

Analyse 1^{ère} partie

Principes et Méthodes

Institut Saint-Laurent - Baccalauréat en Informatique

Modélisation Entité-Association - Théorie

VINCENT WILMET
vincent.wilmet@gmail.com

Table des matières

INTRODUCTION.....	3	Elaboration d'un MCD	42
Définition	4	Récouter les informations	42
Modèles.....	5	Réduire l'information	42
Modèle Entité Association	7	Déterminer les entités	42
LE MODELE ENTITE-ASSOCIATION.....	8	Déterminer les associations.....	42
Entité	9	Déterminer les attributs	43
Définitions.....	9	Déterminer les identifiants.....	43
Exemples.....	9	Déterminer les cardinalités	43
Formalisme	10	Vérifier.....	43
Particularités et terminologie.....	10	Valider le modèle auprès du commanditaire....	44
Association.....	12	Remarques	44
Définitions.....	12	VERS LE MODELE PHYSIQUE	45
Exemples.....	12	Concepts de base du MPD.....	46
Formalisme	13	Formalisme	47
Particularités et terminologie.....	13	Principes de transformation.....	48
Remarques sur les Entités et les Associations ..	15	Préambule	48
Distinction.....	15	Entité	48
Noms et définitions	15	Cardinalité.....	48
Attribut.....	16	Association binaire « one-to-many ».....	49
Définitions.....	16	Association binaire « one-to-many »	
Exemples.....	16	dépendante	50
Formalisme	17	Association binaire « one-to-many »	
Particularités et terminologie.....	17	dépendante	50
Identifiant	20	Association binaire « one-to-one » sans	
Définitions.....	20	attribut.....	51
Exemples.....	20	Association binaire « one-to-one » avec	
Formalisme	21	attributs.....	52
Particularités et terminologie.....	21	Association binaire « many-to-many ».....	53
Cardinalité	23	Association réflexive « one-to-many ».....	54
Définitions.....	23	Association réflexive « many-to-many ».....	55
Exemples.....	24	Relation n-aire.....	56
Formalisme	24	Héritage (sous-type / surtype).....	57
Particularités et terminologie.....	25	Exemple	58
Lecture.....	26	LA NORMALISATION	59
Interprétation.....	26	Contexte.....	60
Association dépendante	29	Dépendance	61
Contexte.....	29	Définition	61
Définitions.....	29	Exemple.....	61
Exemples.....	29	Règles mathématiques	62
Formalisme	29	1NF	63
Particularités et terminologie.....	30	Définition	63
Interprétation.....	30	Exemples	63
Héritage	33	2NF	64
Contexte.....	33	Définition	64
Définitions.....	33	Illustration	64
Exemples.....	34	Contre-Exemple.....	64
Formalisme	34	Solution	65
Particularités et terminologie.....	35	Modèle conceptuel.....	65
Interprétation.....	36	3NF	66
Contraintes	37	Définition	66
Contexte.....	37	Illustration	66
Contraintes « exprimées »	37	Contre-Exemple.....	66
Contraintes d'intégrité référentielle	37	Solution	67
Contraintes textuelles.....	38	Modèle conceptuel.....	67
Transformation d'une Association.....	39	BCNF (Boyce Codd Normal Form)	68
Contexte.....	39	Remarques	68
Transformation	39	Définition	68
Exemple	41	Illustration.....	68

Contre-Exemple	69
Solution	69
Modèle conceptuel	70
Récapitulatif	71
« Truc »	71
Illustration.....	71
2NF	71
3NF	71
BCNF	71
Considérations	72
EXERCICES.....	73
Exercice 1.....	74
La société Alpha	74
La carte routière.....	74
La quincaillerie	74
Les machines-outils.....	75
La compagnie d'assurance	75
Exercice 2.....	76
L'école.....	76
La bibliothèque	77
Exercice 3.....	78
La vidéothèque	78
L'école secondaire	79
La société « Du Bon Vin »	80
La gestion des accès.....	81
L'hebdomadaire	82
Exercice 4.....	84
L'atelier de jouets.....	84
Le tournoi de Tennis.....	85
Exercice 5.....	87
Est-ce normal ?	87
SOLUTIONS	88
Exercice 1.....	89
La société Alpha	89
La carte routière.....	90
La quincaillerie	91
Les machines-outils.....	92
La compagnie d'assurance	93
Exercice 2.....	94
L'école.....	94
La bibliothèque	95
Exercice 3.....	96
La vidéothèque	96
L'école secondaire	98
La société « Du Bon Vin »	100
La gestion des accès.....	103
L'hebdomadaire	104
Exercice 4.....	106
L'atelier de jouets.....	106
Le tournoi de Tennis.....	110
Exercice 5.....	113
Est-ce normal ?	113

INTRODUCTION

Définition

But de l'analyse

Modéliser un système d'information.

Modéliser

Représenter de manière simplifiée une réalité en utilisant un formalisme prédéfini.

Système d'information

Ensemble des informations relatives à un domaine particulier et bien défini.

Information

Elément de connaissance susceptible d'être pris en compte.

Domaine

Ce qui concerne l'objet de l'étude.

Modèles

Les différents modèles

❑ Modèle conceptuel :

Représente de manière abstraite (\neq concret, \neq réel) le système d'information indépendamment de l'organisation logique des données (Relationnelle, Orienté Objet, Hiérarchique,...)

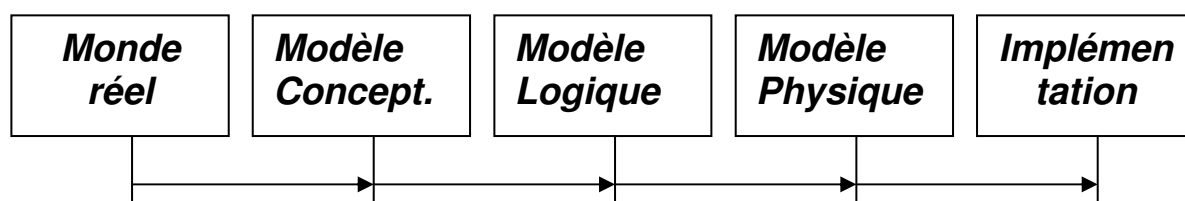
❑ Modèle logique :

Dépend de l'organisation logique des données telle que le type de Base de Données,... mais pas des contraintes d'implémentation telles que l'espace disque, les performances,...

