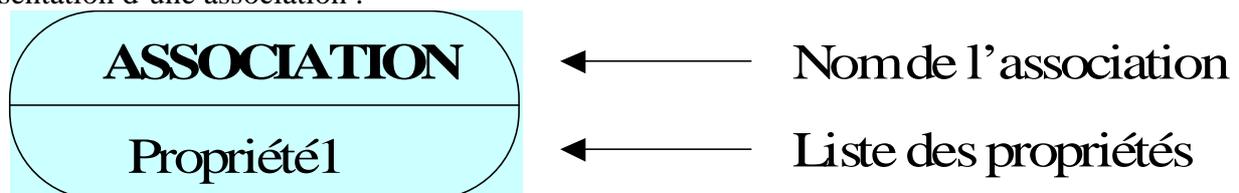
MAIS ATTENTION :

- Un client a un nom :
 - On pourrait traduire : CLIENT – AVOIR – NOM
 - Mais « nom » est une propriété ; « avoir » n'est pas ici une association. (sauf si on était amené à gérer une généalogie auquel cas, à l'entité nom pourrait être associés des informations sur son origine, etc.)

Les règles de gestion doivent être suffisamment précises pour quantifier également le nombre de fois qu'une entité participe à une association (0, 1, ou un certain nombre).

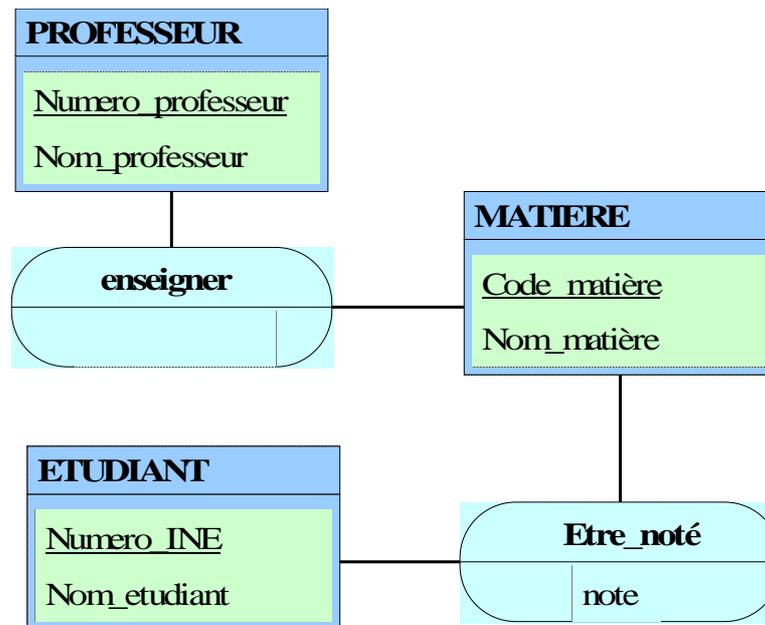
Une ASSOCIATION peut être porteuse de propriétés.

Représentation d'une association :



Exemple :

- · Un étudiant est noté pour une matière
- · Le professeur enseigne une matière



B. Occurrences d'une association

Une **OCCURRENCE D'UNE ASSOCIATION RELIE UNE SEULE OCCURRENCE DE CHACUNE DES ENTITES PARTICIPANT A L'ASSOCIATION.**

S'il peut exister plusieurs associations pour des occurrences des mêmes entités, cela signifie qu'il manque l'intervention d'une autre entité.

Exemples :

- Le professeur 1 enseigne la matière ANGL
- Le Professeur 2 enseigné la matière ANGL
- Le professeur 3 enseigne la matière MATH
- La matière ANGL est enseignée par le prof 1 et est enseignée par le prof 2
- La matière MATH est enseignée par le prof 3

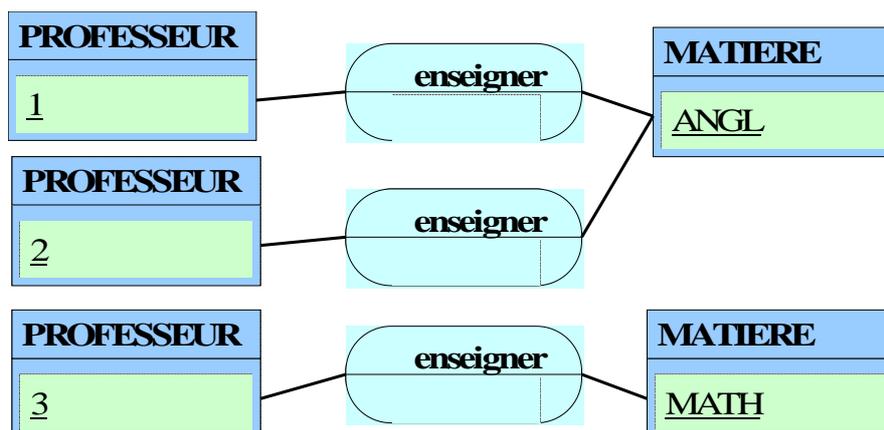


Figure 2 : 3 occurrences de l'association "enseigner"

Exemples :

- L'étudiant 1 est noté 12 en ANGL, et est noté 9 en MATH
- L'étudiant 2 est noté 15 en ANGL et est noté 16 en MATH
- L'étudiant 3 est noté 8 en ANGL

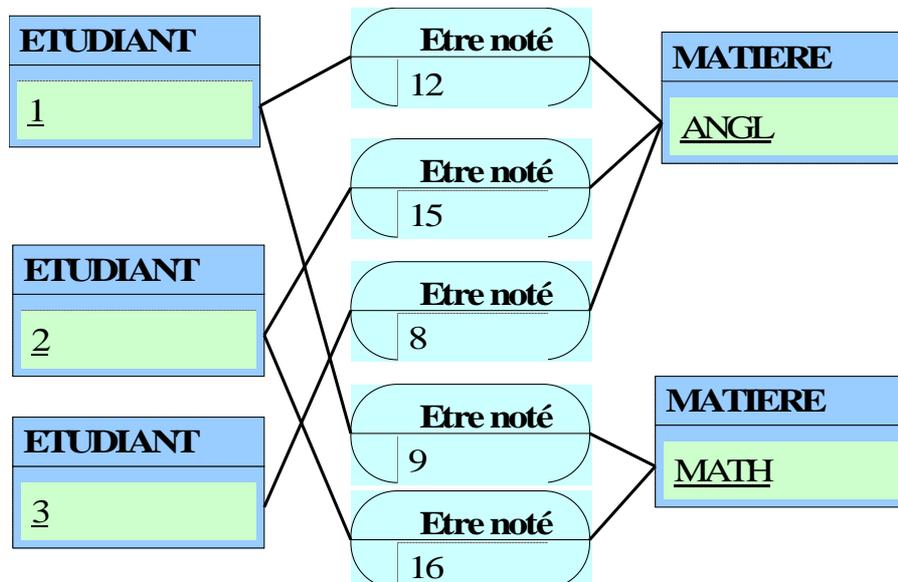


Figure 3 : 5 occurrences de l'association "etre noté"

C. Identifiant d'une association

L'IDENTIFIANT d'une association est l'ensemble des propriétés QUI PERMET D'IDENTIFIER DE MANIERE UNIQUE UNE OCCURRENCE de l'association PARMIS TOUTES LES OCCURRENCES de l'association.

L'IDENTIFIANT D'UNE ASSOCIATION est constitué par LES IDENTIFIANTS DES ENTITES QUI PARTICIPENT A CETTE ASSOCIATION.

Il n'existe pas deux occurrences d'une association où l'ensemble des identifiants aient la même valeur.
L'identifiant d'une association est implicite (et non pas déclaré explicitement)

D. Propriétés d'une association

Une ASSOCIATION peut être PORTEUSE DE PROPRIETES : dans ce cas, la valeur de la PROPRIETE DOIT ETRE EN DEPENDANCE FONCTIONNELLE DES IDENTIFIANTS DE TOUTES LES ENTITES qui participent à l'association (et PAS SEULEMENT D'UNE DES ENTITES).

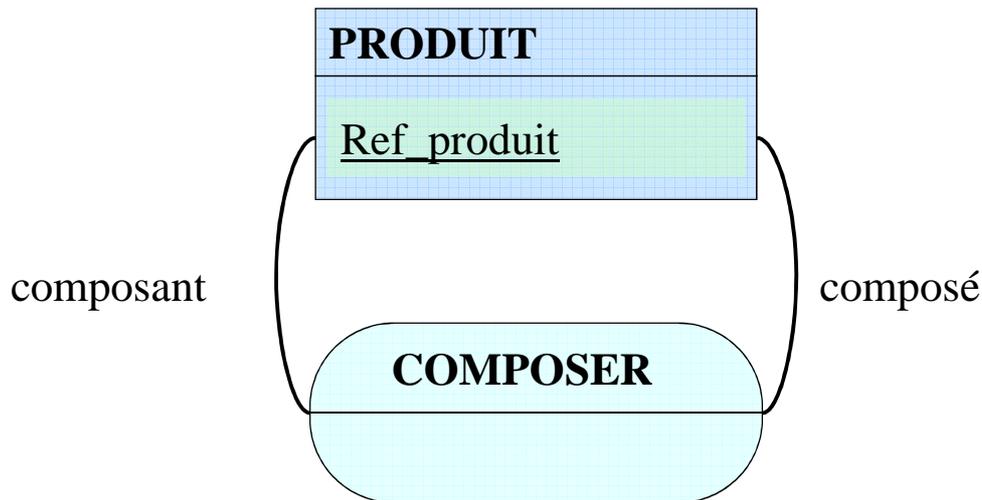
Une association à la cardinalité 1,1 – 1,n ne sera pas porteuse de propriété, les propriétés dépendant uniquement de la valeur de l'identifiant de l'entité côté 1,1.

