

Modélisation

Cours 04 – Modèle Entité Association – 2

Compléments

Les 4+3 règles de passage du MEA au MR

Bertrand LIAUDET

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
COMPLEMENTS DE MODELISATION	3
0. Bilan des bases de la modélisation entité-association	3
1. Identification relative et notion de composition	4
Présentation	4
Formalisme MEA	4
Traduction en MR	4
Règle de passage du MEA au MR	4
2. Historique	5
Présentation	5
Historique d'un attribut	5
Historique d'entité	6
Historique d'association hiérarchique	6
3. Héritage, « Entité-genre », « Entité-espèce »	8
Héritage : l'inclusion d'un ensemble dans un autre	8
Les contraintes sur la généralisation	10
Passage du MEA-OO au MR	12
Règle de passage du MEA au MR	12
Remarques de vocabulaire	13
4. Les associations d'association (ou entités complexes)	14
Présentation	14
Association d'association	15
Règles de passage du MEA avec association d'association au MR	15
Autre formalisme pour les associations d'association : l'entité complexe	16
5. Utilisation des CIF dans le MEA	17
La notion de CIF : contrainte d'intégrité fonctionnelle	17
Usage utile des CIF dans le MEA : automatiser la règle 3	19
6. Les 4+3 règles de passage du MEA au MR	22

7. Les données isolées	24
Présentation	24
8. Autres contraintes	24
Les contraintes de stabilité	24
Les contraintes sur associations	25
La spécialisation des associations	30
9. Pour aller plus loin : quelques notions de logique formelle	31
Logique ancienne	31
Logique moderne	34

Edition juillet 2015

COMPLEMENTS DE MODELISATION

PRINCIPALES NOTIONS

Identification relative	Composition
Historique	Héritage
Couverture	Disjonction
CIF	Entité complexe
Association d'association	

0. Bilan des bases de la modélisation entité-association

Rappel de l'ontologie relationnelle

Dans le cours sur le modèle relationnelle, on est arrivé à la synthèse suivante :

TYPOLOGIE		TYPOLOGIe	ONTOLOGIE RELATIONNELLE
Type de clé primaire		Type de table	Sémantique de la table
1	CP	« table-nom »	1 : « table d'objets » ; 2 : « table de types »
2	#CP	« table-nom »	3 : « table-espèce » ; 4 : « table de compléments »
3	#CP, n°	« table-nom »	5 : « table de composants » (identifiant relatif)
4	#CP, date	« table-nom » ou « table-verbe »	6 : « table d'historiques »
5	#CP1, #CP2 ou #CP1, attribut	« table-verbe »	7 : « table de liaisons »
+1	complexe	« table-nom » ou « table-verbe »	+1 : table complexe de 3 à 7

Bases de la modélisation entité-association

Les bases de la modélisation entité-association ont permis de prendre en compte :

- Les tables d'objets et les tables de types
- Les tables de liaisons
- Certaines tables historiques

Compléments de la modélisation entité-association

Il reste à voir la façon de représenter :

- Les tables de composants
- Toutes les tables historiques
- Les tables-espèces
- Les tables complexes.

On s'intéressera aussi à la façon dont on pourrait rendre totalement mécanique le passage du MEA au MR

1. Identification relative et notion de composition

Présentation

L'identification absolue est le principe de base de la modélisation entité-association : la clé primaire d'une entité type est ce qui définit l'identifiant absolu de chaque entité.

Quand une entité type a une existence dépendante d'une autre entité type, on a recours à une identification relative.

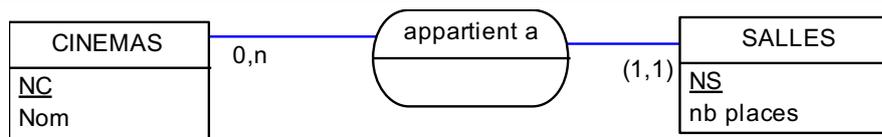
Cette dépendance traduit une relation de composition entre les entités : l'entité (concrète) dépendante est un composant de l'entité dont elle dépend.

Cette dépendance se traduit par le fait que la destruction de l'entité composée implique la destruction des entités composantes.

Exemples

- Un cinéma est composé de salles de cinéma : chaque salle de cinéma a un numéro qui est un identifiant relatif au cinéma auquel elle appartient.
- Un projet est composé de tranches : chaque tranche a un numéro qui est un identifiant relatif au cinéma auquel elle appartient.

Formalisme MEA



L'identification relative correspond toujours à une association hiérarchique.

La cardinalité (1.1) est mise entre parenthèses.

Traduction en MR

CINEMAS (NC, nom)

SALLES (#NC, NS, nbPlaces)

Règle de passage du MEA au MR

La clé primaire d'une entité composante est constituée par la concaténation de la clé primaire de l'entité composante et de la clé étrangère issue de l'association hiérarchique correspondant à l'identification relative.

2. Historique

Présentation

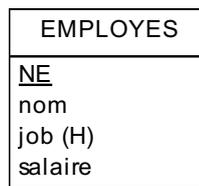
Gérer un historique consiste à garder la trace des modifications apportées aux valeurs de certains attributs.

Historique d'un attribut

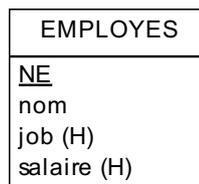
Formalisme MEA

On veut conserver l'historique d'un attribut, par exemple le job des employés.

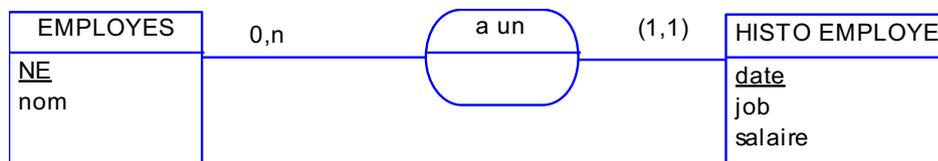
On marque l'attribut avec un « H » entre parenthèses :



L'historique peut aussi concerner plusieurs attributs :



On peut aussi écrire :



On voit ici que l'historique est un composant de l'employé.

La première méthode est préférable car elle évite de surcharger le MEA.

Traduction en MR

Historique du job :

EMPLOYES (NE, nom, salaire)

JOBS_EMPLOYES (#NE, dateDébut, job)

Historique du job et du salaire :

EMPLOYES (NE, nom)

JOBS_EMPLOYES (#NE, dateDébut, job, salaire)

Règle de passage du MEA au MR

Un attribut avec historique conduit à la création d'une table d'historiques. La clé primaire de la table d'origine devient clé étrangère dans la table d'historiques. Cette clé étrangère, concaténée à un attribut dateDébut, devient forme la clé primaire de la table d'historiques. L'attribut avec historique devient attribut dans la table d'historique et n'est plus attribut dans la table issue de son entité d'origine.

Historique d'entité

Principe

Une entité « historisée » porte un attribut « date » qui est clé primaire et d'autres attributs. L'entité historisée est associée en tant que composant à l'entité à laquelle elle correspond.

Formalisme MEA

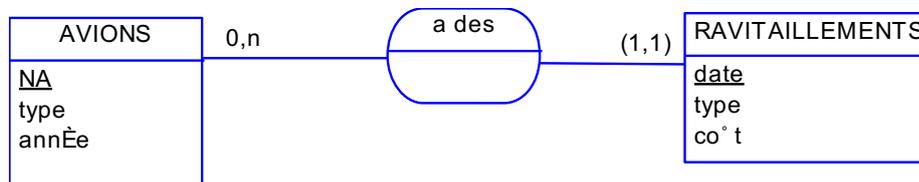
Association hiérarchique avec identifiant relatif. Attribut « date » comme clé primaire de l'entité « historisée ».

Traduction en MR

La traduction en MR correspond à la traduction des identifications relatives.

Exemple

On veut garder l'historique des ravitaillements d'essence pour des avions. Un ravitaillement est caractérisé par un volume et un coût.



On évite de créer un numéro absolu de ravitaillement.

Historique d'association hiérarchique

Principe

Une association hiérarchique « historisée » se transforme en association non hiérarchique et porte un attribut « date ».

Formalisme MEA

Association non hiérarchique avec historique.

Traduction en MR

La traduction en MR correspond à la traduction classique des associations non hiérarchiques.

Exemple 1

On « historicise » le département de l'employé :



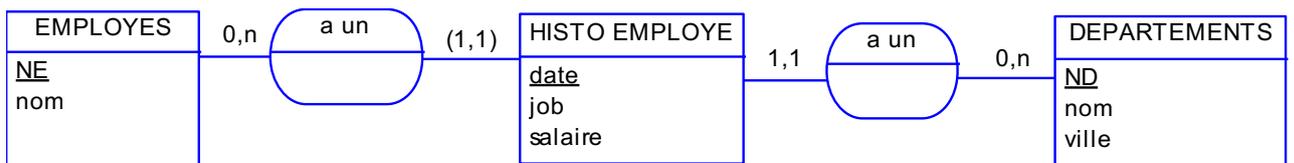
Si on veut « historiciser » le job, on écrira :



ou :



ou :



Cette dernière version à l'avantage qu'elle permet un passage automatique au MR (si on n'utilise pas les techniques de représentation qui seront présentées dans le paragraphe sur les CIF).

Elle a le défaut de surcharger le MEA.

3. Héritage, « Entité-genre », « Entité-espèce »

Héritage : l'inclusion d'un ensemble dans un autre

Héritage, spécialisation, généralisation

La représentation ensembliste permet de concevoir aisément la notion héritage : il suffit de concevoir l'inclusion d'un ensemble dans un autre.

L'ensemble inclus hérite des propriétés et des associations de l'ensemble incluant : l'espèce hérite des attributs du genre.

On parlera d'« **entité-genre** » et d'« **entité-espèce** ».

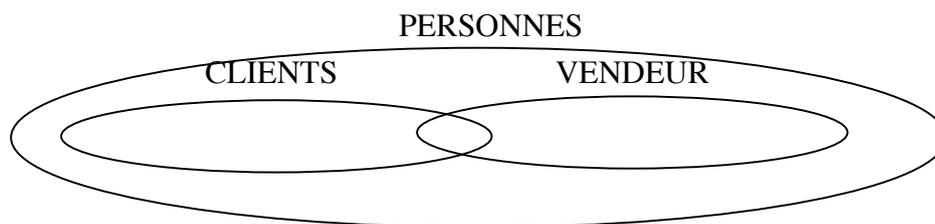
Un ensemble fait hériter ses attributs à tous les ensembles de niveaux inférieurs qu'il contient. Le genre fait hériter à toutes ses espèces.