❑ Modèle physique :

Dépend de l'environnement d'implémentation (machine, type de base de données,...)

Attention : Les limites entre les modèles bien que théoriquement précises sont, dans la pratique, pas toujours évidentes à percevoir.



Illustration

Cette image est un bon exemple de ce qu'est un modèle.

La pipe peinte par Magritte n'est pas une pipe mais bien la représentation d'une pipe. Il en va de même avec un modèle : ce n'est pas la réalité mais la représentation de la réalité.



Modèle Entité Association

- ❑ Le modèle Entité-Association est un modèle conceptuel où on parle de modélisation sémantique des données (Travaux de P. Chen en 1976)
- ❑ Il permet de structurer les données et les relations qui existent entre celles-ci.
- ❑ Le Modèle Entité-Association possède un formalisme précis ; c'est-à-dire des règles de représentation graphique. Cela permet une compréhension rapide et uniforme du système d'information décrit.
- ❑ Un nombre limité de concepts est utilisé dans la modélisation Entité-Association.
 - Entité
 - Association
 - Attribut
 - Identifiant
 - Cardinalité
 - Entité dépendante
 - Héritage
- ❑ Remarque :
En anglais, Entité Association se dit « Entity Relationship ». C'est, malheureusement, trop souvent traduit par Entité Relation.

LE MODELE ENTITE- ASSOCIATION

Entité

Définitions

- ❑ Simple :

Ensemble d'objets que l'on peut distinguer.

- ❑ Plus précise :

Classe d'objets perçus dans le domaine d'application et sur laquelle le système d'information possède des renseignements.

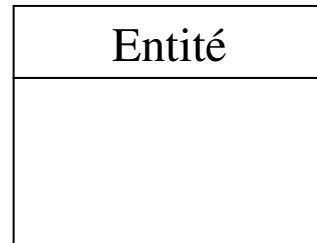
Ensemble d'informations existant dans le système d'information étudié et « repéré » en raison de son utilité.

Exemples

- ❑ Personne
- ❑ Client
- ❑ Employé
- ❑ Livre

Formalisme

- ❑ L'entité est représentée par un rectangle contenant le nom de l'entité.



Particularités et terminologie

- ❑ Une entité doit être importante pour le domaine d'application étudié.
- ❑ Une entité doit être porteuse d'information.
- ❑ Une entité peut être concrète ou abstraite.

Exemples :

- Concrète : une classe (un local ; partie d'un bâtiment)
- Abstraite : une classe (groupe d'élèves)

- ❑ Une entité est constituée d'occurrences.

Exemple :

- M. Dupont, Mme Durant sont des occurrences de l'entité Client.

- ❑ Une définition constitutive de l'entité permettra de déterminer clairement la population de celle-ci.

Exemple :

- L'entité véhicule est définie comme engin de transport de personnes ou de marchandise, avec ou sans pilote, propulsé par un moteur autonome, ...
- ❑ Une entité possède des caractéristiques qui sont décrites par un ensemble de données, on les appelle attributs ou propriétés. Une occurrence possédera donc une valeur pour chaque attribut de l'entité.

Exemple :

- L'entité Elève a comme attribut l'âge.
 - L'élève Dupuis a 15 ans.
 - L'élève Latour a 16 ans.
- ❑ Chaque occurrence doit pouvoir être distinguée des autres occurrences. 2 occurrences ne pourront pas être identiques en tout point. En d'autres termes, toute occurrence doit pouvoir être différenciée et identifiée.
- ❑ Les entités sont des ensembles distincts d'objets. En d'autres termes, une même occurrence ne peut faire partie de deux entités différentes.

Association

Définitions

- ❑ Simple :

Lien significatif entre 2 ou plusieurs entités.

- ❑ Plus précise :

Une association est une correspondance reconnue entre 2 ou plusieurs entités (distinctes ou non) où chacune joue un *rôle* particulier.

Une association correspond à une ou plusieurs règles d'organisation ou de logique dans le système d'information et doit y être reconnu comme *important* pour sa gestion.

Exemples

- ❑ Affectation entre Employé et Département.
- ❑ Achat entre Client et Produit.
- ❑ Inscription entre Elève et Ecole
- ❑ Pratiquer entre Médecin, Acte et Patient.

Formalisme

- ❑ L'association est représentée par un ovale (ou un losange) contenant son nom.
- ❑ La liaison entre l'entité et l'association est représentée par une ligne continue.
- ❑ Le rôle de l'entité est indiqué à côté de l'entité le long de la liaison qui mène à l'association.



Particularités et terminologie

- ❑ Une association existe que si les entités qu'elle lie existent aussi.
- ❑ Chaque entité joue un rôle dans l'association.

Exemple :

Dans l'association Achat entre Client et Produit.

- Le client *achète* le produit.
- Le produit *est acquis par* le client.

- ❑ Une association n'a pas d'orientation ; elle peut être interprétée dans n'importe quel sens. Par contre le rôle permet la lecture de l'association dans une seule direction.

- ❑ Une association lie la plupart du temps 2 entités (association binaire). Il se peut cependant qu'elle lie 3 entités ou plus. Ce type d'association peut le plus souvent être décomposé en plusieurs associations binaires.

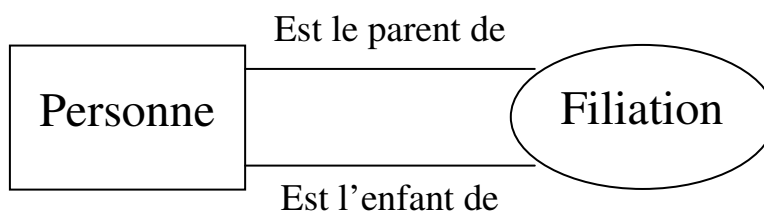
Exemple :

- L'association Location lie les entités Personne, Logement, Contrat.