SI ce type d'association est porteuse de propriétés, il doit s'agir alors d'une cardinalité 0,1 – 1,n (la propriété n'est disponible que dans le cas où l'association existe).

E. Rôles

Les rôles sont une information textuelle associée à une patte d'une association qui précise le rôle qu'une entité joue dans sa participation à l'association.

Les rôles sont souvent utilisés dans les associations réflexives.



Par exemple ici, un PRODUIT participe à l'association COMPOSER en tant que « composant » ou « composé ».

V. Cardinalités d'une association

A. Définition

La **CARDINALITE** traduit les **NOMBRES MINIMUM ET MAXIMUM D'OCCURENCES D'ASSOCIATION AUXQUELLES PARTICIPE UNE OCCURRENCE D'UNE L'ENTITE**.

C'est-à-dire le nombre de fois (minimal et maximal) qu'une occurrence d'une entité peut participer à une association.

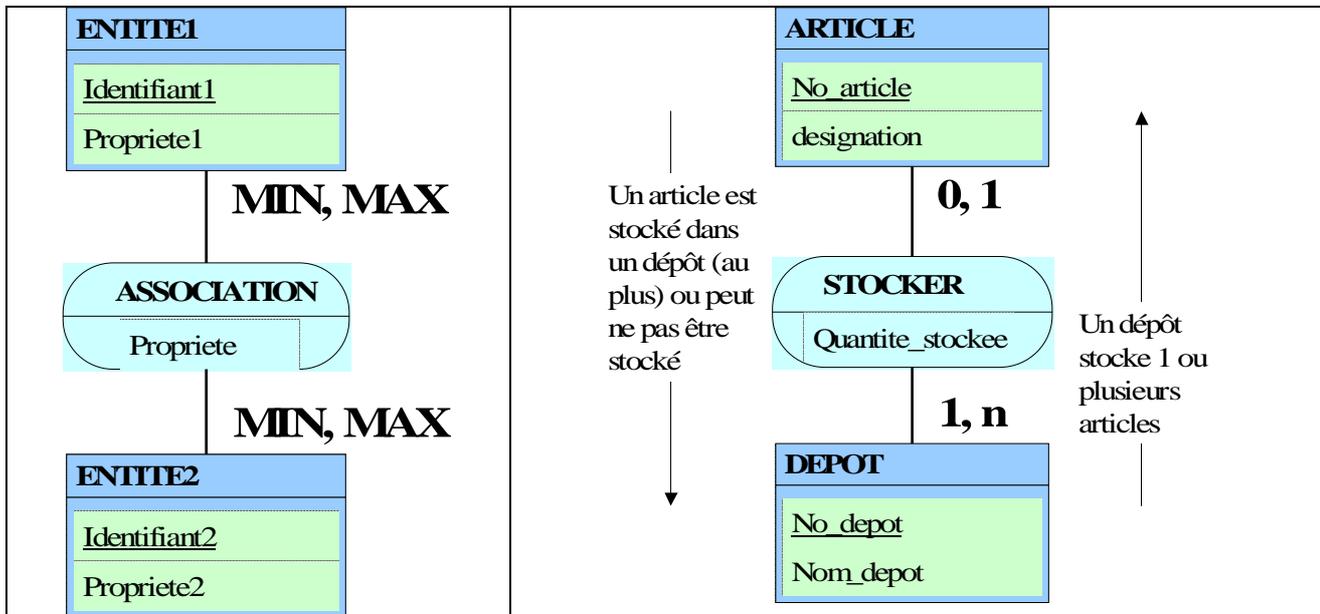
Les cardinalités sont révélées dans l'expression des règles de gestion : celles-ci doivent, pour être tout à fait complète, le nombre minimal et maximal de fois qu'une entité participe à une association.

Les **CARDINALITES** sont notées :

- **0,1** : pour une occurrence de l'entité, on pourra trouver 0 ou bien 1 occurrence de l'association (traduit une **dépendance fonctionnelle faible**)
- **1,1** : pour une occurrence de l'entité, on pourra trouver 1 et 1 seule occurrence de l'association (traduit une **dépendance fonctionnelle forte, stable** si elle ne peut être mise à jour, **instable** dans le cas contraire)
- **0,N** : pour une occurrence de l'entité, on pourra trouver de 0 à N (plusieurs) occurrences de l'association
- **1,N** : pour une occurrence de l'entité, on pourra trouver de 1 à N (plusieurs) occurrences de l'association ou bien être plus précises :
- **M,N** : pour une occurrence de l'entité, on pourra trouver de M à N occurrences de l'association

B. Représentation

Formalisme de représentation	Exemple
------------------------------	---------



C. Cardinalités et règles de gestion

Les **CARDINALITES DECRIVENT** les informations provenant des **REGLES DE GESTION APPLIQUEES AUX ENTITES** et **ASSOCIATION**.

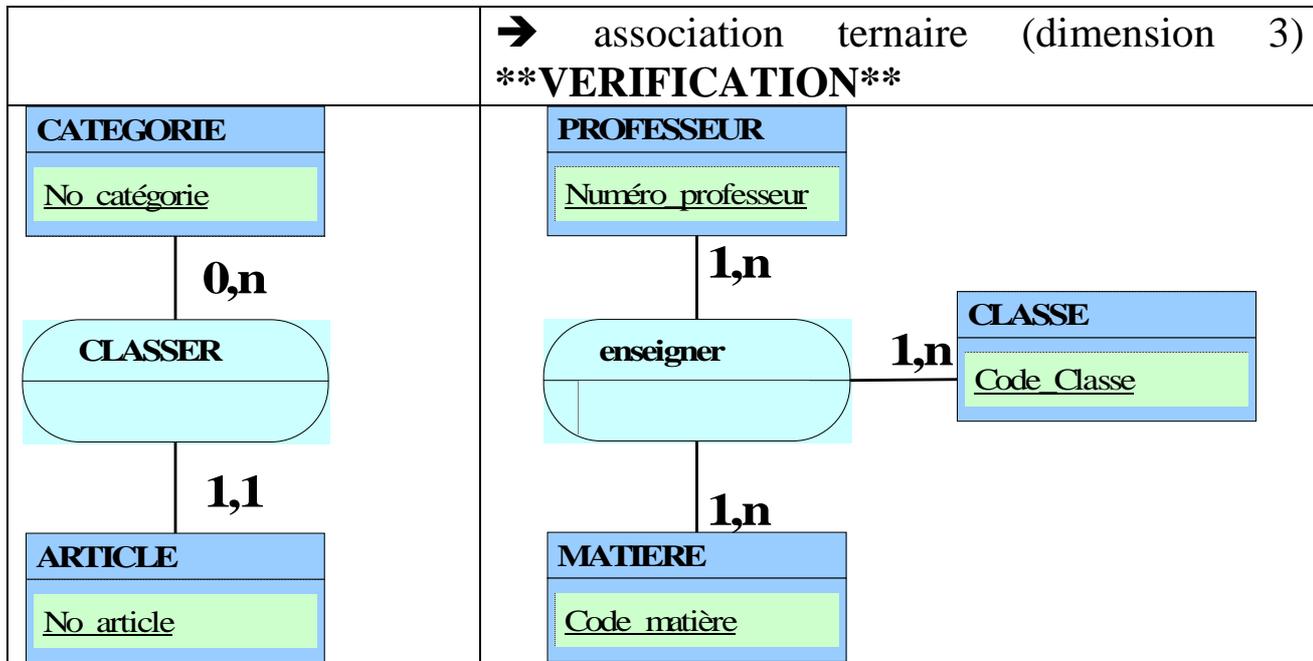
Elles définissent les contraintes associées à l'existence des associations en fonction des entités auxquelles elles sont liées

	Règles de gestion	Règles de gestion	Règles de gestion
	<p>Un article peut exister sans être stocké</p> <p>Un même article peut être stocké dans plusieurs dépôts</p> <p>→ ARTICLE – 0,n - STOCKER</p> <p>Un dépôt stocke au moins 1 article</p> <p>→ DEPOT – 1,n - STOCKER</p>	<p>Un article est stocké dans 1 et 1 seul dépôt</p> <p>Un même article peut être stocké dans plusieurs dépôts</p> <p>→ ARTICLE – 1,1 STOCKER</p> <p>Un dépôt ne stocke qu' 1 article</p> <p>→ DEPOT – 0,1 - STOCKER</p>	<p>Un article peut exister sans être stocké</p> <p>Un article peut n'est stocké que dans 1 seul Dépôt</p> <p>→ ARTICLE – 0,1 – STOCKER</p> <p>Un dépôt peut ne stocker aucun article, mais peut en stocker plusieurs</p> <p>→ DEPOT – 0,n - STOCKER</p>

D. Associations binaires, n-aires : dimensions d'une association

La **DIMENSION D'UNE ASSOCIATION** CORRESPOND AU **NOMBRE D'ENTITES** QUI PARTICIPENT A CETTE ASSOCIATION.