Cette organisation forme une hiérarchie, c'est la hiérarchie de spécialisation/généralisation, encore appelée hiérarchie « is-a », « est-un ».

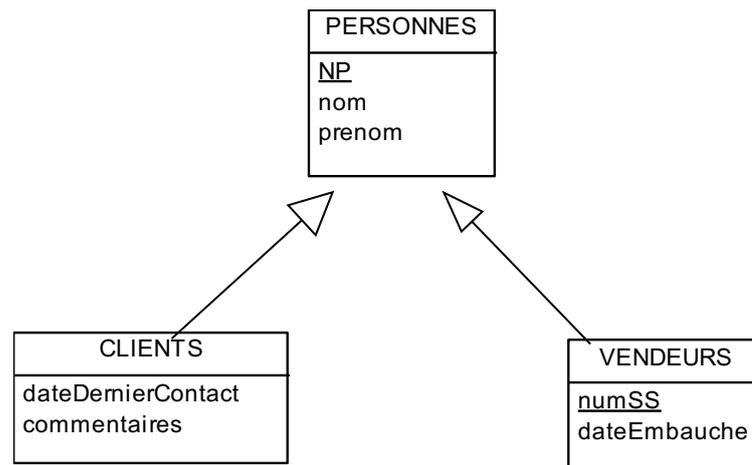
Ces trois notions : **spécialisation**, **généralisation**, **héritage** sont les notions clés du modèle « orienté objet ».

Dans le formalisme objet, on parle d'objet à la place de tuple ou d'élément de l'entité et de classe à la place de table ou d'entité.

Formalisme ensembliste



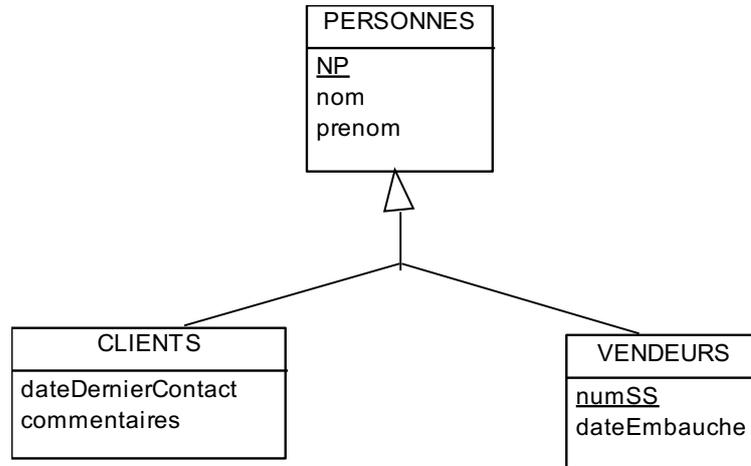
Formalisme MEA-OO



En général, on utilise la flèche avec une pointe en triangle creux pour symboliser l'héritage.

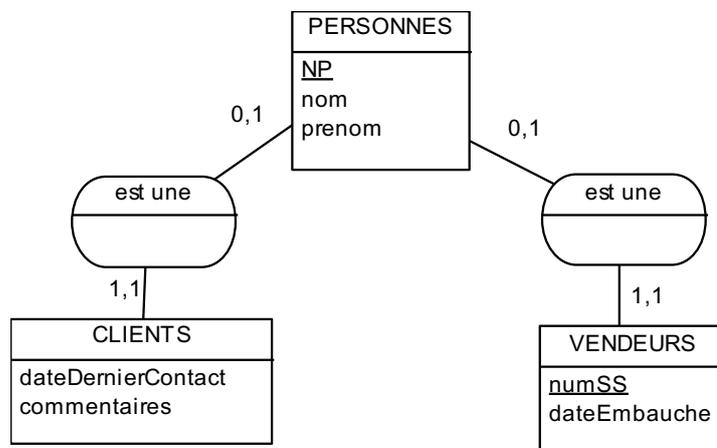
Il n'est pas nécessaire de préciser les cardinalités puisque l'héritage correspond toujours à une association 0.1-11 : une personne est ou n'est pas un client. Un client est toujours une personne.

On peut aussi regrouper les flèches d'héritage en une seule :



L'avantage de la présentation ci-dessus est qu'elle permettrait de définir plusieurs jeux d'espèces pour la même entité-genre et qu'elle permettra de définir des contraintes sur l'héritage, comme on le verra un peu plus bas.

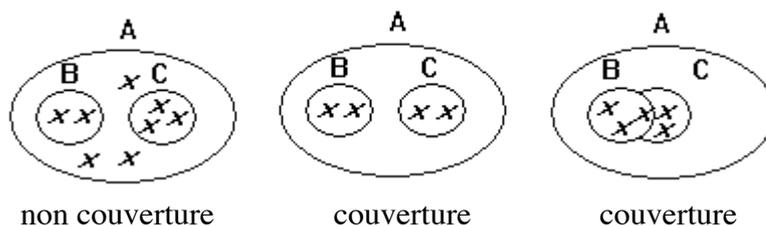
Représentation de l'héritage sans flèche d'héritage



Les contraintes sur la généralisation

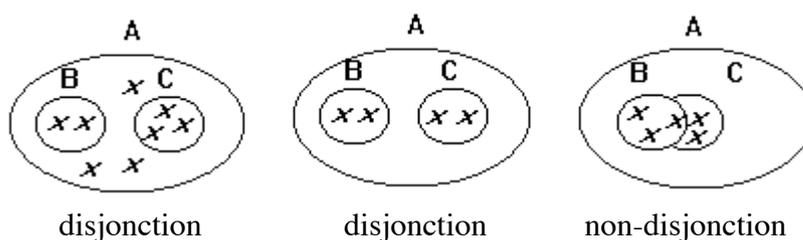
La notion de couverture

Il y a couverture si toute occurrence de A (sur-type) appartient au moins à l'un des sous types (B et C) :



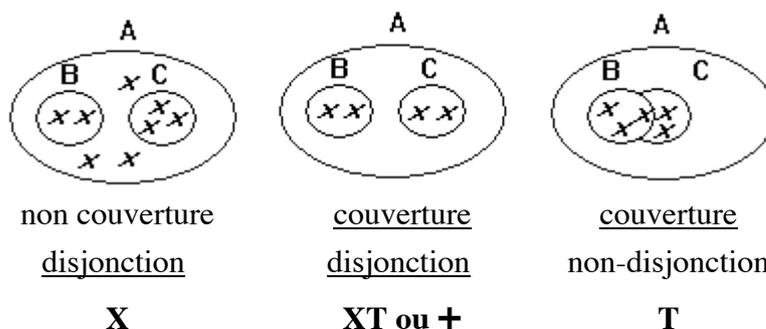
La notion de disjonction

Il y a disjonction quand toute occurrence du genre (A) appartient au plus à une seule espèce (B et C) :



Les 4 cas de spécialisation

Les notions de couverture et de disjonction font apparaître 4 situations possibles pour une généralisation.



X : disjonction et non-couverture (exclusivité)

Les vendeurs ne peuvent pas être des clients. Il existe des personnes qui ne sont ni vendeurs, ni client.

XT ou + : Disjonction et couverture (partition)

Les vendeurs ne peuvent pas être des clients.

T : non-disjonction et couverture (totalité)

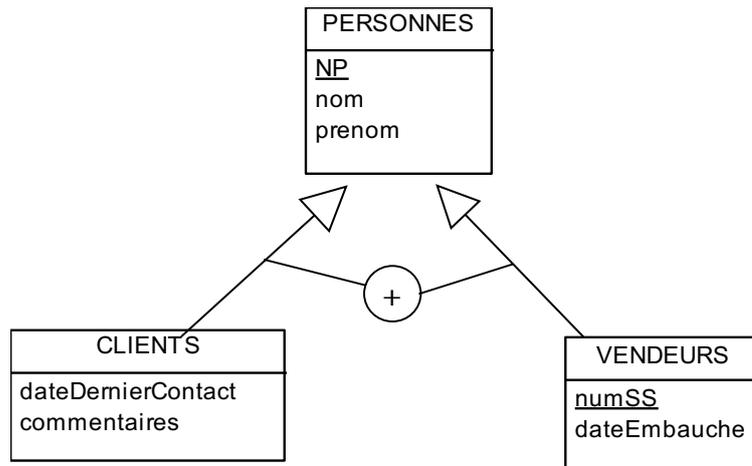
Les vendeurs peuvent être des clients. Une personne est forcément soit un vendeur, soit un client.

∅ : non-disjonction et non-couverture

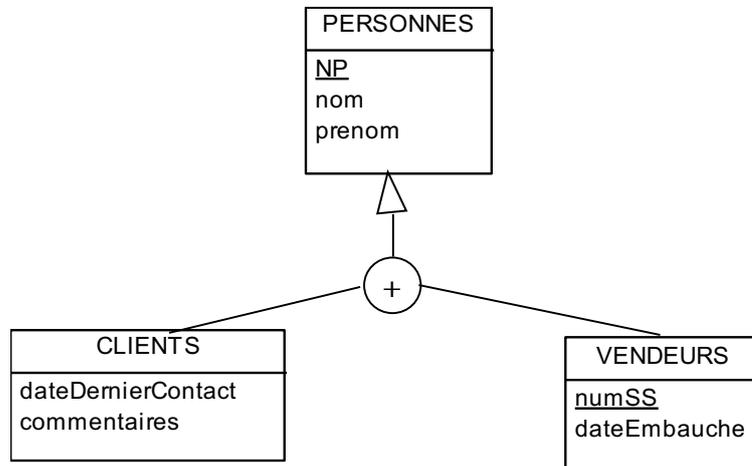
Si nous avons non-disjonction + non-couverture, il n'y a plus de contraintes à représenter.

Les vendeurs peuvent être des clients. Il existe des personnes qui ne sont ni vendeurs, ni client.