- ❑ Une association peut associer une entité avec elle-même. On parle d'association réflexive.

Exemples :

- ❑ L'association filiation lie l'entité Personne à elle-même. Les rôles sont : « Est le parent de », « Est l'enfant de ».



- ❑ Une association est dénommée par un substantif ou un verbe.

Exemple :

- L'association qui lie les entités Personne, Logement peut s'appeler Location ou Louer.

Remarques sur les Entités et les Associations

Distinction

Il n'est pas toujours évident de distinguer les 2 concepts. Pour certaines personnes la même information peut être vue comme une entité alors que d'autres la verront comme une association.

Exemple :

Le mariage.

- C'est une association entre 2 personnes.
- C'est une entité si l'on veut pouvoir comptabiliser les mariages suivant certains critères.

Noms et définitions

Il est important de bien choisir le nom de chaque entité et chaque association. Ceux-ci doivent être le plus précis possible et doivent permettre de distinguer clairement les entités et les relations entre elles.

Les définitions doivent lever toutes les ambiguïtés possibles et permettre de déterminer si un objet quelconque en fait partie ou non.

Attribut

Définitions

- ❑ Simple :

Information élémentaire qui décrit une entité (ou une association).

- ❑ Ou encore :

Donnée élémentaire permettant de décrire une entité ou une association et se mesurant par une valeur.

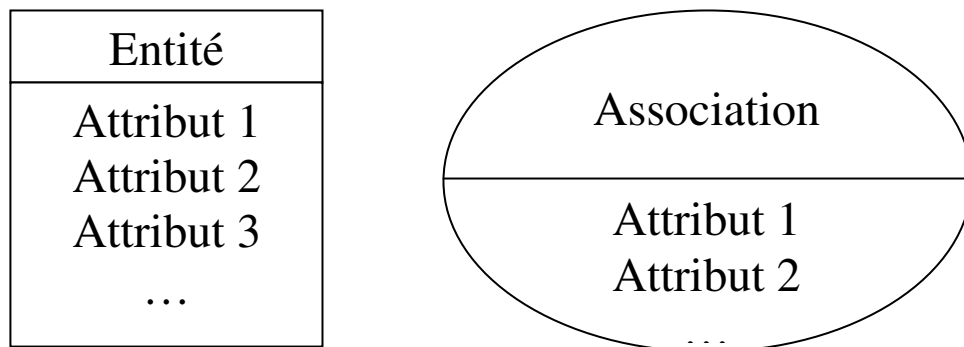
Caractéristique commune à toutes les occurrences d'une même entité ou d'une même association et dont chacune possède des valeurs qui lui sont propres.

Exemples

- ❑ Le Nom d'une Personne.
- ❑ La Date de naissance d'une Personne.
- ❑ Le Prix d'achat d'un Produit.
- ❑ La date de début et la date de fin dans l'association Location entre Appartement et Personne.

Formalisme

- ❑ Le nom de l'attribut est inscrit à l'intérieur du symbole (rectangle ou ovale) représentant l'entité ou l'association.
- ❑ La liste des attributs est séparée du nom de l'entité ou de l'association par une ligne.



Particularités et terminologie

- ❑ Une entité possède au moins une propriété.
- ❑ Une association peut ne pas avoir de propriété.
- ❑ Chaque attribut d'une entité doit caractériser toute occurrence de la même manière

Exemple :

- Le Prix d'un Livre ne peut pas tantôt être le prix de vente, tantôt être le prix d'achat selon le livre dont il est question.

- Toutes les valeurs possibles d'un attribut constituent le domaine de valeurs.

Exemples :

- Age : nombre entier positif.
- Sexe : M, F.
- Montant : nombre positif avec 2 décimales.

- La valeur d'un attribut pour une occurrence donnée peut varier dans le temps.

Exemple :

- Le nombre d'enfants d'une Personne.

- Un attribut peut-être obligatoire ou facultatif. Obligatoire, l'attribut a toujours une valeur quelque soit l'occurrence ; facultatif, il se peut que pour certaines occurrences cet attribut n'ait pas de valeur.

Exemple :

- Obligatoire : le nom d'un client.
- Facultatif : le numéro de GSM d'un client.

- Un attribut peut-être simple ou structuré

Exemple :

- Simple : un nombre, un nom, ...
- Structuré : une date, un numéro de compte, ...

- ❑ Un attribut doit être atomique.

Il est atomique si :

- Il n'est pas constitué d'une agrégation d'attributs plus élémentaires.
- Il n'est pas multivalué. (C'est-à-dire composé d'une liste de valeurs.)

Exemple :

- Une Adresse est une agrégation d'un Nom de Rue, d'un numéro, d'un Code postal, ...
 - Les enfants d'une personne est un attribut multivalué.
-
- ❑ On parle parfois de propriété en lieu et place d'attribut.

Identifiant

Définitions

- ❑ Simple :

Un ou plusieurs attributs dont les valeurs de chaque occurrence permettent de l'identifier.

- ❑ Ou encore :

Attribut(s) permettant de désigner de manière univoque chaque occurrence de l'entité.

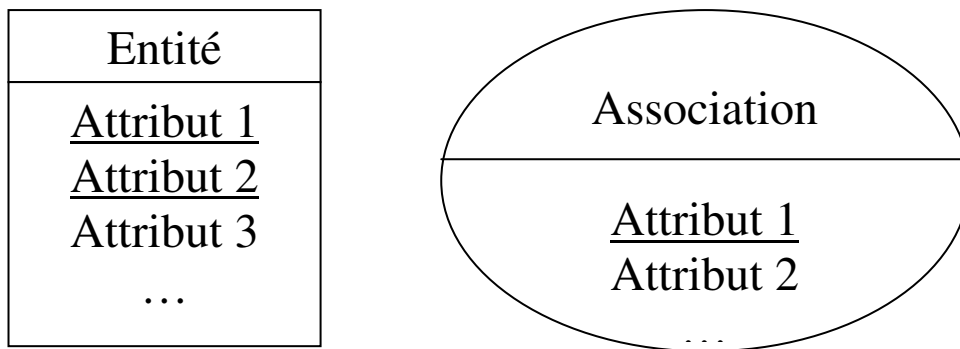
Attribut(s) de l'entité tel(s) que, pour chacune des valeurs de ceux-ci, il n'existe au maximum qu'une occurrence.