Association binaire (dimension 2)	Association n-aire (met en jeu plusieurs entités, ici 3)
-----------------------------------	--



Une **ASSOCIATION BINAIRE** relie 2 ENTITES : on parle d'**ASSOCIATION BINAIRE FONCTIONNELLE** lorsque l'une des cardinalités maximale est 1 (on dit association fonctionnelle ou dépendance fonctionnelle ou DF) — sinon on parle d'association non fonctionnelle.

Une **ASSOCIATION N-AIRE** relie N ENTITES (plus de 2 entités)

****VERIFICATION DES ASSOCIATION N-AIRES****

Pour valider la dimension d'une association (pour l'exemple de l'association ternaire ci-dessus), il est indispensable de vérifier les 3 affirmations qui suivent :

- Pour un numéro professeur et un code classe, on aura (ou on pourra avoir) plusieurs code matière : numero_professeur, code_classe → N code_matière
- Pour un code classe et un code matière, on aura (ou on pourra avoir) plusieurs numéro professeur : code_classe, code_matiere → N numero_professeur
- Pour un code matière et un numéro de professeur, on aura (ou on pourra avoir) plusieurs codes classe. : code_matiere, numero_professeur → N code_class

E. Les types d'association

1. CIF, Contrainte d'Intégrité Fonctionnelle – un lien permanent

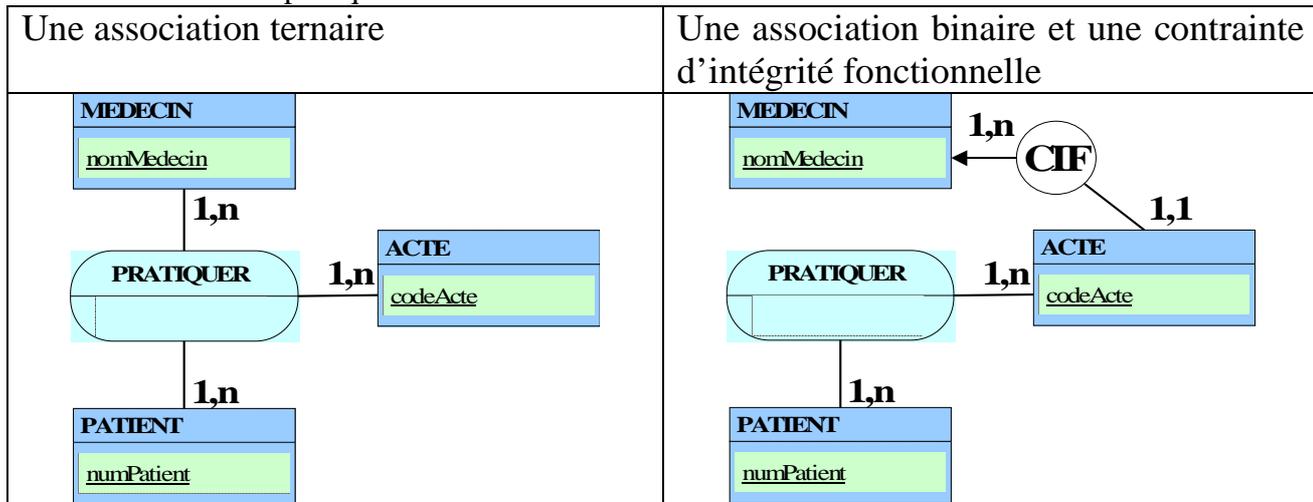
Une **CONTRAINTÉ D'INTEGRITÉ FONCTIONNELLE, CIF**, est un cas particulier d'association binaire ($1,1 - 1,n$ ou $1,1 - 0,n$), dite **ASSOCIATION HIERARCHIQUE**, non porteuse de données, qui exprime que la connaissance d'une occurrence de L'UNE DES ENTITES PARTICIPANT A L'ASSOCIATION (côté 1,n) EST TOTALEMENT DETERMINEE PAR LA CONNAISSANCE de l'occurrence D'UNE AUTRE ENTITE (côté 1,1)

La CIF traduit une association forte (*type de lien parent-enfant*) : C'est une contrainte que l'on s'impose au niveau de la gestion (issue d'une règle de gestion) et qui permet parfois de simplifier les relations n-aires. Elle peut traduire un lien PERMANENT qui ne peut être rompu que par la suppression d'une occurrence de l'entité côté 1,1 (cas d'une entité faible, par exemple).

Exemple :

- Règle 1 : « Un acte médical est pratiqué par un médecin sur un patient »
 - 3 entités, une association ternaire « pratiquer »

- Règle 2 : « Un acte est toujours pratiqué par un et un seul médecin »,
 - l'entité médecin n'est plus liée à l'association « pratiquer », mais est lié à « acte » par une dépendance fonctionnelle forte : la connaissance d'un acte détermine le nom du médecin qui va le pratiquer.



2. CIM, Contrainte d'Intégrité Multiple

Une **CIM** est un type d'association **n-aires**, **NON HIERARCHIQUE**, dont toutes les cardinalités maximales sont à **n**. Elle peut être porteuse d'attributs.

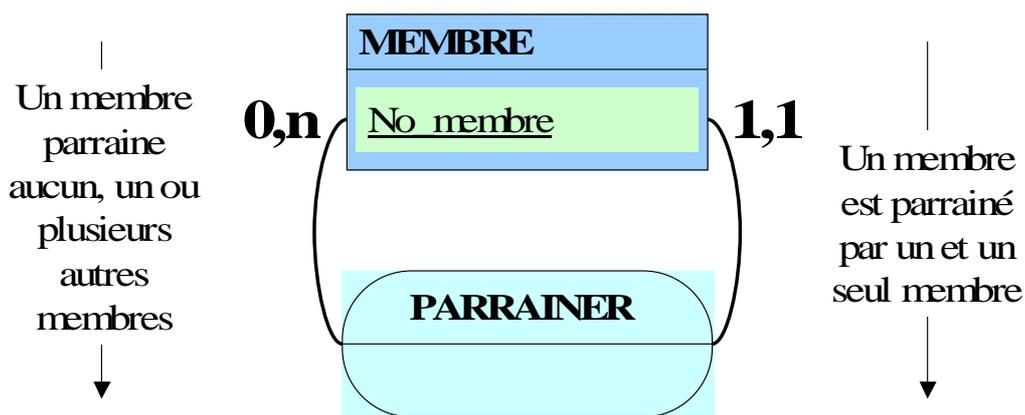
C'est la connaissance des identifiants des entités qui participent à l'association qui va déterminer l'identifiant de l'association.

DF, dépen

VI. Association réflexives

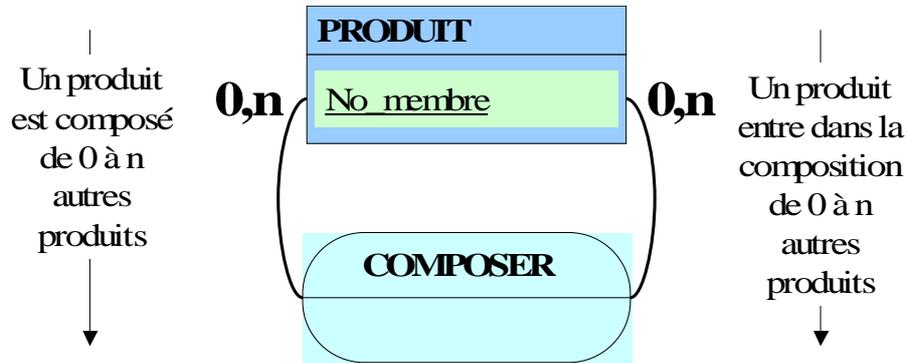
A. Définition

Une **ASSOCIATION REFLEXIVE** relie **UNE ENTITE A ELLE-MEME**.



Cet exemple traduit les règles de gestion suivantes :

- « un membre peut ne parrainer aucun autre membre, ou en parrainer 1 ou plusieurs » _ MEMBRE – 0,N – PARRAINER
- « un membre est forcément parrainé par un autre membre (et un seul) _ MEMBRE – 1,1 – PARRAINER



Cet exemple traduit les règles de gestion suivantes :

- « un produit peut être composé d'aucun autre produit, ou être composé de 1 ou plusieurs autres produits » : PRODUIT – 0,n – COMPOSER
- « un produit peut entrer dans la composition d'aucun autre produit, ou entrer dans la composition de 1 ou plusieurs autres produits » : PRODUIT – 0,n – COMPOSER

VII. UNE DEMARCHE POUR CONSTRUIRE LE MCD

A. ELABORER LE DICTIONNAIRE DES DONNEES

1. Collecter les données
2. Classer les données alphabétiquement
3. Epurer les polysémies, synonymes et redondances, chaque donnée doit élémentaire et non décomposable

→ DICTIONNAIRE DES DONNEES

Il s'agit, dans cette première phase d'extraire, à partir des documents fournis, toutes les données manipulées. Pour chaque donnée, on établit une fiche qui va permettre d'établir le dictionnaire des données. Cette fiche comprend les informations suivantes :

- nom de la donnée : c'est le nom utilisé habituellement dans l'organisation
- nom symbolique attribué
- définition
- la donnée est-elle un identifiant ?
- structure : alphabétique, numérique, alphanumérique, logique, date, avec indication de la taille nécessaire
- type : donnée calculée, donnée élémentaire, élaboré par juxtaposition de plusieurs données (numéro de sécurité sociale)
- quantification : estimation du nombre de valeurs différentes, ou intervalle de valeurs, que cette donnée est susceptible de prendre
- exemples de valeurs : pour illustrer
- commentaires : règles de calcul, référence à d'autres données similaires, contrôle effectué sur cette donnée

A partir de ces données, une première liste alphabétique brute sera établie.