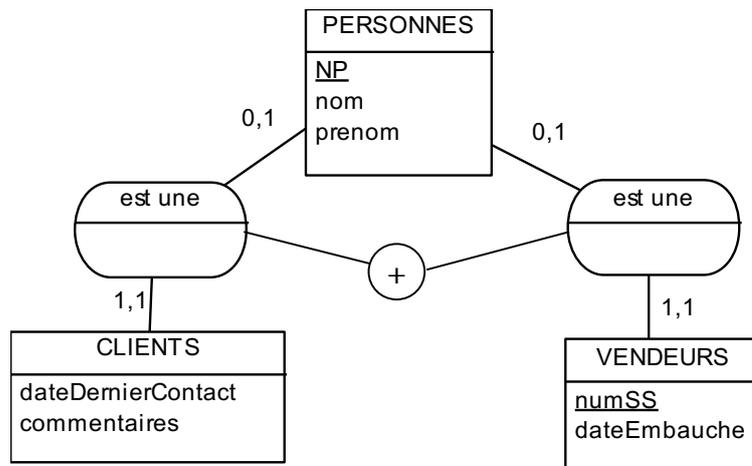
Formalisme MEA-OO



Ou :



Formalisme MEA



Passage du MEA-OO au MR

Les règles de passage du MEA-OO au MR vont être fonction de la présence ou non de clé primaire dans les entités-enfants et des contraintes sur la généralisation.

Passage de base

PERSONNES (**NP**, nom, prénom)

CLIENTS (**#NP**, dateDernierContact, commentaires)

VENDEURS (**numSS**, dateEmbauche, **#NP**)

➤ *Fonctionnement des tables*

Quand on crée un client, il faut commencer par créer la personne associée (toujours s'il y a disjonction) ou par la récupérer (éventuellement s'il n'y a pas disjonction).

Quand on supprime un client, il faut supprimer la personne associée s'il y a disjonction. S'il n'y a pas disjonction mais qu'il y a couverture, il faut vérifier si la personne associée est parent d'un autre enfant. Sinon, il faut supprimer cette personne. En effet, s'il y a couverture, il ne doit pas y avoir de personnes qui ne soit pas référencé par un client ou un vendeur.

Prise en compte des contraintes de couverture et de disjonction : +

S'il y a couverture et disjonction, il n'existe pas d'élément dans l'entité parent qui ne soit pas dans les entités enfants, et les sous-ensembles d'enfants sont disjoints. On peut donc se passer de l'entité parent.

CLIENTS (**NPC**, nom, prénom, dateDernierContact, commentaires)

VENDEURS (**NPV**, (**numSS**), nom, prénom, dateEmbauche)

Règle de passage du MEA au MR

Dans le cas d'un héritage, chaque entité participante (espèce ou genre) devient une table. Toutefois, l'entité-genre peut ne pas devenir une table.

La clé primaire de l'entité-genre devient clé étrangère dans les tables issues des entités-espèces.

Si une entité-espèce n'a pas de clé primaire, la clé primaire de l'entité-genre devient clé primaire et étrangère dans la table issue de l'entité-espèce.

Si les espèces recouvrent totalement le genre et sont mutuellement disjointes, l'entité-genre peut ne pas être transformée en table : tous ses attributs intégreront alors les tables espèces.

Si les espèces ne recouvrent pas totalement le genre mais sont mutuellement disjointes, l'entité-genre peut devenir une table indépendante des tables issues des entités-espèces. Dans ce cas, les tables issues des entités-espèces héritent de tous les attributs de l'entité-genre. De plus, si une entité-espèce n'a pas de clé primaire, sa table hérite de la clé primaire de l'entité-genre.

Remarques de vocabulaire

Ensemble : entité, table

On peut considérer les entités comme des ensembles. Les attributs de l'entité sont les attributs de l'ensemble. Chaque tuple est un élément de l'ensemble.

Sous-ensemble : espèce, enfant

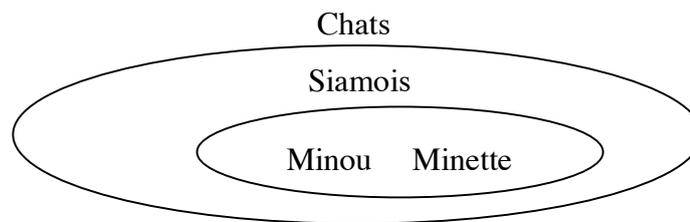
L'espèce est un sous-ensemble de l'ensemble dont on parle : le siamois est une espèce de chat. Quand on parle d'un sous-ensemble, on dit aussi : « entité-enfant » ou « entité-fille ».

Sur-ensemble : genre, parent

Le genre est un « sur-ensemble » de l'ensemble dont on parle : le chat est le genre du siamois. Quand on parle d'un « sur-ensemble », on dit aussi : « entité-parent » ou « entité-mère ».

Élément

Chaque élément d'un ensemble est aussi élément des ensembles qui le contiennent : « Minou », c'est mon chat siamois : il appartient à l'ensemble des Siamois, mais aussi à l'ensemble des Chats. Minette c'est le chat siamois de la voisine.



Abstrait / Concret - Abstraction - Abstraite

Tous les noms d'ensemble sont abstraits : ce sont des abstractions.

Les seules choses concrètes, ce sont les éléments de l'ensemble, c'est-à-dire les tuples (Minou, mon chat siamois).

Abstraire, c'est remonter du concret à l'abstrait, donc de tuples à un ensemble qui les englobe. Par exemple de Minou et Minette au Siamois, ou de Minou et Minette au Chat.

Abstraire, c'est aussi remonter de l'espèce au genre. Par exemple du Siamois et de l'Angora au Chat.

Abstraire consiste à trouver des attributs communs à plusieurs ensembles ou à plusieurs choses concrètes pour définir un ensemble qui portera ces attributs et qui inclura les ensembles ou les choses concrètes en question.

4. Les associations d'association (ou entités complexes)

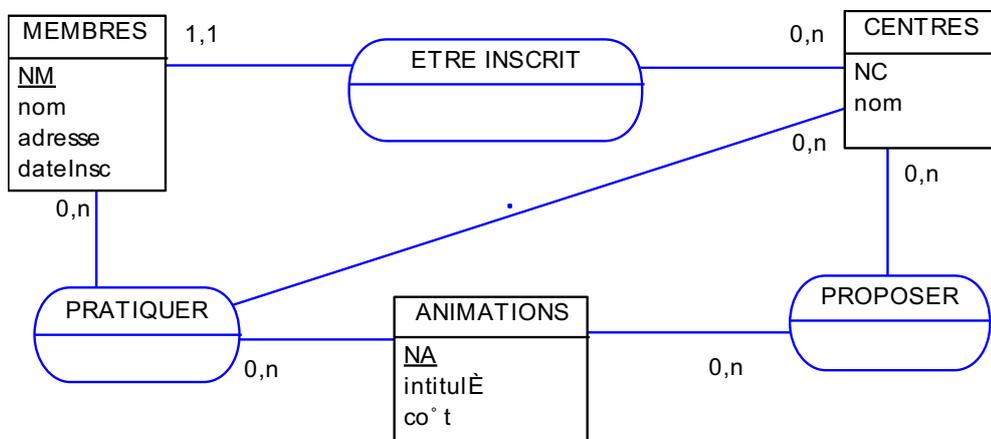
Présentation

Les entités complexes vont permettre de traduire les clés primaires complexes du modèle relationnel.

Exemple

La Mairie de Paris veut gérer les membres de ses centres d'animations et les animations qu'ils pratiquent. La Mairie possède plusieurs centres. Ils ont un nom, une adresse, un arrondissement. Chaque centre propose plusieurs animations. Une animation peut être proposée par plusieurs centres. Les animations ont un intitulé, un coût semestriel et un public (enfants, adulte, tout public). Un membre ne peut s'inscrire que dans un centre. Un membre peut pratiquer plusieurs activités dans plusieurs centres différents.

MEA



MR

MEMNRES (NM, nom, ad, datIns, #NC)

CENTRES (NC, nom)

ANIM (NA, intitulÉ, coût)

PROPOSER (#NC, #NA)

PRATIQUER (#NM, #NC, #NA)

Critique

Le défaut du modèle est qu'il permet de pratiquer une activité qui n'est pas proposée !

Correction

PRATIQUER (#NM, # (NC, NA))

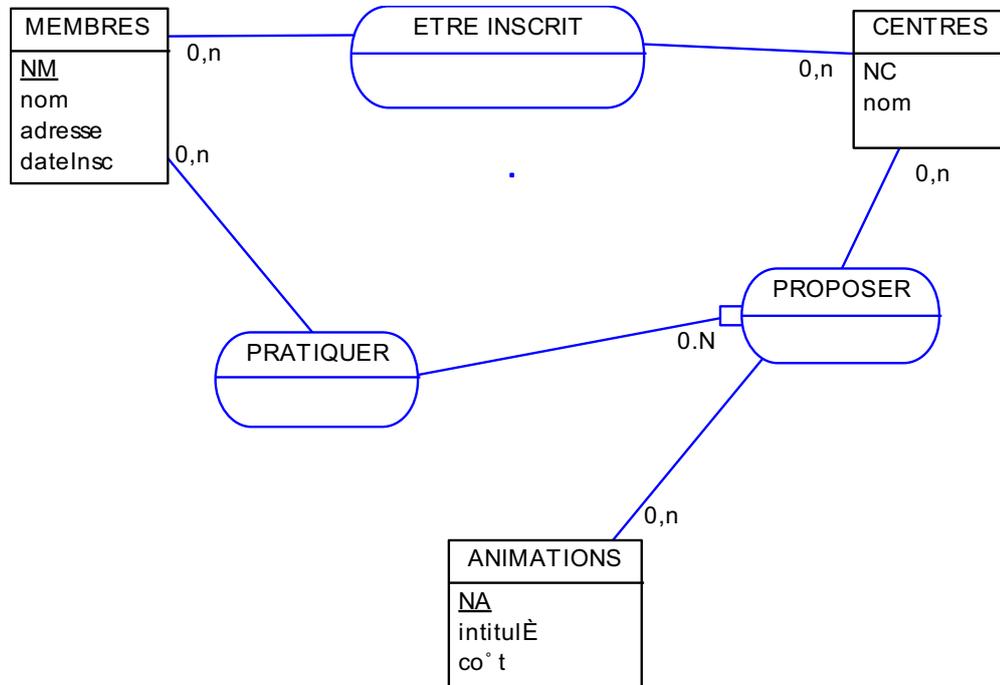
Le couple (NC, NA) est clé étrangère faisant référence à la clé primaire de PROPOSER.