Exemples

- ❑ Le Numéro de registre national d'une Personne.
- ❑ Le Numéro de châssis d'une Voiture.

Formalisme

- ❑ Le ou les attributs formant l'identifiant sont soulignés.
- ❑ Les attributs identifiant sont en tête de la liste des attributs.



Particularités et terminologie

- ❑ Un identifiant doit être minimal. C'est-à-dire qu'aucun attribut le composant ne peut être lui-même identifiant.
- ❑ La valeur d'un identifiant pour une occurrence donnée ne peut pas varier dans le temps.
- ❑ La valeur d'un identifiant pour une occurrence donnée ne peut être indéfinie. En d'autres termes, l'identifiant est composé d'attributs obligatoires.
- ❑ Une entité peut avoir plusieurs identifiants. Un d'entre eux sera dénommé identifiant primaire ; le ou les autres seront appelés identifiants candidats.

Exemple :

L'entité voiture peut avoir 2 identifiants :

- Le Numéro de châssis.
- Le Pays et le Numéro de plaque.

- ❑ L'identifiant d'une association, en plus de son identifiant explicite (si il est défini), est implicitement composé des identifiants des entités qu'elle lie.
L'association peut donc ne pas avoir d'identifiant « complet » explicite.

Exemple :

Chaque occurrence de l'association Achat entre les entités Client et Produit peut être distinguée si elle inclut le nom du client et le nom du produit.

- L'achat du Produit «Banane» par le Client «Dupont».
- L'achat du Produit «Pomme» par le Client «Dupuis».
- ...

Cardinalité

Définitions

□ Simple :

La cardinalité permet de répondre à la question suivante:
Pour une occurrence de l'entité, combien peut-il y avoir
d'occurrences de l'association ?

□ Plus précise :

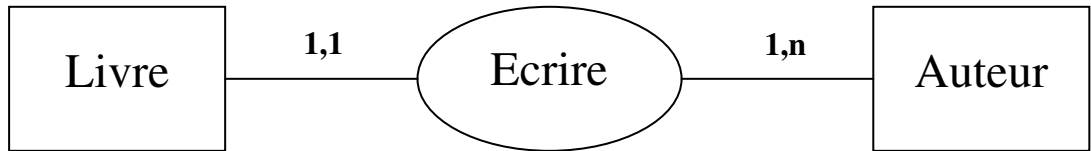
Une cardinalité exprime le nombre de **participations**
possibles d'une occurrence de chaque entité à l'association.
La cardinalité est précisée pour chaque entité liée à
l'association.

La cardinalité est le nombre de fois qu'une entité peut
participer à une association et ce « quel que soit le
moment ».

Le nombre de participations possibles d'une occurrence de
l'entité à une association étant variable, la cardinalité
s'exprime par deux nombres : la **cardinalité minimale** (qui
exprime le nombre minimum de participations de chaque
occurrence à l'association) et la **cardinalité maximale** (qui
exprime le nombre maximum de participations de chaque
occurrence à l'association).

Exemples

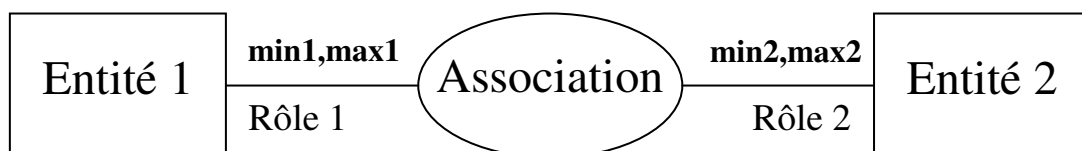
- ❑ Un livre est écrit par exactement un auteur.
- ❑ Un auteur écrit au moins un livre.



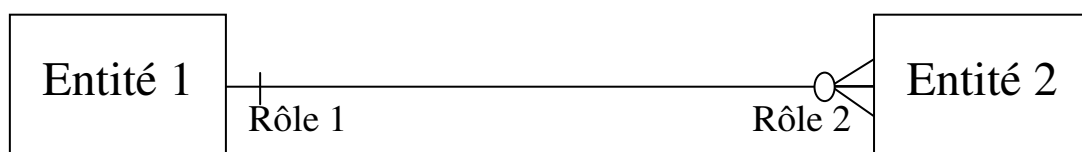
- ❑ Une voiture est conduite par une et une seule personne
- ❑ Une voiture peut légalement contenir 0, 1, 2, 3 ou 4 passagers.
- ❑ Un match de football permet à exactement 2 équipes de s'affronter.

Formalisme

- ❑ La cardinalité minimum et la cardinalité maximum sont représentées par un couple composé soit d'un nombre, soit de la lettre N.
- ❑ Les cardinalités s'affichent à côté de l'entité juste au-dessus du trait qui la relie à l'association.



- ❑ Il existe une autre convention purement graphique où le 0 est représenté par un petit rond (°), le 1 par une barre verticale (|) et le N par un « râteau » (≡).



Particularités et terminologie

❑ Interprétation :

Cardinalité Minimum

0	Une occurrence de l'entité peut exister sans participer à l'association. On parle de <i>participation facultative</i> .
1	Une occurrence de l'entité participe <u>au moins</u> une fois à une occurrence de l'association. On parle de <i>participation obligatoire</i> .

Cardinalité maximale

1	Une occurrence de l'entité participe <u>au plus</u> une fois à une occurrence de l'association. On parle de <i>participation unique</i> .
N	Une occurrence de l'entité participe plusieurs fois à l'association. On parle de <i>participation multiple</i> .