Cette liste est épurée des synonymes et polysémies, et donne la liste épurée des données.

Une numérotation permettra une utilisation plus simple des données dans la matrice des Dépendances fonctionnelles.

Exemple de Dictionnaire de données (extrait)

num.	Nom de la donnée (propriété)	Nom symbolique (code mnémonique)	Identifiant	Structure de la donnée (nature et longueur)	Commentaires
001	Numéro de l'étudiant	numEtudiant	oui	Nombre de 1 à 2000	provient d'un compteur
002	Prenom de l'étudiant	prenomEtudiant		20 caractères	
003	Nom de l'étudiant	nomEtudiant		20 caractères	
004	code de la classe	codeClasse	oui	4 caractères	
005	nom du professeur principal	nomProfPrin		20 caractères	

Le nombre de colonnes peut varier en fonction des besoins et de la nécessité de précision

Le dictionnaire de données final ne doit pas comporter 2 propriétés identiques portant des noms différents.

Le dictionnaire de données peut être complété par un tableau des règles de calculs, par exemple :

Propriété calculée	Règle de calcul	Propriétés utilisées
Prix TTC du produit	Prix HT du produit * (1+Taux TVA)	Prix HT du produit Taux TVA
Montant stock de produit	Prix HT du produit * Qte en stock	Prix HT du produit Qte en stock

B. DEGAGER LES ENTITES NATURELLES

4. Construire la matrice des Dépendances Fonctionnelles

4.bis Elaborer la Structure d'Accès Théorique (SAT ou DDF)

5. Dégager les entités naturelles (possédant un identifiant)

6. Rattacher à ces entités leurs propriétés (en dépendance fonctionnelle de l'identifiant)

1. Matrice des dépendances fonctionnelles

La matrice des **Dépendances Fonctionnelles** est un outil qui va permettre la mise en évidence des liens existant entre certaines données.

On crée une matrice comportant autant de lignes et de colonnes que de nombre de données à analyser.

Pour chaque donnée, on se demande si une valeur précise de la donnée source détermine une et une seule valeur d'une donnée cible : si oui, on place 1 dans la case à l'intersection de la données source et de la donnée cible.

On simplifie ensuite la matrice en ne conservant que les colonnes utiles.

Enfin on effectue le total de chaque ligne et on analyse le résultat :

- Si le total est 0 :
 - la donnée est source d'une dépendance fonctionnelle, c'est normal
 - Sinon : la donnée dépend de plusieurs propriétés (une note dépendra d'un numéro d'étudiant et d'un code matière, par exemple)
 - Sinon : c'est une données isolée dont il faut vérifier l'utilité ;
- Si le total est 1 :
 - La donnée est cible d'une DF, c'est normal

- Si le total est supérieur à 1, la donnée est en DF de plusieurs identifiants : la redondance de la donnée est à proscrire, il faut choisir l'un des identifiants.

source → cible	001- numEtudiant	002- prenomEtudiant	003- nomEtudiant	004- codeClasse	005- nomProfPrin	total
001- numEtudiant	*					0
002- prenomEtudiant	1	*				1
003- nomEtudiant	1		*			1
004- codeClasse				*		0
005- nomProfPrin				1	*	1

Exemple :

- Une valeur unique de la colonne source 001-etudiant permet la détermination d'une seule valeur pour des données cibles 002-prenomEtudiant et 003-nomEtudiant.

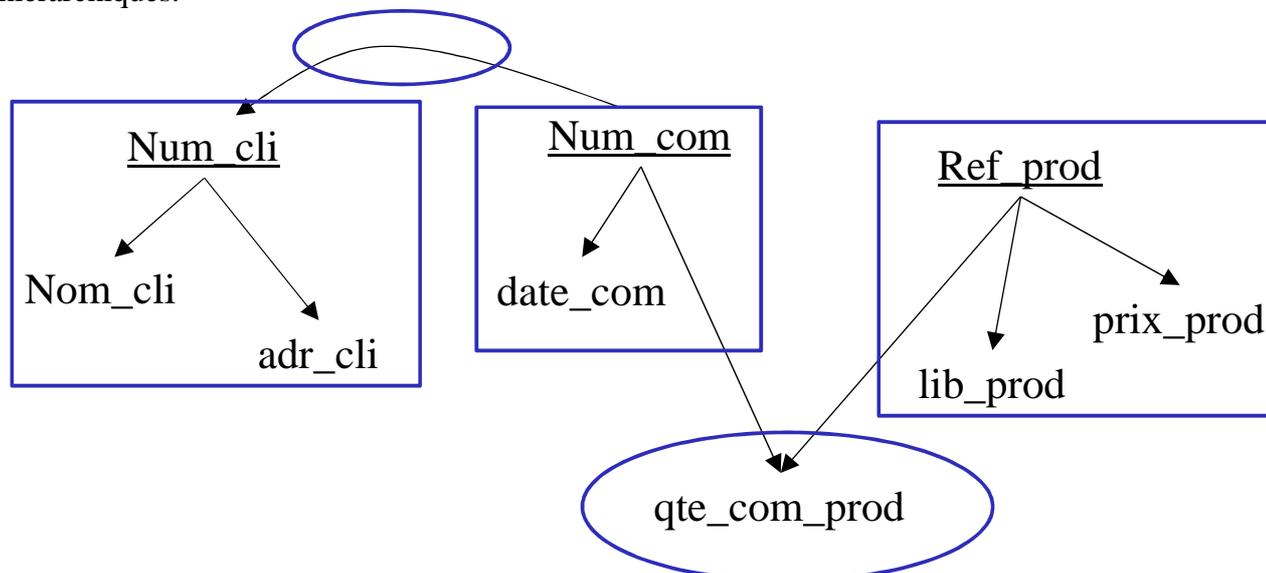
L'analyse de la matrice permet de définir les entités et ses propriétés: une donnée source élémentaire pour l'identifiant et des données cibles en relation :

Entité	Propriétés
ETUDIANT	<u>numEtudiant</u> nomEtudiant prenomEtudiant
CLASSE	<u>codeClasse</u> nomProfPrin

2. Graphe des dépendances fonctionnelles

La représentation des dépendances fonctionnelles sous forme d'un graphe (**Structure d'Accès Théorique** ou **Graphe des Dépendances Fonctionnelles**) prépare la production du MCD. Sur ce graphe, toutes les dépendances doivent partir d'identifiants vers les propriétés déterminées par ceux-ci.

Chaque identifiant est ensuite souligné, puis toutes les propriétés qui dépendent directement d'un identifiant forment un ensemble de propriétés qui devient une entité : on attribue un nom aux entités (il provient du vocabulaire de l'organisation). Les dépendances élémentaires entre identifiants forment des associations binaires hiérarchiques. Les propriétés qui dépendent de plusieurs identifiants forment des associations non hiérarchiques.



C. DETERMINER LES ASSOCIATION

7. énoncer les règles de gestion
8. placer les relations (porteuses ou non de propriétés)
9. étudier les cardinalités de chaque couple entité association

Exemple de règles de gestion :

- « un étudiant appartient à une et une seule classe »
- « une classe comporte de 1 à n étudiants »

Association	Entités participantes	propriétés
APPARTENIR	ETUDIANT 1,1 CLASSE : 1,N	
NOTER	ETUDIANT : 1,N INTERRO : 1 ;N	note

D. SIMPLIFIER LE MODELE

10. simplifier le modèle à l'aide des Contraintes d'Intégrité Fonctionnelles (CIF)

E. REPRESENTER LE MCD

11. MCD

VIII. Les règles de vérification du MCD

A. Règles relatives aux entités

Règle 1 : CHAQUE ENTITE DOIT POSSEDER UN IDENTIFIANT

Règle 2 : TOUTES LES PROPRIETES D'UNE ENTITE DOIVENT ETRE EN DEPENDANCE FONCTIONNELLE COMPLETE ET DIRECTE DE L'IDENTIFIANT

Rappel :

- Dépendance fonctionnelle : une propriété B est dite en dépendance fonctionnelle d'une propriété A si pour toute valeur de A, il existe une et une seule valeur de B
- Dépendance complète : la dépendance fonctionnelle doit être de tout l'identifiant (toutes les propriétés qui le composent)
- Dépendance directe : chaque propriété doit dépendre directement de l'identifiant, et non pas par l'intermédiaire d'autres propriétés (par transitivité).