Association d'association

Présentation

La table PRATIQUER relie une proposition à un membre. Or une proposition est traduite par une association. On va donc créer une association qui relie une association (PROPOSER) à une entité (MEMBRE).

Exemple



Interprétation

Dans ce MEA, on trouve une association qui relie une entité et une association.

Pour une telle association, la patte qui la relie à une autre association doit se terminer par un petit carré pour qu'on sache dans quel sens lire le schéma (autrement quelle est l'association qui fait office d'entité complexe et quelle est celle qui joue le rôle d'association).

Règles de passage du MEA avec association d'association au MR

Les associations non-hiérarchiques et semi-hiérarchiques peuvent participer comme une entité à une association, association qui est alors une association d'association.

Les règles de transformations d'une association d'association sont les même que celles des associations standards, la table issue d'une association associée jouant le même rôle que la table issue d'une entité associée.

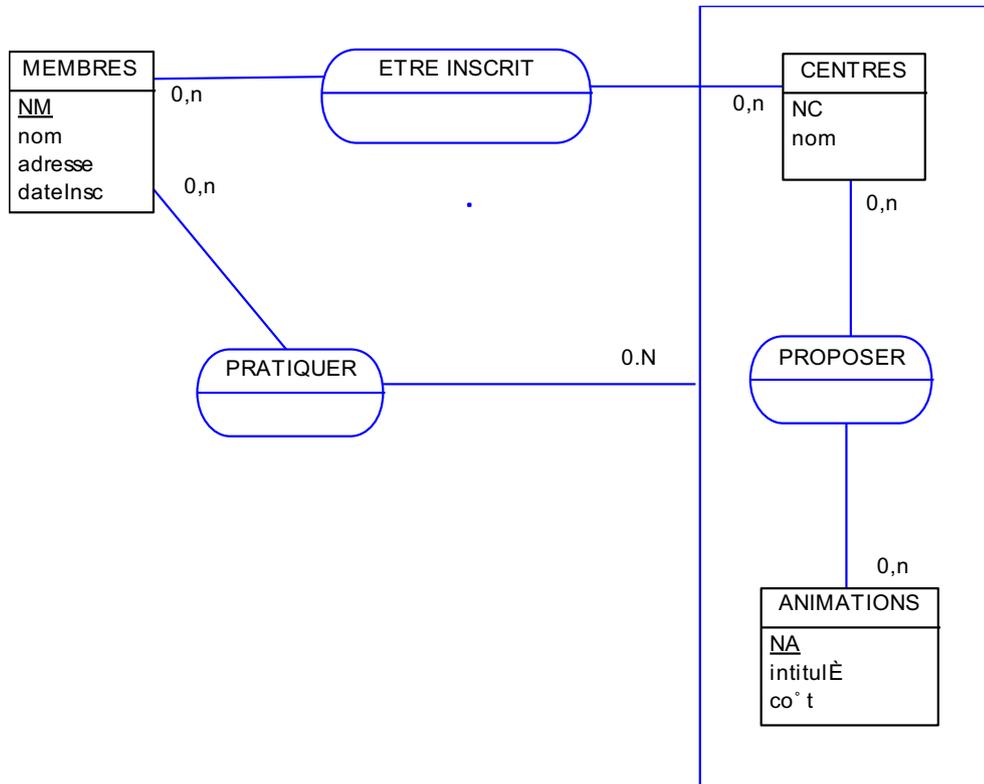
Autre formalisme pour les associations d'association : l'entité complexe

Présentation

Une entité complexe est une entité qui regroupe une association non-hiérarchique ou semi-hiérarchique et les entités qu'elle associe.

Une entité complexe peut être associée à une autre entité.

Exemple



Interprétation

Les membres pratiquent les animations proposées par les centres.

MR

On obtient bien :

PROPOSER (#NC, #NA)

PRATIQUER (#NM, # (NC, NA))

Règles de passage du MEA avec entité complexe au MR

Les règles de transformations sont les même que celles des associations standards, la table issue d'une entité complexe étant celle issue de l'association de l'entité complexe.

5. Utilisation des CIF dans le MEA

La notion de CIF : contrainte d'intégrité fonctionnelle

Présentation

Une CIF entre deux attributs traduit une dépendance fonctionnelle entre ces attributs.

CP \xrightarrow{DF} attributs

Est équivalent à :

CP $\xrightarrow{(\text{CIF})}$ attributs

La CIF signifie (comme la DF) : si la CP existe, alors les attributs existent et sont déterminés, même si on ne connaît pas leurs valeurs.

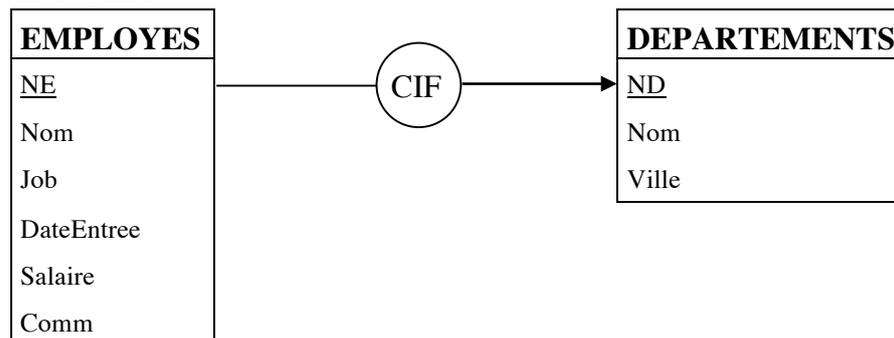
On va montrer ci-dessous deux usages possibles (mais inutiles) des CIF dans un MEA.

CIF et association hiérarchique

L'association hiérarchique suivante :



est parfois représentée ainsi :



On peut aussi représenter l'association hiérarchique ainsi :

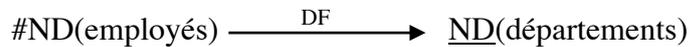


Dans ce cas, la CIF est inutile : l'association hiérarchique la représente très bien.

La CIF traduit la dépendance fonctionnelle entre la clé étrangère qui sera dans l'entité 1.1 et la clé primaire de l'entité 0.N :

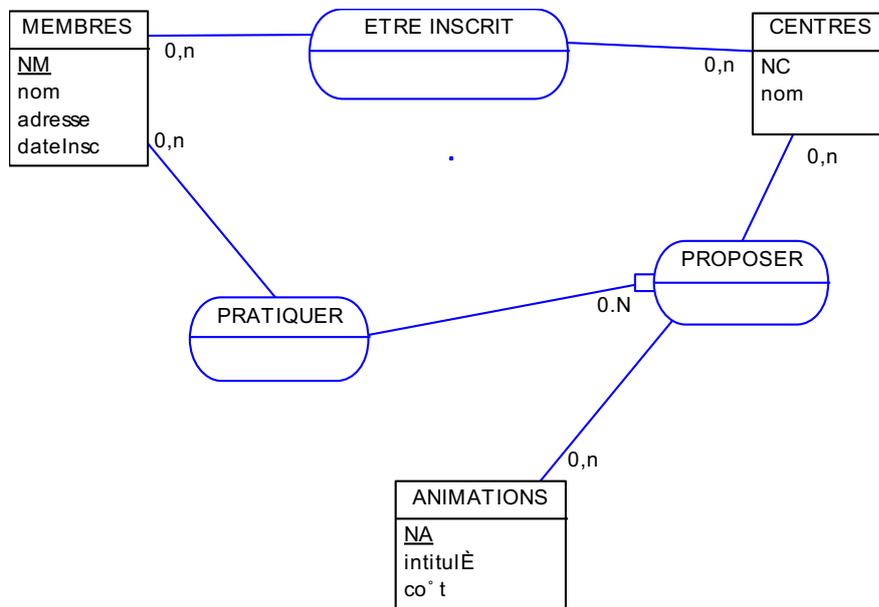


soit :

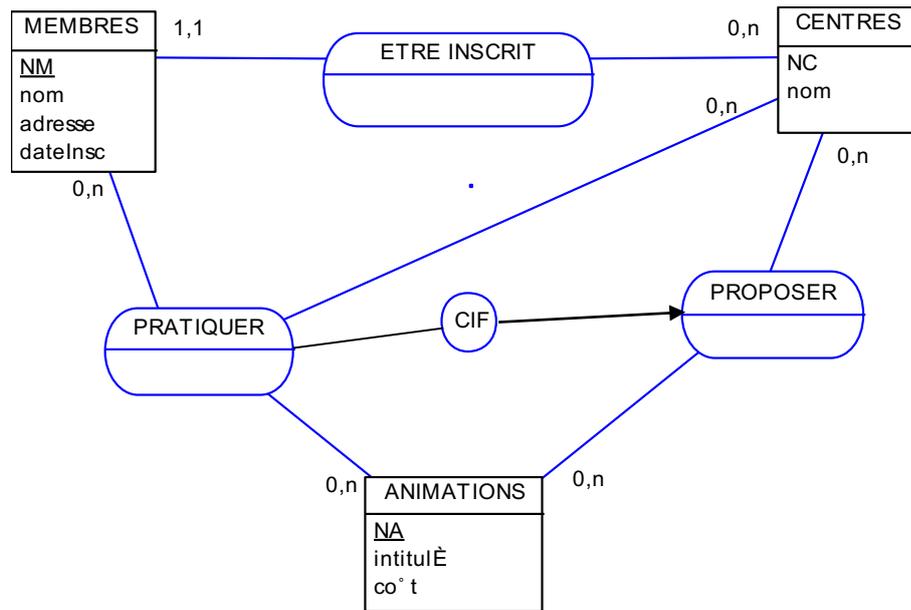


CIF et association d'association

L'association d'association suivante (vue au paragraphe précédent) :