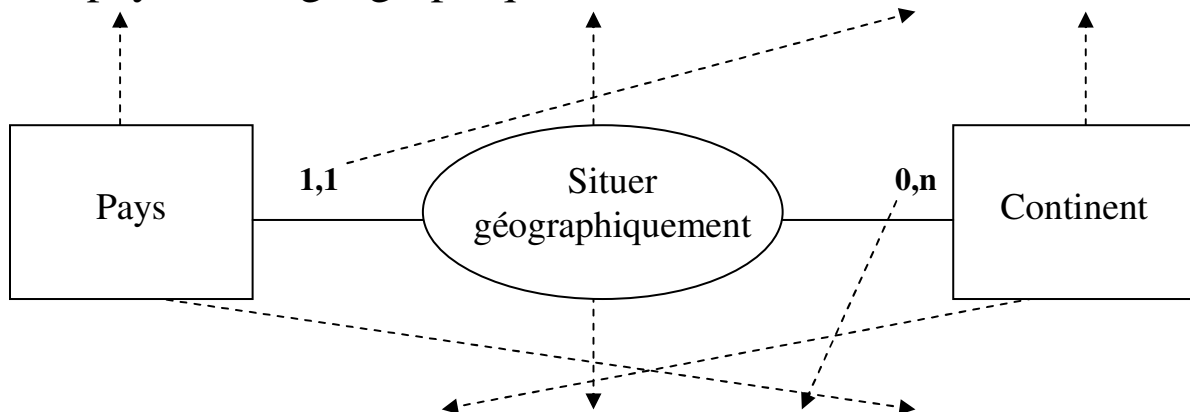
Combinaisons

0,1	Une occurrence de l'entité participe au plus une fois à l'association. On parle de <i>participation unique facultative</i> .
1,1	Une occurrence de l'entité participe exactement une fois à l'association. On parle de <i>participation unique obligatoire</i> .
0,N	Une occurrence de l'entité peut ou non participer un nombre indéterminé de fois à l'association à l'association. On parle de <i>participation multiple et facultative</i> .
1,N	Une occurrence de l'entité participe au moins une fois à l'association. On parle de <i>participation multiple et obligatoire</i> .

- ❑ La cardinalité exprime une contrainte valable à tout moment de la vie de chaque occurrence d'une entité.

Lecture

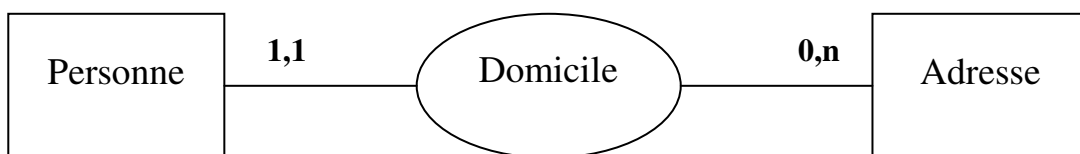
Un pays est « géographiquement situé » dans un continent.



Un continent contient plusieurs pays.

Interprétation

- Une personne est domiciliée à une adresse à la fois.

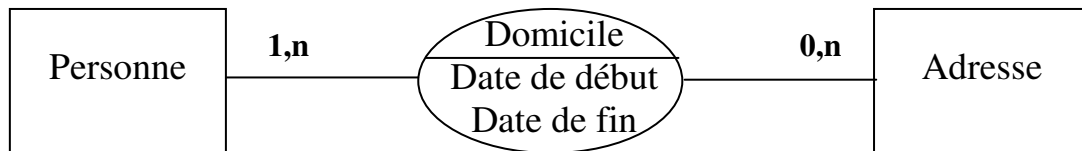


Il se peut qu'il déménage, mais à une personne doit être associé une et une seule adresse.

A une même adresse, peuvent être associées plusieurs personnes. Ce nombre peut d'ailleurs varier dans le temps.

On parle d'une association One-to-Many.

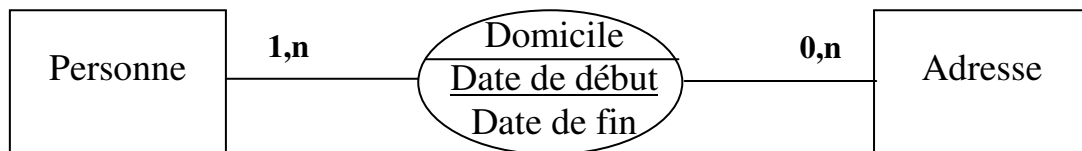
- Une personne est domiciliée à une adresse à la fois et à un moment donné. Elle ne peut cependant pas être domiciliée deux fois à la même adresse.



Une personne est domiciliée à une adresse mais on garde trace de ses domiciliations précédentes : une personne peut, dès lors, être associée à plusieurs adresses mais pas deux fois à la même adresse.

On parle d'une association *Many-to-Many*.

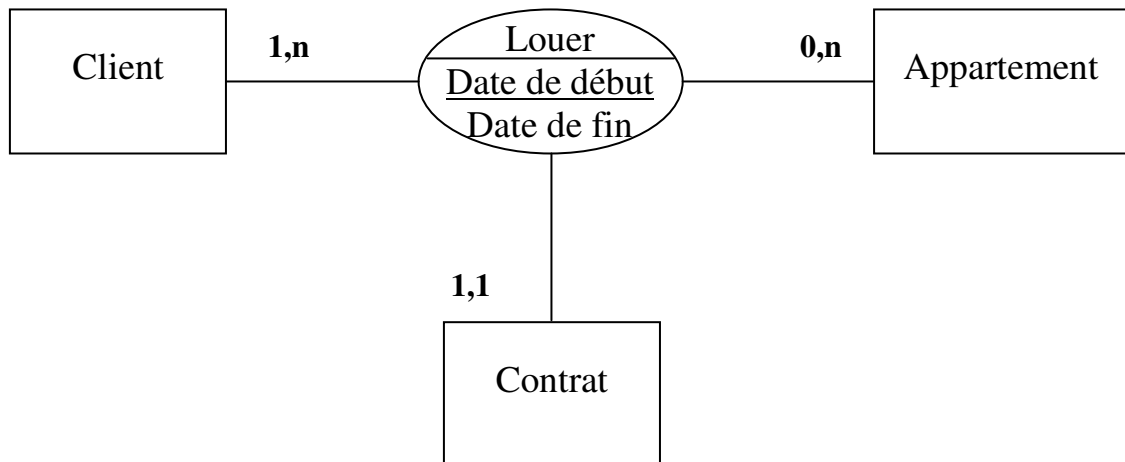
- Une personne est domiciliée à une adresse à la fois et à un moment donné. Elle peut être domiciliée à une même adresse à plusieurs moments différents.