B. Règle relative aux associations

Règle 3 : TOUTES LES PROPRIETES D'UNE ASSOCIATION DOIVENT DEPENDRE COMPLETEMENT DES IDENTIFIANTS DES ENTITES PARTICIPANT A L'ASSOCIATION

C. Règles générales relatives au MCD

Règle 4 : UNE PROPRIETE NE PEUT APPARAITRE QU'UNE SEULE FOIS DANS UN MCD.

Règle 6 : LES PROPRIETES DOIVENT ETRE STABLES (leur valeur ne pas dépendre du temps : au lieu de l'âge, on conservera plutôt la date de naissance)

Règle 5 : LES PROPRIETES RESULTANT D'UN CALCUL NE DOIVENT PAS APPARAITRE (sauf si elles sont indispensables à la compréhension)

IX. Identifiant relatif – Entité forte et Entité faible

Certaines entités ont une existence propre dans l'organisation, mais ne possèdent pas d'identifiant propre. Les lignes d'une commande, les salles d'un bâtiment, les chambres d'un hôtel, etc. en sont des exemples si leurs identifiants dépendent des identifiants des entités « mères » : le numéro de commande pour une ligne de commande, le numéro de bâtiment pour une salle, le numéro d'hôtel pour une chambre.

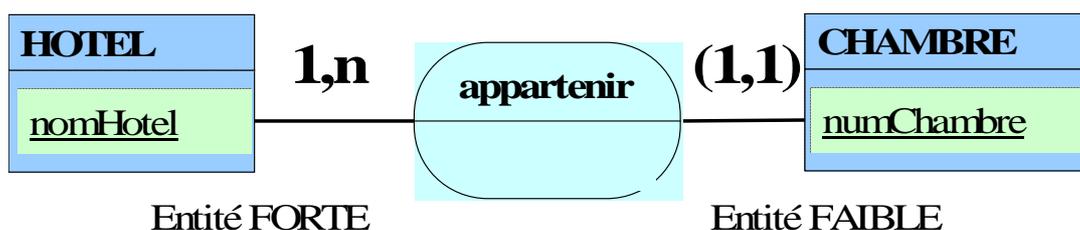
Une ENTITE QUI NE PEUT ETRE IDENTIFIEE PAR SES SEULS ATTRIBUTS PROPRES est appelée ENTITE FAIBLE

L'IDENTIFIANT RELATIF (*cardinalité 1,1 entre parenthèses, ou R à droite de l'identifiant*) précise que l'IDENTIFIANT D'UNE ENTITE VA INTEGRER L'IDENTIFIANT D'UNE AUTRE ENTITE à travers un lien d'ASSOCIATION.

Dans cette association :

- L'ENTITE FORTE est CELLE QUI « PRÊTE » son IDENTIFIANT
- L'ENTITE FAIBLE (ou entité dépendante) est celle qui va intégrer l'identifiant de l'entité forte

Cette notion est généralement matérialisée par les parenthèses entourant la cardinalité 1,1 (ou bien en indiquant un (R) à côté de l'identifiant de l'entité faible) ; on ne duplique pas l'identifiant de l'entité mère:



X. Contrainte d'Intégrité Fonctionnelle (CIF)

La contrainte d'intégrité fonctionnelle indique que la connaissance d'une occurrence d'une entité permet de connaître une et une seule occurrence d'une autre entité qui lui est associée.

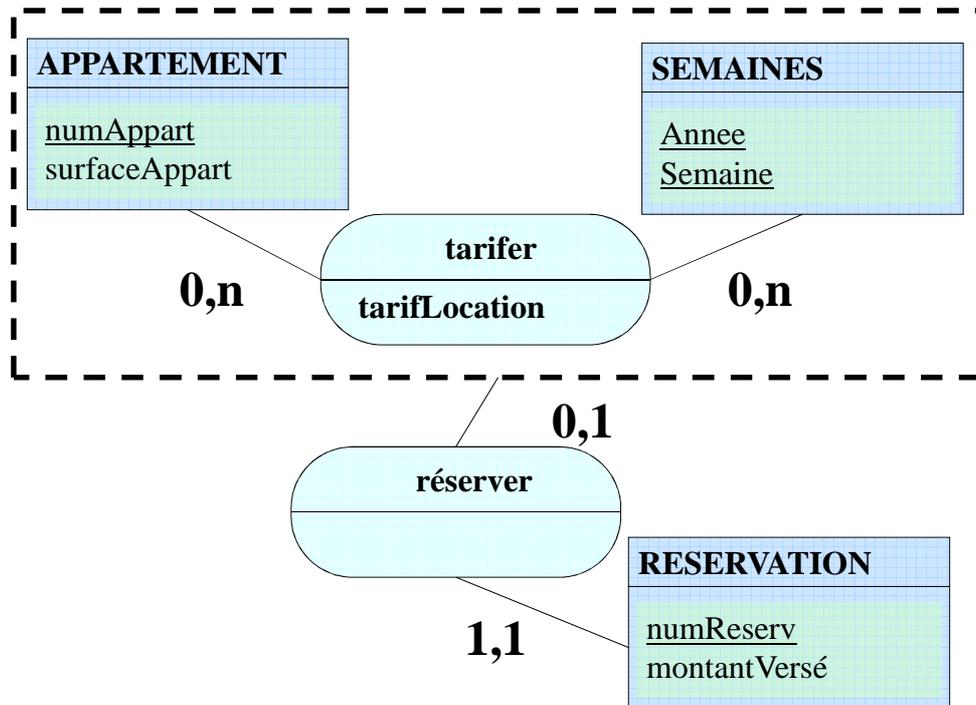
Cela correspond au cas des associations binaires hiérarchiques aux cardinalités 1,1 – 1,N.

N'Apportant aucune information dans ce cas, elles ne sont pas représentées.

Par exemple :



Mais dans les cas d'association ternaires, cette information peut être importante.



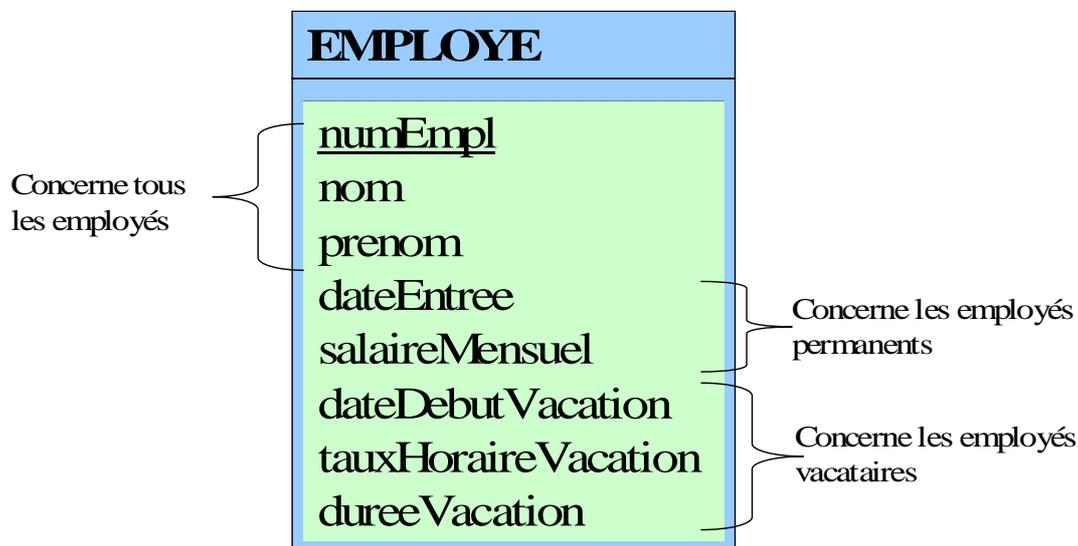
XI. Extensions : généralisation / spécialisation, sous-types

ou lien Père-Fils

A. GENERALISATION / SPECIALISATION

Exemple :

L'analyse conceptuelle nous permet de représenter une entité EMPLOYE :



Une étude plus approfondie nous permet de remarque qu'il n'y a pas qu'un type d'employés mais 2 : les employés permanents mensualisés et les employés vacataires, pour lesquels une bonne partie des informations est différente (il nous faut donc modifier le dictionnaire et définir de nouvelles propriétés pour le numero, nom et prenom) ; les entites résultant sont les suivantes :

L'employé mensualisé, permanent	L'employé vacataire
EMPLOYE_MENS <u>numEmplMens</u> nomEmplMens prenomEmplMens dateEntree salaireMensuel	EMPLOYE_VAC <u>numEmplVac</u> nomEmplVac prenomEmplVac dateDebutVacation tauxHoraireVacation dureeVacation