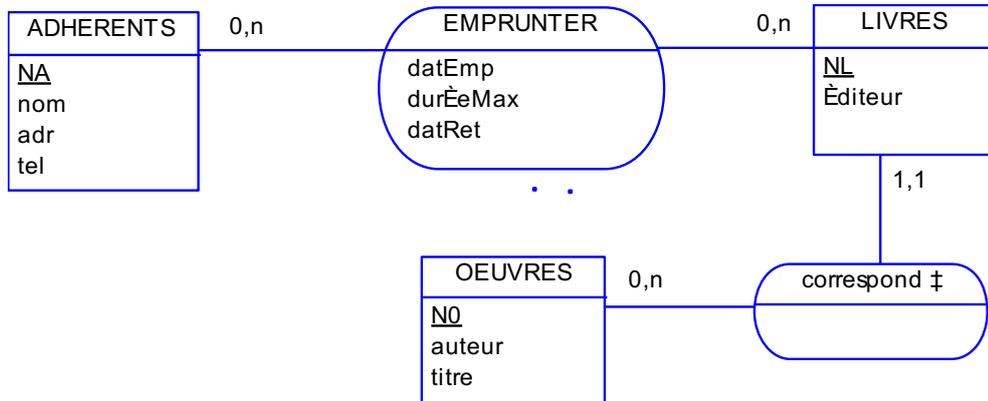
Peut être représenté avec une CIF :



Usage utile des CIF dans le MEA : automatiser la règle 3

Exemple 1

Soit le MEA suivant :



Le MEA donne le MR suivant :

ADH(NA, nom, adr, tél)

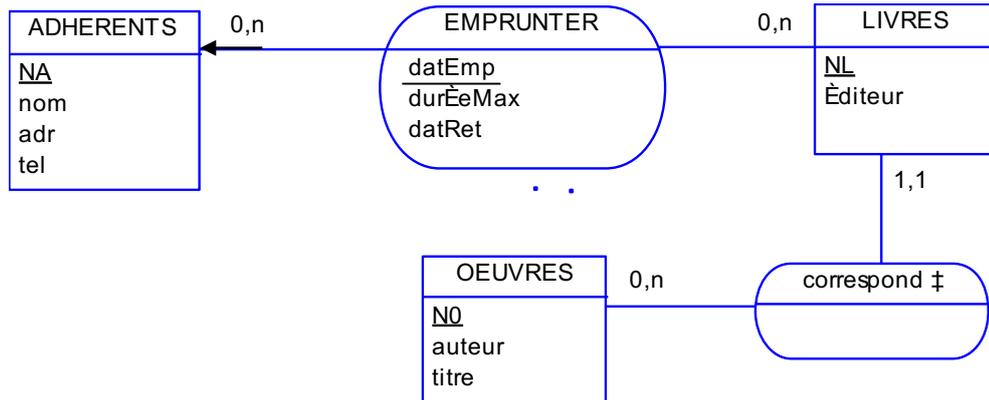
LIV(NL, éditeur, #NO)

OEUV(NO, titre, auteur)

EMP(#NL, datemp, duréeMax, datret, #NA)

La clé primaire de la table issue de l'association hiérarchique est déterminée sémantiquement.

Représentation du MEA avec des CIF :



➤ Règles de passage du MEA au MR

On modifie seulement la règle 3 :

Règle 3 – Association non hiérarchique : Une association non hiérarchique devient une table-verbe. Les clés primaires des entités associées deviennent clés étrangères dans cette table. Les attributs de l'association deviennent attributs de la table. **La clé primaire de la table-verbe est constituée par la concaténation des clés primaires des entités associées qui ne sont pas pointées par une CIF et des attributs clé-primaires (soulignés) de l'association.**

Exemple 2

On reprend l'historique des employés et on ajoute la CIF et le ou les attributs de l'association participant à la clé primaire :



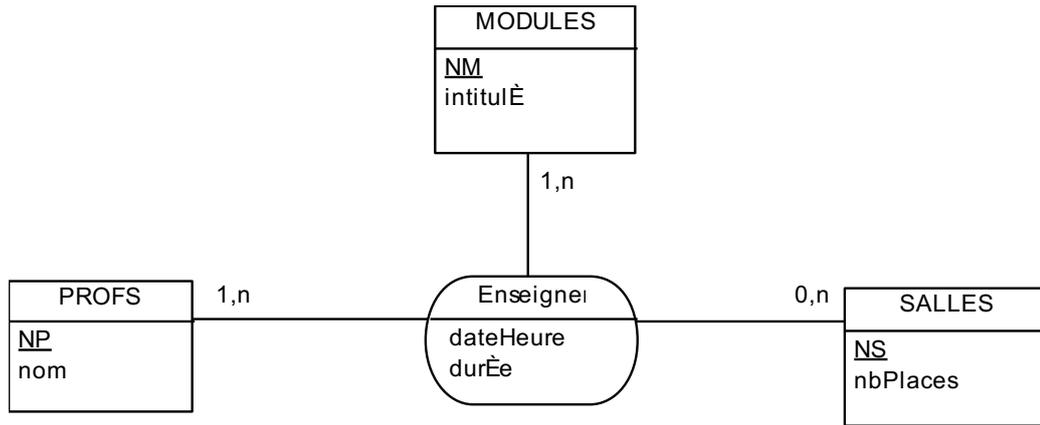
Cette représentation évite de surcharger le MEA.

Elle permet un passage automatique au MR.

TRAVAILLE(#NE, dateDeb, job, #ND)

Exemple 3

➤ Soit le MEA suivant :



Ce MEA décrit la situation suivante : un professeur enseigne 1 ou N modules. Un module est enseigné par 1 ou N enseignants. Un module est enseigné dans 1 ou N salles. Un professeur enseigne dans 1 ou N salle. A une date et heure données, un professeur enseigne un module dans une salle.

➤ Le MEA donne le MR suivant :

P(NP, nom)

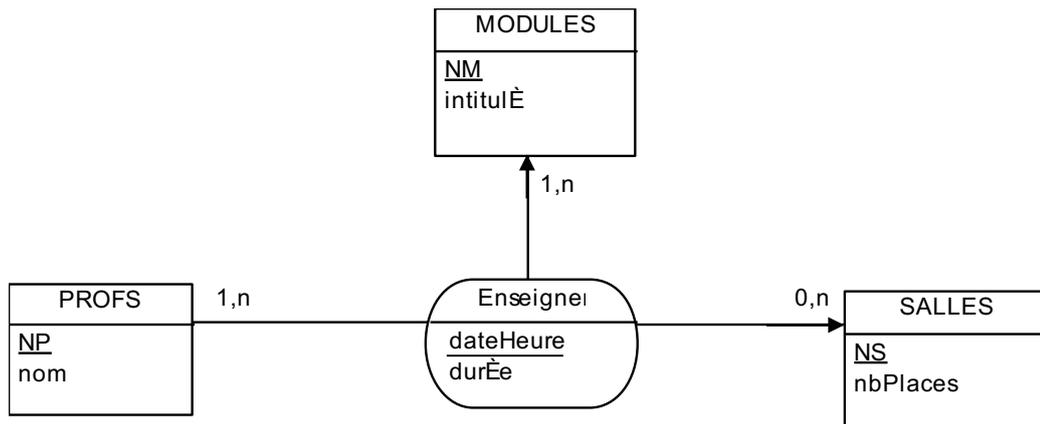
M(NM, intitulé)

S(NS, nbPlaces)

ENSEIGNER(#NP, dateHeur, durée, #NS, #NM)

La clé primaire de la table issue de l'association hiérarchique est déterminée sémantiquement.

Représentation du MEA avec des CIF :



Les pattes d'association sont fléchées dans le sens des CIF. On souligne aussi les attributs de l'association qui participeront à la clé primaire.

6. Les 4+3 règles de passage du MEA au MR

Il y a finalement 4+3 règles de passages du MEA au MR. Ces 4+3 règles reprennent les 4 règles de base en les complétant et correspondent finalement aux 7 notions qui interviennent dans le MEA : 1-entité, 2-association hiérarchiques, 3-association non-hiérarchiques, 4-associations semi-hiérarchiques, 5-héritage, 6-association d'association, 7-attribut historicisé.

Règle 1 : Les entités

Chaque entité devient une **table**. Chaque attribut de l'entité devient un attribut de cette table. La clé primaire de l'entité devient clé primaire de la table.

Règle 2 : Les associations hiérarchiques

Dans le cas d'une association hiérarchique, la clé primaire de l'entité supérieure devient attribut **clé étrangère** dans la table issue de l'entité inférieure.

Dans le cas d'une association hiérarchique réflexive, ce nouvel attribut doit être renommé et ajouté dans le dictionnaire des attributs.

Dans le cas d'un identifiant relatif, la clé primaire de l'entité supérieure devient attribut **clé étrangère et primaire** dans la table issue de l'entité inférieure.

Règle 3 : les associations non-hiérarchiques

Une association non hiérarchique devient une table-verbe. Les clés primaires des entités associées deviennent clés étrangères dans cette table. Les attributs de l'association deviennent attributs de la table.

La clé primaire de la table-verbe est constituée par la concaténation des clés primaires des entités associées qui ne sont pas pointées par une CIF et des attributs clé-primaire (soulignés) de l'association.

Règle 4 : les associations semi-hiérarchiques

Dans le cas des associations semi-hiérarchiques : si elles portent des attributs, elles seront nécessairement traitées comme des associations non-hiérarchiques. Si elles ne portent pas d'attributs, on peut les traiter comme des associations hiérarchiques. Dans ce cas, l'attribut clé étrangère n'est pas obligatoire.

Règle 5 : l'héritage

Dans le cas d'un héritage, chaque entité participante (espèce ou genre) devient une table. Toutefois, l'entité-genre peut ne pas devenir une table.

La clé primaire de l'entité-genre devient clé étrangère dans les tables issues des entités-espèces.

Si une entité-espèce n'a pas de clé primaire, la clé primaire de l'entité-genre devient clé primaire et étrangère dans la table issue de l'entité-espèce.

Si les espèces recouvrent totalement le genre et sont mutuellement disjointes, l'entité-genre peut ne pas être transformée en table : tous ses attributs intégreront alors les tables espèces.

Si les espèces ne recouvrent pas totalement le genre mais sont mutuellement disjointes, l'entité-genre peut devenir une table indépendante des tables issues des entités-espèces. Dans ce cas, les tables issues des entités-espèces héritent de tous les attributs de l'entité-genre. De plus, si une entité-espèce n'a pas de clé primaire, sa table hérite de la clé primaire de l'entité-genre.