Une personne est domiciliée à une adresse. On garde trace de ses domiciliations précédentes : une personne peut, dès lors, être associée à plusieurs adresses, même s'il revient plusieurs fois à la même adresse.

On parle aussi d'une association *Many-to-Many identifiée*.

- Il s'agit de modéliser la gestion des contrats de locations des appartements d'un immeuble.



Pour un client, il y a au moins un couple
Appartement/Contrat mais il peut y en avoir plusieurs.
Pour un appartement, il peut soit n'y avoir aucun couple
Client/Contrat, soit y en avoir un, soit plusieurs.
Pour un contrat, il n'y aura qu'un seul couple
Client/Appartement.

On se rend compte que la cardinalité s'interprète par rapport
au couple d'entités associées et non par rapport à une seule de
ces entités.

Association dépendante

Contexte

Une entité doit avoir un identifiant. Mais il arrive que les attributs d'une entité ne soit pas suffisant pour identifier chaque occurrence de l'entité.

En fait, ce type d'entité utilise l'identifiant d'une ou plusieurs entités avec lesquelles elle a une association dépendante.

Définitions

- ❑ Une association est dite dépendante si une entité est partiellement identifiée par une autre.

Exemples

- ❑ Un bagage est partiellement identifié par son propriétaire.
- ❑ Un couple est complètement identifié par le mari et par la femme.

Formalisme

- ❑ La cardinalité du lien est entourée de parenthèses pour indiquer que le lien est identifiant.



Particularités et terminologie

- ❑ L'association dépendante est parfois appelée association hiérarchique.

- ❑ On parle aussi de

Lien identifiant ;

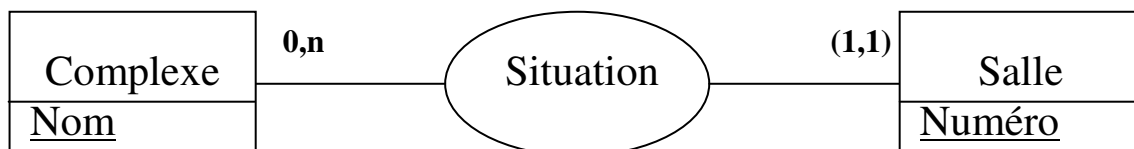
Relation Père-Fils ;

Contrainte d'intégrité fonctionnelle.

- ❑ Si une association est dépendante, l'existence d'une occurrence dans l'entité dépendante implique nécessairement l'existence de l'occurrence dont elle dépend dans l'entité « parent ».

Interprétation

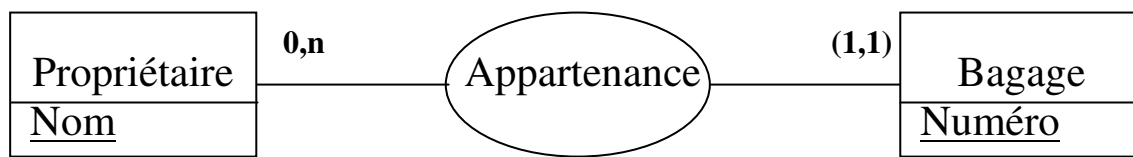
- ❑ Une salle est partiellement identifiée par le complexe cinématographique auquel elle appartient.



La salle est identifiée par le nom du complexe où elle est située puis par un numéro de séquence arbitraire.

Une salle n'existe que si elle est liée à un complexe et donc, a fortiori, que si ce complexe existe.

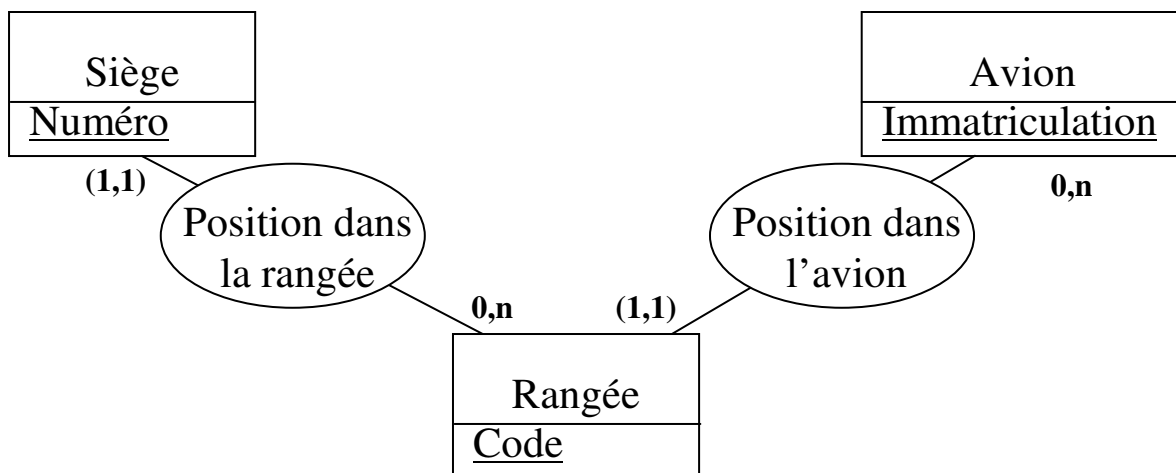
- Un bagage est partiellement identifié par son propriétaire.



Le bagage est identifié par le nom de son propriétaire puis par un numéro de séquence arbitraire.