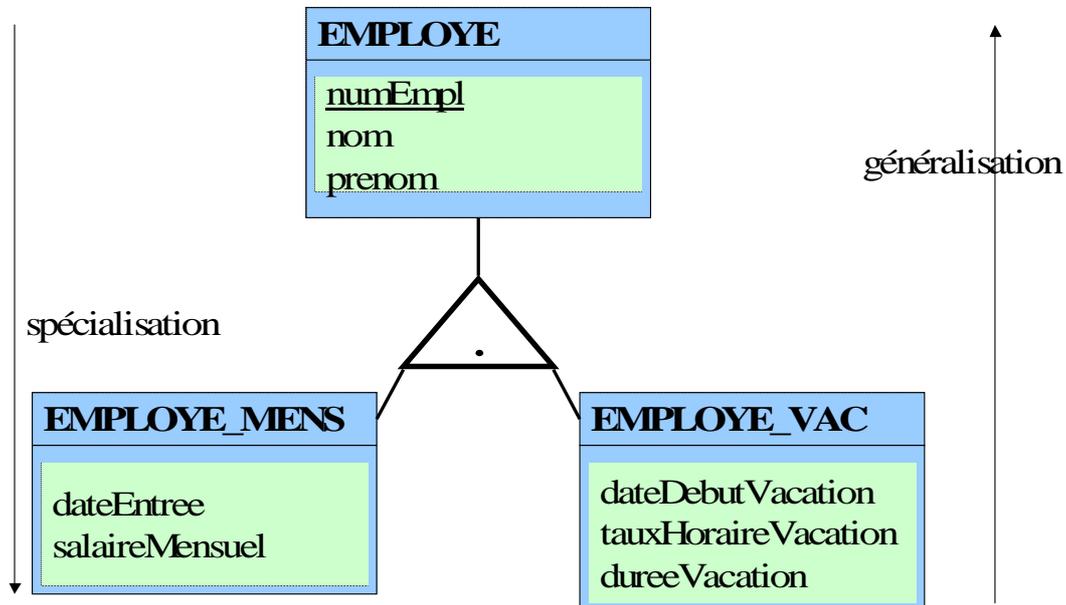
Cependant nous avons du enrichir le dictionnaire de nouvelles propriétés qui sont redondantes : des extensions au modèle entité association introduisent les notions de généralisation / spécialisation.

La **GENERALISATION** est une opération visant à **REUNIR** sous une entité unique plusieurs **ENTITES AYANT DES CARACTERES COMMUNS**.

La **SPECIALISATION** est une opération visant à **DIFFERENCIER** plusieurs entités **EN FONCTION DE LEURS CARACTERES SPECIFIQUES**.

On parle de **SOUS-TYPE** pour les **ENTITES SPECIALISEES**.

Le schéma résultant est le suivant :



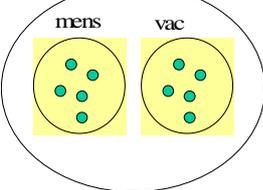
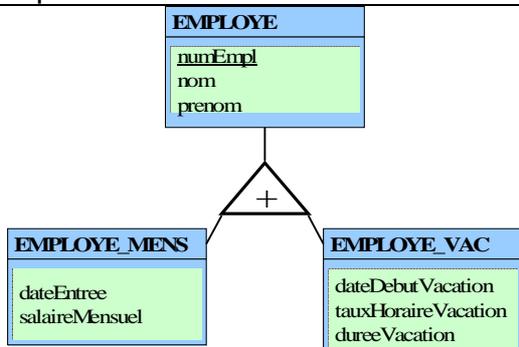
Un sous-type hérite des propriétés de son « entité mère ».

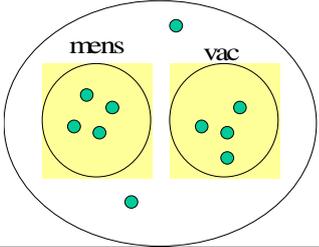
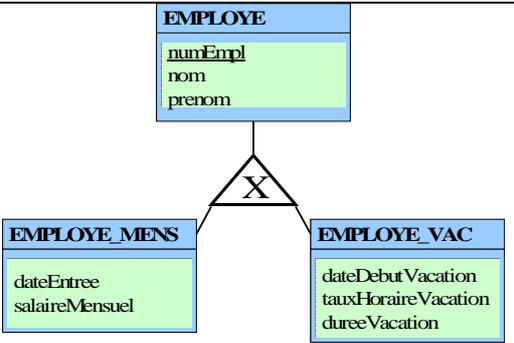
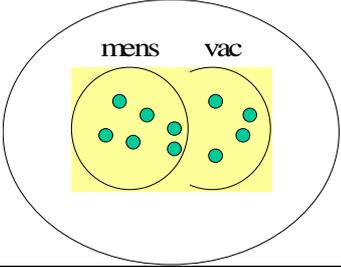
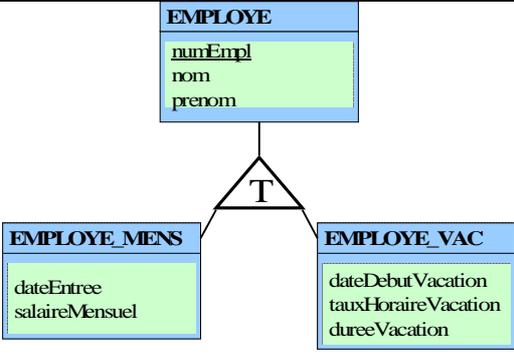
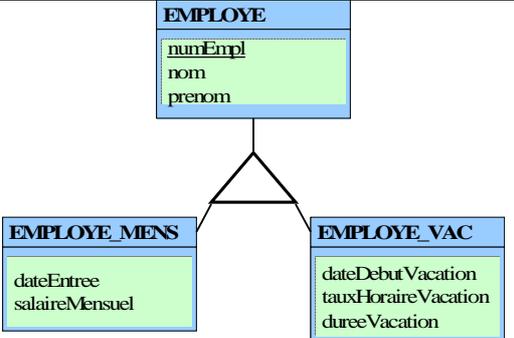
La spécialisation est mise en œuvre lors de la présence :

- de propriétés spécifiques à certaines occurrences et pas d'autres
- ou d'associations en lien avec certaines occurrences et pas d'autres.

B. Contraintes sur les sous-types d'objets

L'indication de contraintes sur les sous-types permet de préciser les occurrences les types d'occurrences présentes pour une occurrence de l'entité généralisée

Type de contrainte	représentation	signification
Partition : + (ou XT) Disjonction et couverture 		Un employé est soit un employé mensuel soit un employé vacataire

<p>Exclusion : X Disjonction et non couverture</p> 		<p>Un employé est soit un employé mensuel soit un employé vacataire, soit un autre type d'employé pour lequel aucun sous-type n'est nécessaire.</p>
<p>Totalité : T Pas de disjonction et couverture</p> 		<p>Un employé est soit un employé mensuel soit un employé vacataire, ou bien les 2 en même temps</p>
<p>Aucune contrainte</p>		<p>Un employé peut être dans n'importe lequel des cas précédents</p>

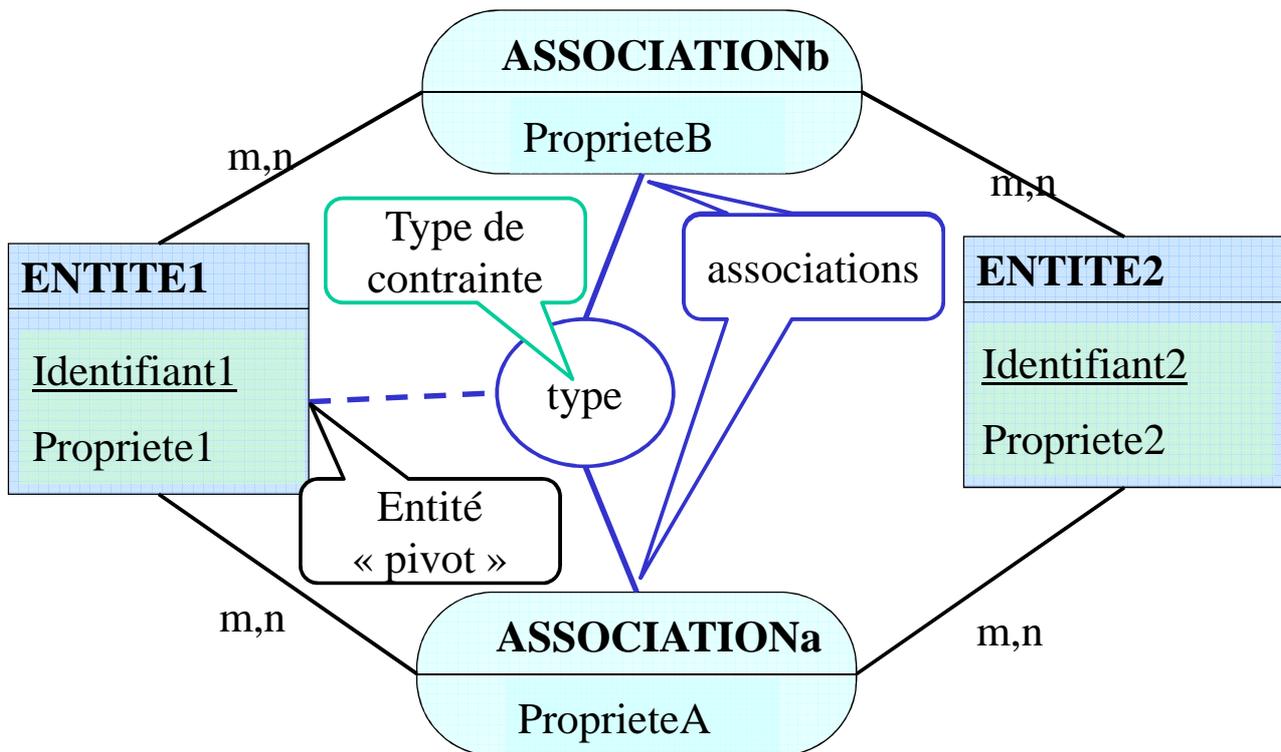
XII. Extensions : contraintes sur les associations

Les types de contraintes d'intégrité relatives aux associations sont les suivants :

- Contrainte de partition
- Contrainte de totalité
- Contrainte d'exclusion
- Contrainte d'égalité (ou simultanéité)
- Contrainte d'inclusion.