Règle 6 : les associations d'association

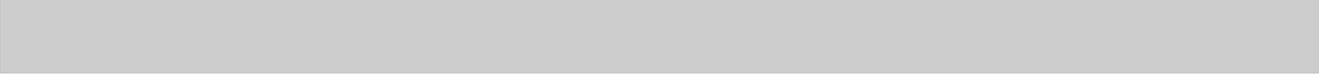
Les associations non-hiérarchiques et semi-hiérarchiques peuvent participer comme une entité à une association, association qui est alors une association d'association.

Les règles de transformations d'une association d'association sont les mêmes que celles des

associations standards, la table issue d'une association associée jouant le même rôle que la table issue d'une entité associée.

Règle 7 : les attributs « historicisés » (H)

Un attribut avec historique conduit à la création d'une table d'historiques. La clé primaire de la table d'origine devient clé étrangère dans la table d'historiques. Cette clé étrangère, concaténée à un attribut dateDébut, devient forme la clé primaire de la table d'historiques. L'attribut avec historique devient attribut dans la table d'historique et n'est plus attribut dans la table issue de son entité d'origine.



7. Les données isolées

Présentation

Les données isolées sont des données qui ne sont pas reliées aux autres données de la BD.

Exemple

On pourrait avoir une entité « Entreprises » qui ne contiendra qu'une seule entité : celle de l'entreprise concernée, et qui permettra de conserver dans la BD toutes les informations relatives à l'entreprise : nom, adresse, n° Siret, etc.

8. Autres contraintes

Les contraintes que nous allons présenter dans ce paragraphe ont une importance secondaire du point de vue de la modélisation relationnelle.

Elles sont toutefois intéressantes à connaître pour améliorer l'analyse du système d'information.

Les contraintes de stabilité

Présentation

Les contraintes de stabilité concernent le cycle de vie des tuples.

Attribut stable (S)

Un attribut est stable si la première valeur qu'il reçoit ne peut pas être ultérieurement modifiée.

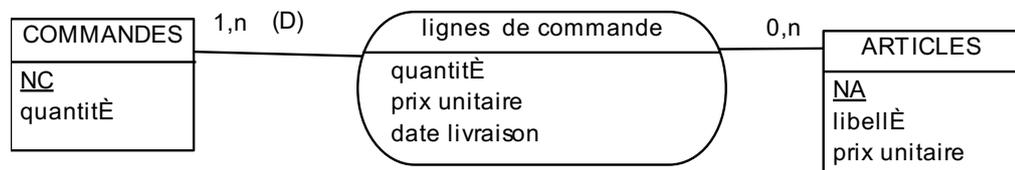
La stabilité d'un attribut correspond à la contrainte d'intégrité : non-modifiable.

Dans un MEA, on ajoute « (S) » derrière le nom de l'attribut.

Patte d'association définitive (D)

Une patte d'association est définitive si la suppression d'une occurrence d'une association implique la suppression de l'occurrence de l'entité associée et donc de toutes les occurrences des associations avec cette entité.

➤ Exemple



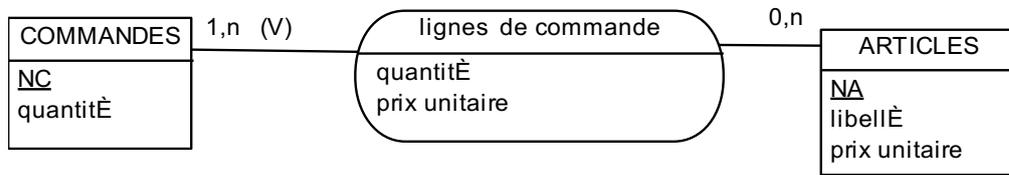
Une fois la ligne de commande ajoutée pour une commande donnée, on ne doit pas le supprimer, sauf à supprimer la commande et toutes les lignes de commande associées.

Mais la ligne de commande reste modifiable : on la mettra à jour à l'occasion de la livraison.

Patte d'association verrouillée (V)

Une patte d'association est verrouillée si pour l'entité concernée, toutes les associations sont créées en même temps et si elles sont stables et définitives.

➤ *Exemple*

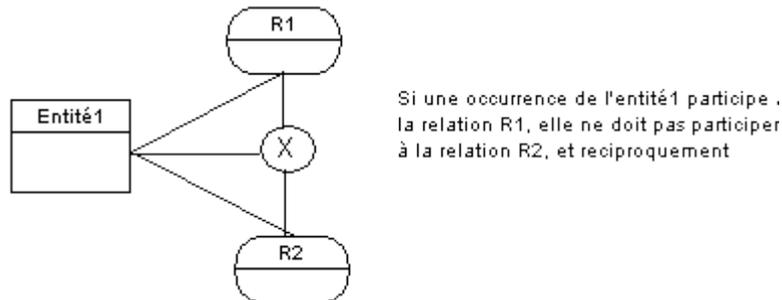


Dans cet exemple, la date de livraison ne fait pas partie de la ligne de commande. De ce fait, la ligne de commande peut être verrouillée : elle n'est plus modifiable.

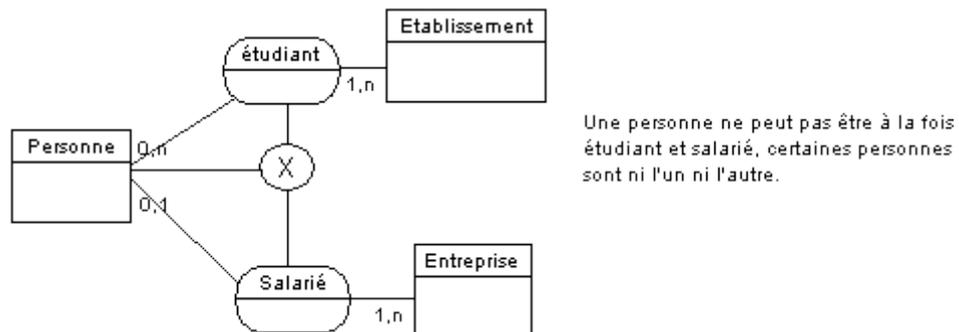
Les contraintes sur associations

Ces contraintes concernent l'existence même des occurrences des associations. Elles sont à vérifier à chaque fois qu'on crée une nouvelle occurrence d'association.

X : la contrainte d'exclusion : non-couverture + disjonction

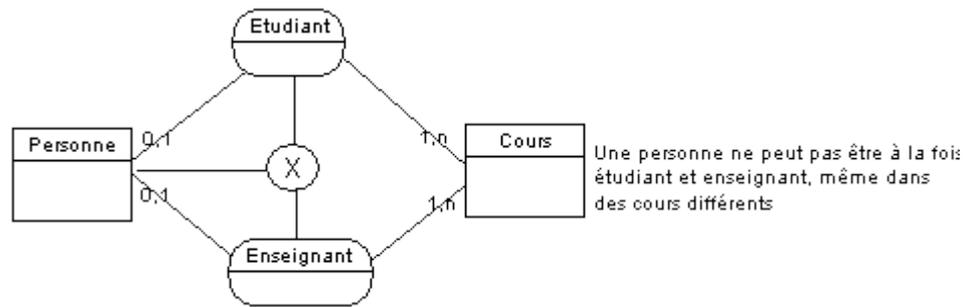


➤ *Exemple 1 :*

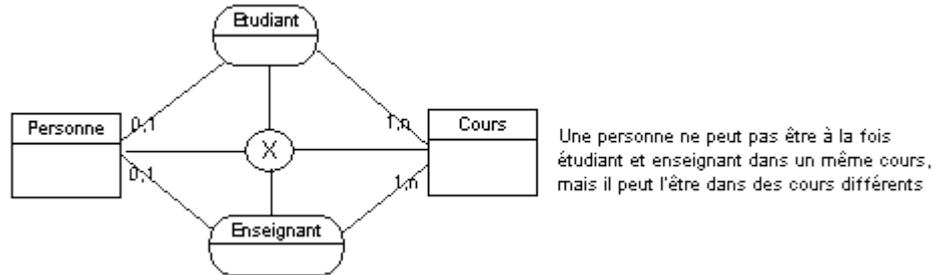


Dans ce cas, par exemple, le système vérifie quand on veut créer une occurrence de l'association salarié, que la personne concernée n'est pas étudiante.

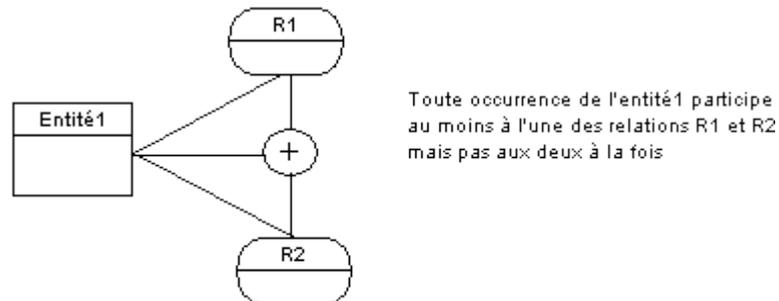
➤ **Exemple 2 :**



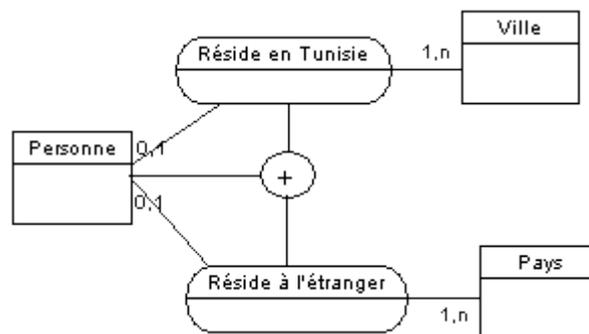
➤ **Exemple 3 :**



XT ou + : la contrainte de partition : couverture + disjonction



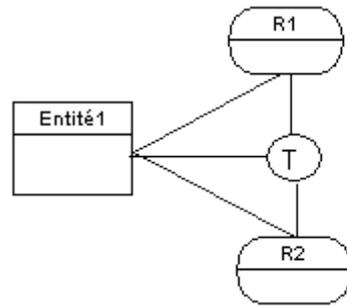
➤ **Exemple :**



Toute personne est soit résidente en Tunisie, soit résidente à l'étranger, mais pas les deux à la fois

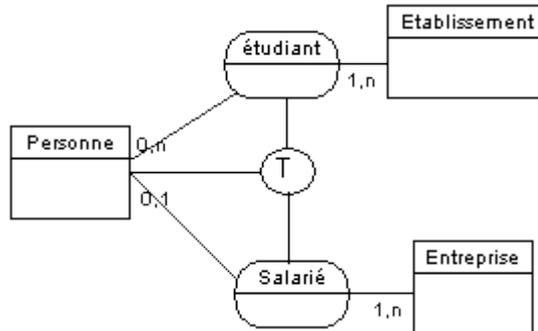
La contrainte de partition diffère de la contrainte d'exclusion par le fait que la personne est forcément associée une fois : la somme des cardinalités des associations sur lesquelles on pose la contrainte de partition (0,1) et (0,1) vaut (1, 1) avec la contrainte.