Un bagage n'existe que si son propriétaire existe.

- Un siège dans un avion est identifié partiellement par la rangée et par l'avion dans lequel ils se trouvent.

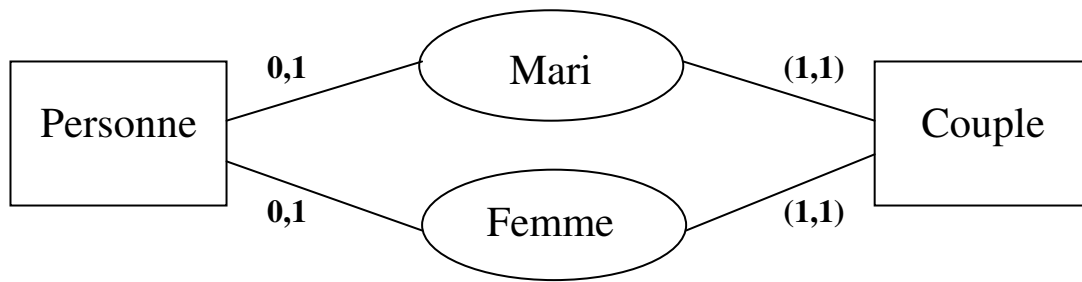


Le siège est identifié par son numéro puis par le code de la rangée où il se trouve.

La rangée est identifiée par son code puis par l'immatriculation de l'avion où elle se trouve.

En d'autres termes, le siège est identifié par l'immatriculation de l'avion, puis par le code de la rangée et enfin par son numéro.

- Un couple est composé d'un mari et d'une femme.



Un couple n'existe que s'il y a un mari et une femme.

Un couple n'a pas d'identifiant naturel autre que l'identifiant de l'occurrence de l'entité **Personne** dans l'association **Mari** combiné avec l'identifiant de l'occurrence de l'entité **Personne** dans l'association **Femme**.

Héritage

Contexte

Il arrive que plusieurs entités aient un ensemble d'attributs et/ou un ensemble d'associations similaires. Il serait intéressant d'isoler la partie commune en une entité particulière et de créer des entités séparées pour les parties spécifiques.

Définitions

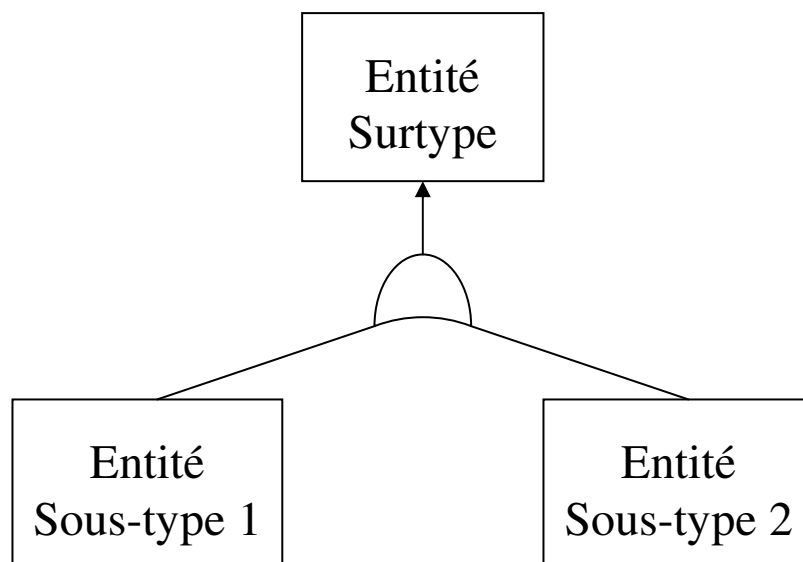
- ❑ L'héritage permet de définir une ou plusieurs entités spécialisées par rapport à une entité générale.
- ❑ L'entité générale est appelée entité surtype, elle est dotée de toutes les caractéristiques communes aux entités spécialisées.
- ❑ Les entités spécialisées appelées sous-types ne disposent que des caractéristiques qui leur sont propres.
- ❑ Un lien d'héritage sera établi entre une entité générale et les entités spécialisées partageant ses caractéristiques.

Exemples

- ❑ Les fournisseurs et les clients sont tous des personnes. Mais chacun aura des attributs et des associations qui leur sont propres (conditions de paiement accordées aux clients, délai de livraison du fournisseur, ...).
- ❑ Un client peut être soit une personne, soit une société.

Formalisme

- ❑ Les entités sous-type sont connectées à une demi-lune et une flèche spécifie l'entité surtype.