Pour chaque contrainte, il est nécessaire de préciser

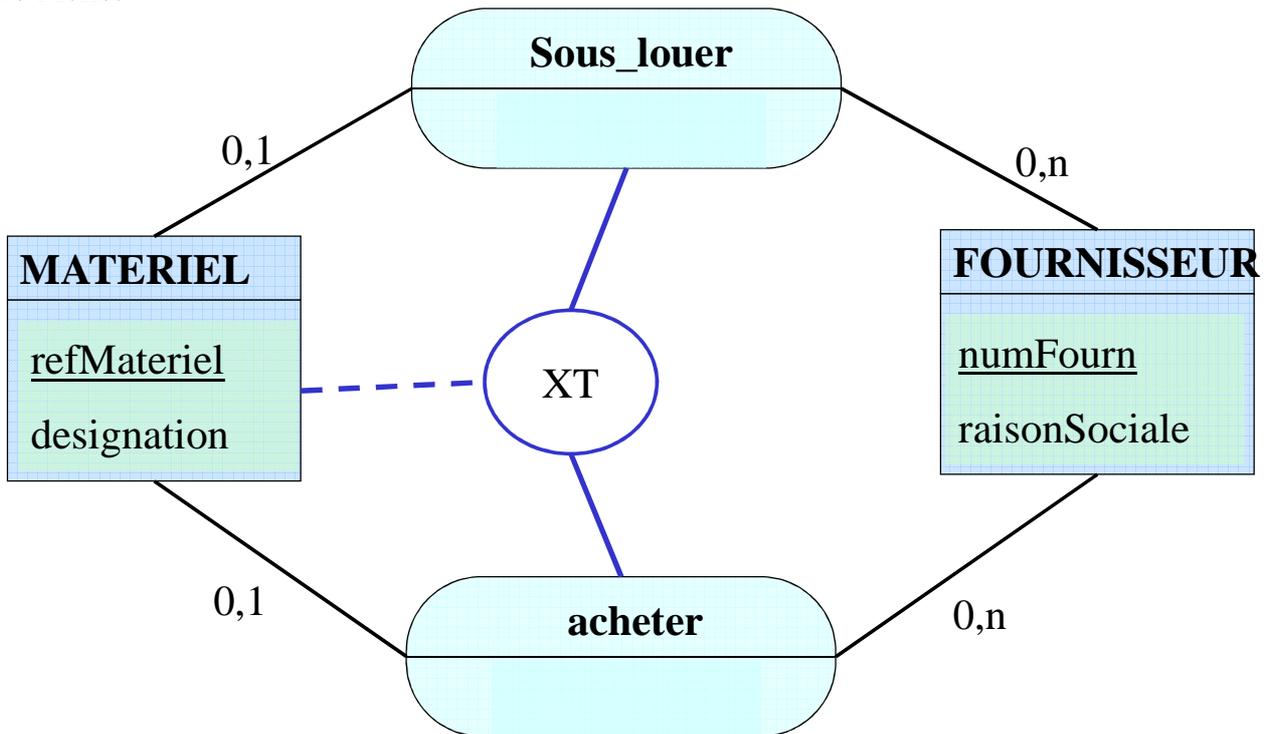
- Son type
- L'entité concernée par la contrainte (on l'appelle pivot)
- Les 2 associations liées par la contrainte



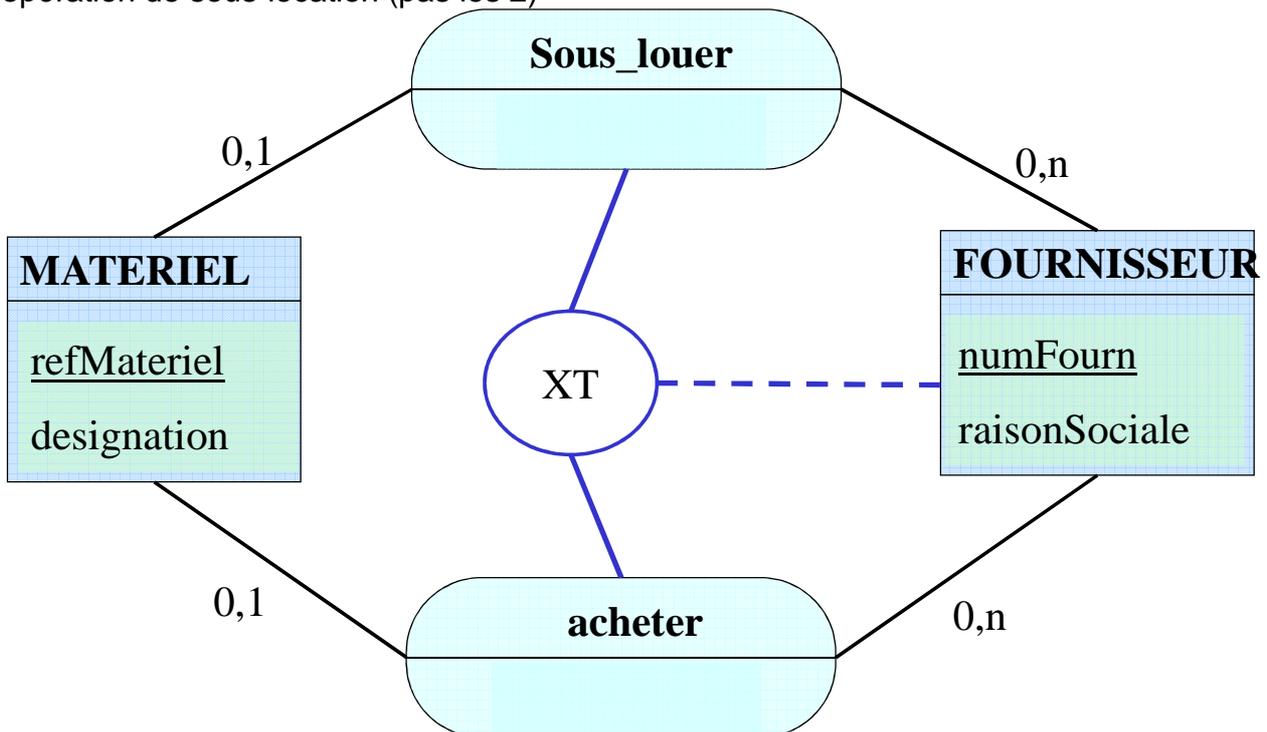
A. Contrainte de partition (+ ou XT)

Définition : toute occurrence de l'entité pivot participe à l'une ou l'autre des associations mais pas aux 2

Exemple : un matériel utilisé par l'organisation est soit loué, soit acheté (pas les 2)



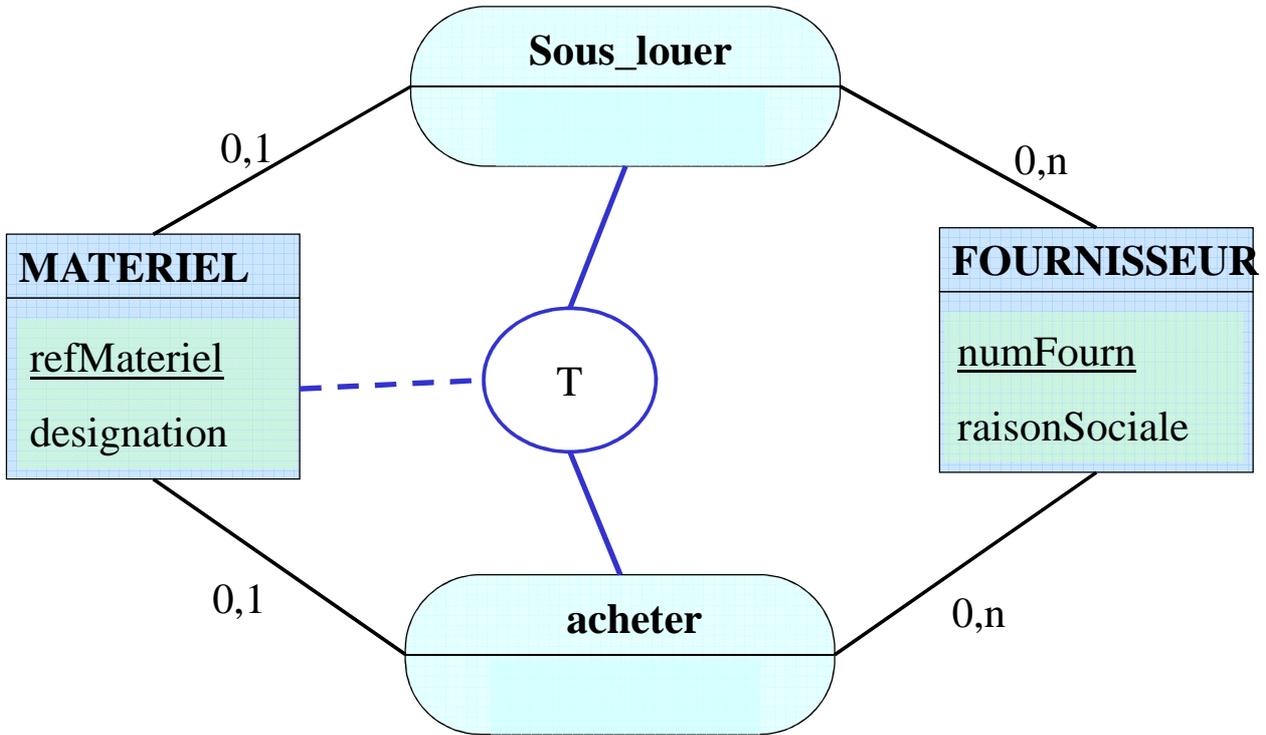
Exemple : un fournisseur de matériel peut soit être impliqué dans un achat (acheter) soit dans une opération de sous-location (pas les 2)