T : La contrainte de totalité : couverture + non-disjonction



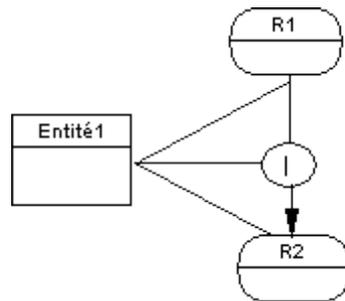
Toute occurrence de l'entité1 participe au moins à l'une des relations R1 et R2 ou les deux à la fois

➤ **Exemple :**



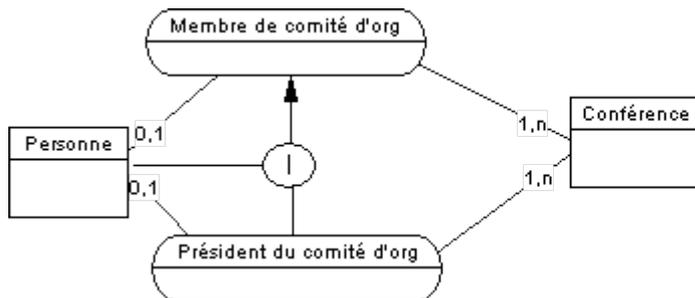
Toute personne est étudiant dans un établissement ou salarié dans une entreprise, ou les deux à la fois

I : la contrainte d'inclusion



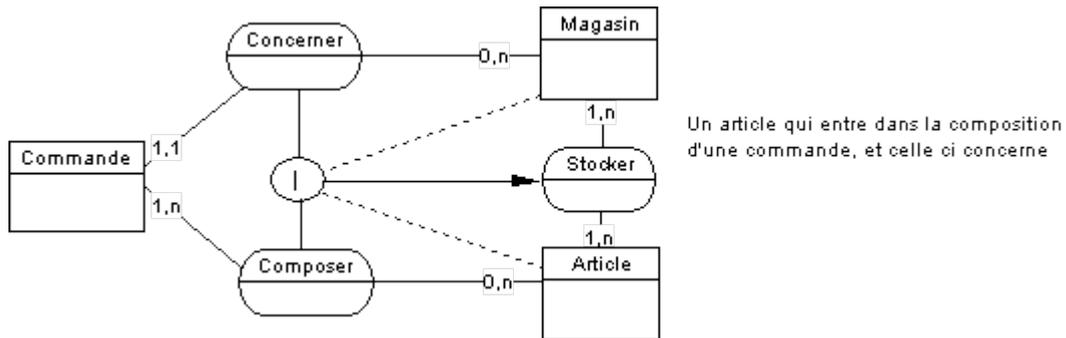
Si une occurrence de l'entité1 participe à R1 elle participe aussi à R2, mais pas réciproquement

➤ **Exemple 1 :**

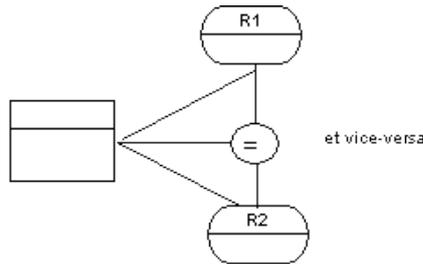


Le président de la comité d'organisation d'une conférence doit être un membre de ce comité d'organisation

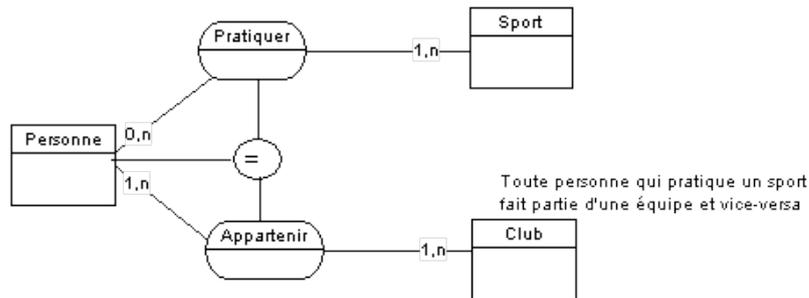
➤ **Exemple 2 :**



= : la contrainte d'égalité



Exemple



Dans ce cas, on peut aussi considérer qu'on devrait créer une association entre les trois entités, ce qui nous permettrait de savoir dans quel club les personnes pratiquent les sports, et ce qui réglerait l'obligation de faire en sorte que toute personne qui pratique un sport fasse partie d'une équipe.

Dans l'exemple, on a :

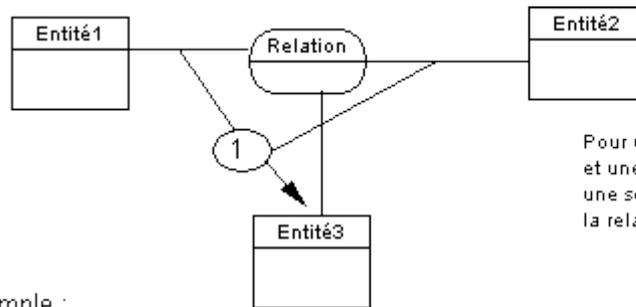
$P(P, Px) ; C(C, Cx) ; S(S, Sx) ; App(\#C, \#P) ; Prat(\#P, \#S)$

La contrainte d'égalité dit que quand je crée une occurrence $App(cx, p1)$ je dois créer un $Prat(p1, sx)$.

L'autre solution de modélisation consisterait à proposer le schéma suivant :

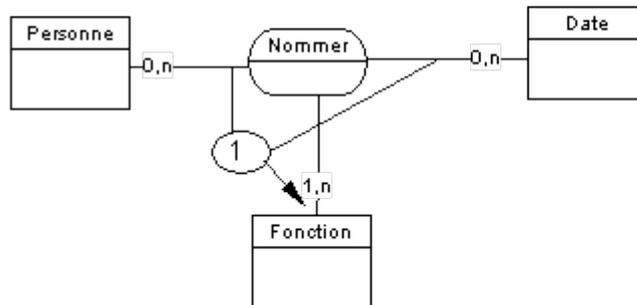
$P(P, Px) ; C(C, Cx) ; S(S, Sx) ; PratiqueDansUnClub(\#C, \#P, \#C)$

1 : la contrainte d'unicité



Pour une occurrence de entité1 et une occurrence de entité2, il existe une seule participation de entité3 à la relation

Exemple :



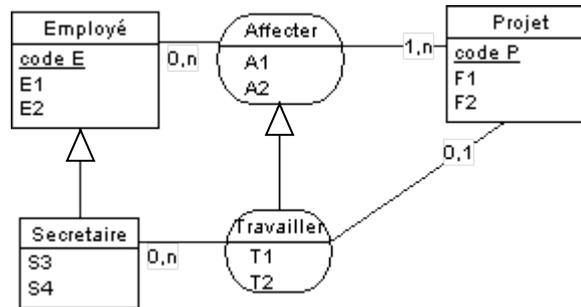
A une date donnée, une personne ne peut être nommée qu'à une seule fonction

Dans ce cas, c'est comme si on avait une association hiérarchique entre l'association « nommer » et l'entité « fonction ».

La spécialisation des associations

Les types et sous type de relations concernent des restrictions de la relation à des sous types d'entités.

MEA



On suppose qu'il y a au plus une secrétaire qui est affectée au projet.

La relation travailler est une relation sous type et hérite de toutes les propriétés de la relation sur type affecter, et peut comporter des propriétés propres.

MR

Employés (NE, E1, E2)

Projets (NP, P1, P2)

Affecter (#NE, #NP, A1, A2)

Secrétaires (#NE, S3, S4)

Travailler #(NE, NP), T1, T2)

Règle de passage du MEA au MR

La clé primaire de la table issue d'une association spécialisée non-hiérarchique fait référence à la clé primaire de la table issue de l'association-genre non-hiérarchique correspondante.

Remarque

Dans la table « Travailler », c'est le couple (NE, NP) qui est clé étrangère (et primaire). Il fait référence au couple (NE, NP) de « Affecter ».

9. Pour aller plus loin : quelques notions de logique formelle

Logique ancienne¹

La théorie de la modélisation repose en bonne partie sur la logique ancienne des prédicats élaborée pour la première fois par **Aristote** (-384 ; -322). Cette logique se divise en deux parties : une théorie du concept (le mot) et une théorie de la proposition (la phrase).

Qu'est-ce qu'un concept ?

➤ *Une représentation générale et abstraite*

Le **concept** (ou **notion**, ou **idée**) est une représentation mentale générale et abstraite d'un objet. Le concept est le résultat de l'opération de l'esprit qui fait qu'on place tel objet dans telle catégorie et non dans telle autre.

➤ *Un ensemble de propriétés : l'intension*

Le concept d'employé ne désigne pas tel employé précis mais l'ensemble des **propriétés** (ou **prédicats**, ou **attributs**, ou **caractères**) qui font qu'un employé est un employé et pas un client.

L'**intension** (avec un "s"), ou compréhension, d'un concept est l'ensemble de ses propriétés.

➤ *La réponse à la question : QUID ?*

Le concept c'est la réponse à la question : «qu'est-ce que c'est », c'est-à-dire « **quid** ».

A la place de concept, on peut parler de quiddité, d'essence, de substance, ou d'être.

➤ *Un concept a une extension*

L'**extension** d'un concept est l'ensemble des objets qu'il peut désigner.

➤ *Relation entre extension et intension*

L'intension (le nombre de propriétés) d'un concept est inversement proportionnelle à son extension (le nombre d'objets désignés par le concept) et réciproquement.

Le concept "employé" est plus précis que le concept "personne", ce qui signifie que sa compréhension est plus grande. Par contre, le concept "personne" s'applique à plus d'objets que le concept "employé", ce qui signifie que son extension est plus forte.

➤ *Relations entre concept et modèle relationnel*

Une table du modèle relationnel est un concept. Les attributs de la table sont l'intension du concept. Les tuples de la table sont l'extension du concept.

Pour toute table, il faut se demander : quid ? C'est-à-dire : qu'est-ce que c'est, qu'est-ce que cela représente, qu'est-ce que représente chaque tuple de la table.

1 **Thiry Philippe**, *Notions de logique*, De Boeck 1996, pp75-87 (182 p., environ 100 francs)

Chazal Gérard, *Éléments de logique formelle*, Hermes, 1996, pp. 17 à 29 (224 p., environ 150 francs).

Classes de propriétés : les prédicables

Porphyre (234-305), à la suite d'Aristote, définit **5 prédicables**, c'est-à-dire 5 classes de prédicats (ou de propriétés) : le genre, l'espèce, la différence, le propre et l'accident.

➤ *Genre et espèce*

Un premier concept est **le genre** d'un second quand l'extension du second est incluse dans celle du premier. Dans ce cas le second est **l'espèce** du premier. Par exemple l'animal est un genre de l'homme, l'homme est une espèce d'animal.

➤ *Différence*

La différence est ce qui différencie une espèce d'une autre dans un même genre.

Par exemple : l'homme est un animal raisonnable, ou bien : l'homme est un animal politique. Le caractère « raisonnable » distingue l'espèce animale « homme » des autres espèces animales.

➤ *Définition*

Une définition, c'est un genre et une différence.

➤ *Le propre*

Le propre est une propriété spécifique mais non nécessaire : le rire est le propre de l'homme. Le propre est une différence contingente (non nécessaire, qui pourrait ne pas être).

➤ *L'accident*

L'accident est une propriété non spécifique et non nécessaire : cet homme est brun. « brun » est ici une propriété accidentelle.

➤ *Relations entre prédicables et modèle relationnel*

Le genre et l'espèce correspondent aux mêmes notions dans le modèle relationnel.

L'accident correspond aux valeurs possibles pour un attribut dans le modèle relationnel.

La différence comme le propre sont des attributs de l'espèce. On pourrait par exemple mesurer pour chaque homme le degré de raison pour le caractère « raisonnable ».

Qu'est-ce qu'une proposition ?

➤ *Sujet - copule - prédicat*

Une proposition est une phrase associant deux concepts par le verbe être :

1er concept - verbe être - 2ème concept

Le premier concept est appelé **sujet**. Le verbe être est appelé **copule**, le second est appelé **prédicat** ou attribut.

Exemple : Pierre est brun, certains chats sont gris, tous les hommes sont mortels.

La proposition : "Pierre court" est analysée en "Pierre est courant".

➤ *Classification des propositions (des jugements)*

Après **Aristote**, la classification courante des propositions propose quatre critères : la quantité, la qualité, la relation et la modalité.

Une proposition est aussi appelé : jugement.

➤ *Jugement universel et particulier*

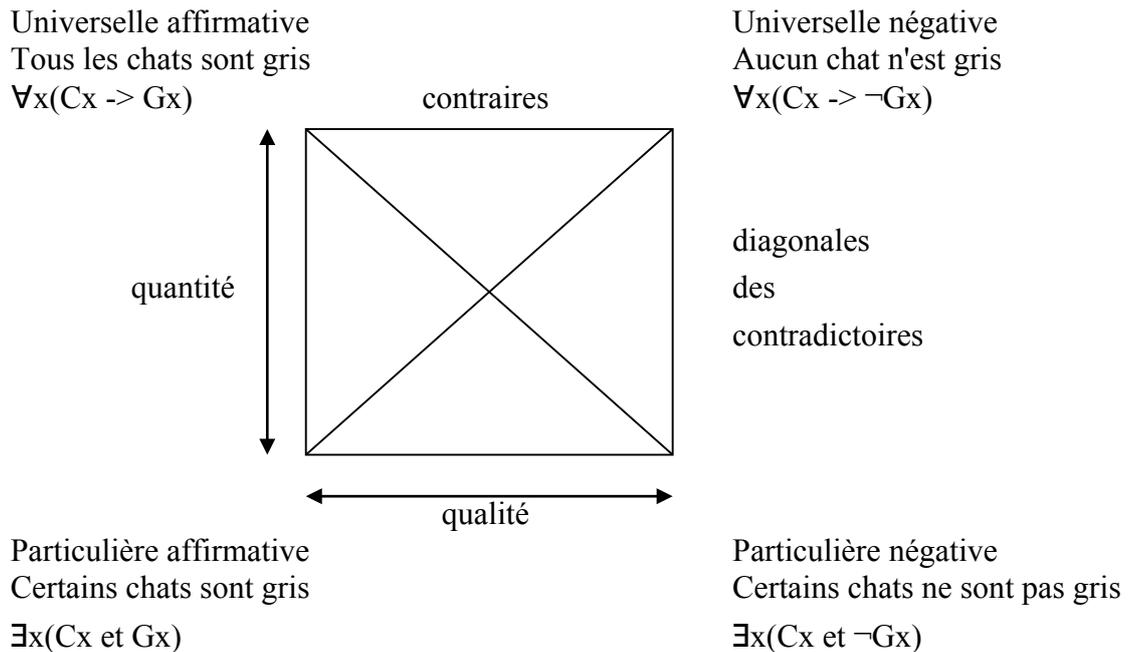
La quantité du jugement correspond à l'extension du sujet. Dans la proposition "tous les employés sont mortels", le jugement est dit universel. Dans la proposition "certains employés sont parisiens", le jugement est dit particulier.

➤ **Jugement affirmatif et négatif**

La qualité du jugement correspond au caractère affirmatif ou négatif de la copule : "certains chats sont gris" est une proposition affirmative, "certains chats ne sont pas gris" est une proposition négative.

➤ **Le carré logique**

À partir des critères de la quantité et de la qualité, on aboutit au "carré logique" :



➤ **Contradictoires et contraires**

Cette analyse des propositions permet de déterminer mécaniquement les contradictoires. Les contradictoires sont des propositions telles que si l'une est vraie l'autre est fausse et si l'une est fausse l'autre est vraie. Par exemple, la contradictoire d'une universelle affirmative ("tous les chats sont gris") est une particulière négative ("certains chats ne sont pas gris").

Autre exemple : la contradictoire de "certains parisiens ont au moins deux voitures" est "Aucun parisien n'est ayant au moins deux voitures", soit "aucun parisien n'a au moins deux voitures", ou encore "les parisiens n'ont pas plus d'une voiture".

Il ne faut pas confondre les contradictoires et les contraires. Les contraires sont des propositions telles que si l'une est vraie, l'autre est fausse, mais de la fausseté de l'une on ne peut rien déduire. S'il est vrai que tous les chats sont gris, je peux en conclure qu'il est faux qu'aucun chat n'est gris. Par contre, s'il est faux que tous les chats sont gris, je ne peux pas en conclure qu'aucun chat n'est gris.

➤ **Syllogisme**

C'est aussi à partir de ce type de proposition qu'Aristote établit sa théorie du syllogisme : théorie du raisonnement, c'est-à-dire de la production mécanique de nouvelles propositions à partir de propositions existant déjà.

Exemples :

- Tous les A sont B + Tous les B sont C \Rightarrow Tous les A sont C
- Aucun A n'est B + Tous les C sont A \Rightarrow Aucun C n'est A

Les syllogismes d'Aristote se ramènent à de la logique ensembliste. Euler utilisera les diagrammes de Venn pour montrer ça.

La logique ensembliste est utile quand on écrit des requêtes SQL d'interrogation de la base de données à partir du modèle relationnel.

Logique moderne²

La logique moderne va se détacher des formes du langage naturel. C'est le mathématicien, logicien et philosophe allemand **Gottlob Frege** (1848-1925) qui en est le fondateur.

Frege distingue entre **objet** et **concept**. Un nom d'objet, ou nom propre, n'est jamais prédicatif. En revanche le concept est toujours prédicatif.

Pierre est un homme se décompose en un objet : "Pierre", et un prédicat : "est un homme". On dit que l'objet "Pierre" tombe sous le concept "est un homme". Certains objets tombent sous le concept "est un homme", d'autres pas. On dit que le concept a un argument. Les concepts à deux ou plus de deux arguments sont appelés **relations**³. Concepts et relations sont aussi appelés **prédicats**.

Dans une proposition, on distingue : les prédicats et les objets. Les objets peuvent être des variables. On peut leur appliquer les quantificateurs universels introduits par Frege.

"Pierre est un homme"	devient	"EstUnHomme(Pierre)"
"Pierre aime Marie"	devient	"AimeMarie(Pierre)"
	ou	"EstAiméParPierre(Marie)"
	ou	"Aime(Pierre, Marie)"

Ce qu'on écrira en logique symbolique :

Ha, Aa,b

a, b, c, ... représentent les constantes d'individus (Pierre, Marie, etc.). Les majuscules (H, A, etc.) représentent les symboles de prédicats (unaires, binaires, ...).

À ce formalisme, on peut appliquer les quantificateurs universels introduits par Frege et les opérateurs de l'algèbre de **Boole**⁴ (1815-1864)

"Tous les hommes sont mortels"	devient	" $\forall x$ (EstUnHomme (x) \rightarrow EstMortel (x))"
"Certains hommes sont bruns"	devient	" $\exists x$ (EstUnHomme (x) et EstBrun (x))"

Ce qu'on écrira en logique symbolique :

Ha, $\forall x(Hx \rightarrow Mx)$, $\exists x(Hx \wedge Bx)$

x, y, z, ... sont les variables objets, \forall et \exists sont les deux symboles de la quantification. On trouve aussi les connecteurs de la logique booléenne, particulièrement "et" (\wedge), "ou" (\vee), "implique" (\rightarrow) et "non" (\neg).

2 **Frege Gottlob**, Ecrits logiques et philosophiques, Points Essais.

3 d'où probablement le nom de modèle relationnel

4 Chez les historiens de la logique, Frege et Boole se disputent la paternité de la logique moderne.