B. Contrainte de totalité (T)

Définition : toute occurrence de l'entité pivot participe à l'une ou l'autre des associations ou bien encore aux 2.

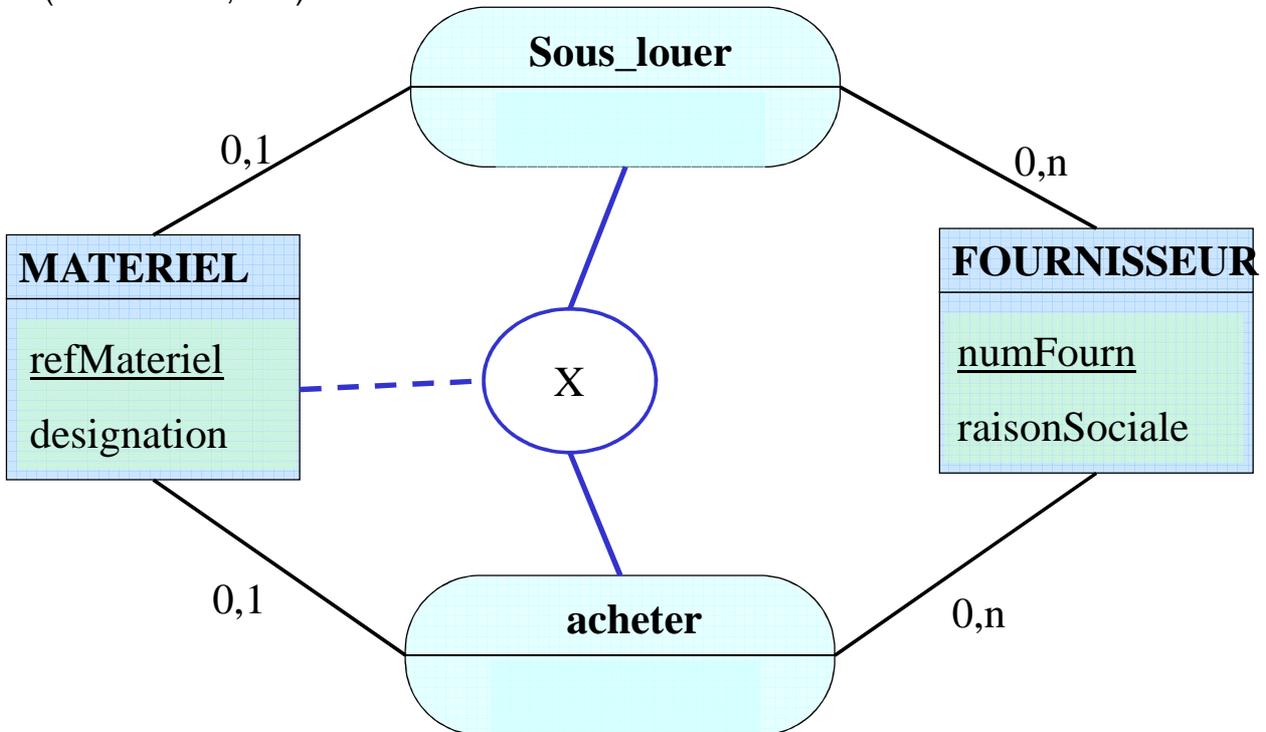
Exemple : un matériel utilisé par l'organisation est soit loué, soit acheté, ou bien loué et acheté.



C. Contrainte d'exclusion (X)

Définition : toute occurrence de l'entité pivot participe à l'une ou l'autre des associations ou bien à aucune des 2 (pas les 2 à la fois)

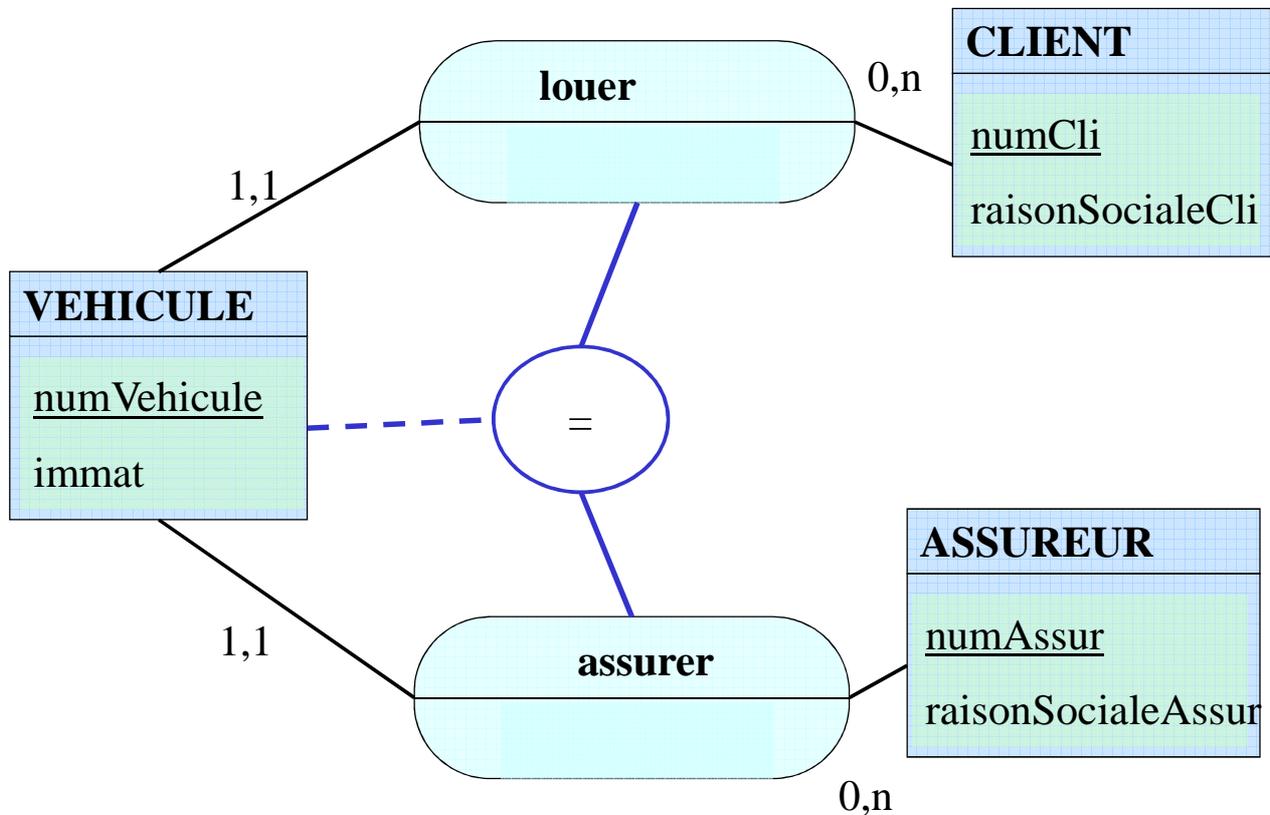
Exemple : un matériel utilisé par l'organisation est soit loué, soit acheté, ou bien a une autre origine (subventions, etc.)



D. Contrainte d'égalité ou de simultanété (= ou S)

Définition : toute occurrence de l'entité pivot qui participe à l'une des associations participe simultanément à l'autre association (et inversement).

Exemple : un organisme assure une location longue durée de véhicules. Un véhicule loué est aussi assuré.



E. Contrainte d'inclusion (I)

Définition : toute occurrence de l'entité pivot qui participe à l'une des associations participe simultanément à l'autre association (la réciproque n'est pas vraie).

Exemple : une station de sport d'hiver propose des hébergements à ses clients. Si un client a effectué une réservation, alors il pourra louer du matériel (« louer » est inclus dans – dépend de - « effectuer »).