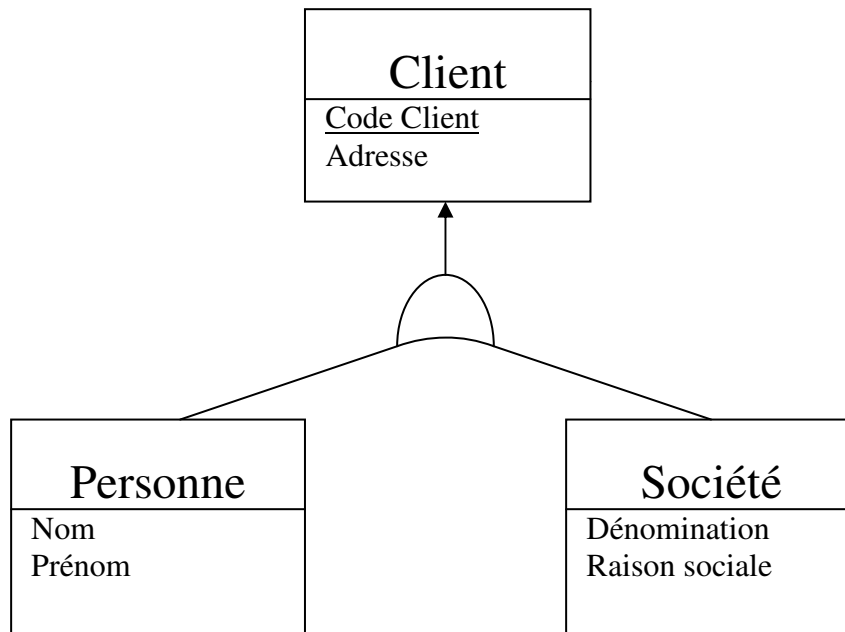


Particularités et terminologie

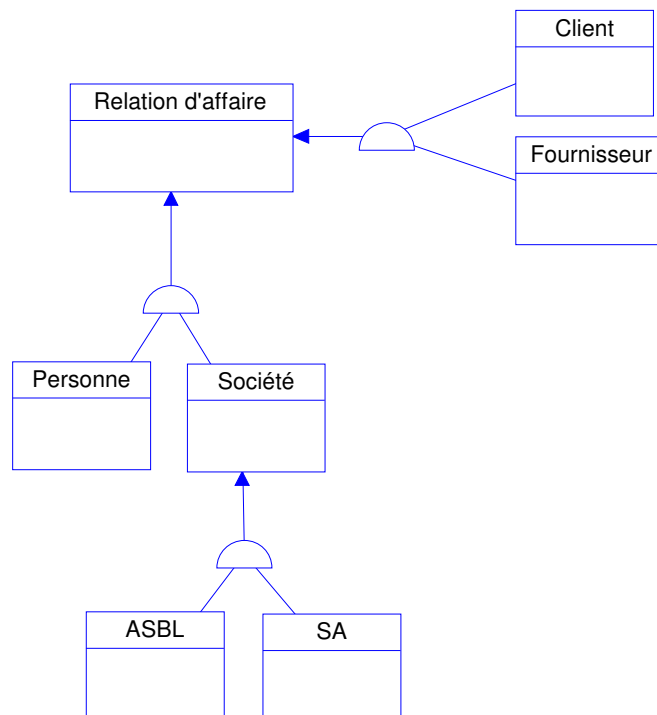
- ❑ Une entité ne peut-être le sous-type que d'une seule entité surtype.
- ❑ Une entité sous-type « hérite » nécessairement des attributs et des associations de l'entité surtype à laquelle est associée.
- ❑ Une occurrence d'une entité sous-type implique nécessairement l'existence d'une occurrence correspondante dans l'entité surtype.
- ❑ Une entité sous-type n'a pas d'identifiant propre. Implicitement, son identifiant sera celui de l'entité surtype.
- ❑ Une entité surtype doit, par contre, toujours avoir un identifiant.
- ❑ Des associations peuvent exister entre les entités sous-type ou entre une entité sous-type et l'entité surtype qui lui est associée.

Interprétation

- Un client peut être soit une personne, soit une société.



- Une relation d'affaire peut être soit un client, soit un fournisseur et elle peut être soit une personne, soit une société...



Contraintes

Contexte

Une contrainte est une règle qui est vérifiée à tout moment de la vie du modèle.

Il existe plusieurs types de contraintes, certaines peuvent être exprimées via le formalisme du modèle entité associations d'autres pas.

Contraintes « exprimées »

Ce type de contraintes est exprimé à travers les éléments conceptuels du modèle.

- Les associations
- Les cardinalités
- Les domaines
- Les identifiants

Contraintes d'intégrité référentielle

Ce type de contrainte est induit par le modèle et plus précisément par la cardinalité minimale d'une association. Elle concerne la création et la suppression d'une occurrence dans une entité.

Dans une association obligatoire one-to-many (c'est-à-dire avec une cardinalité minimum à 1), on ne peut pas...

- Supprimer une entité « parent » si un de ses enfants existe toujours.
- Créer un « enfant » si son « parent » n'est pas encore créé.

Contraintes textuelles

Ce type de contraintes ne peut s'exprimer via la syntaxe du modèle ; on les exprimera via du texte (via une note ou un commentaire).

Exemples :

- La date de début doit toujours précéder la date de fin si celle-ci est exprimée.
- Un Employé ne peut Diriger un Service que s'il y Travaille.

Transformation d'une Association

Contexte

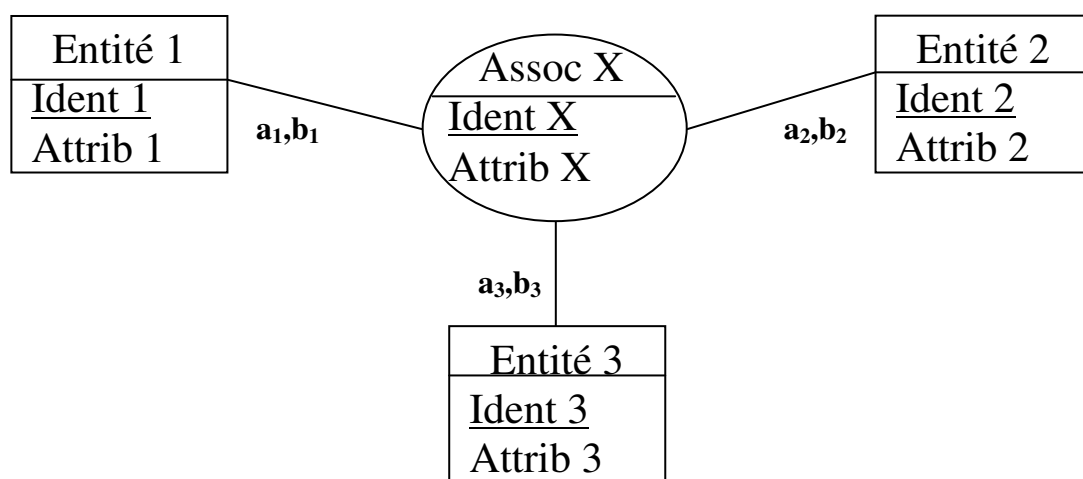
Il est parfois intéressant de transformer une association en entité. Ceci peut s'avérer très utile :

- ❑ Pour faciliter la lecture et la compréhension du modèle.
- ❑ Lorsqu'on veut faire disparaître des associations ternaires ou plus.
- ❑ Pour exprimer de manière plus fine les contraintes existantes.

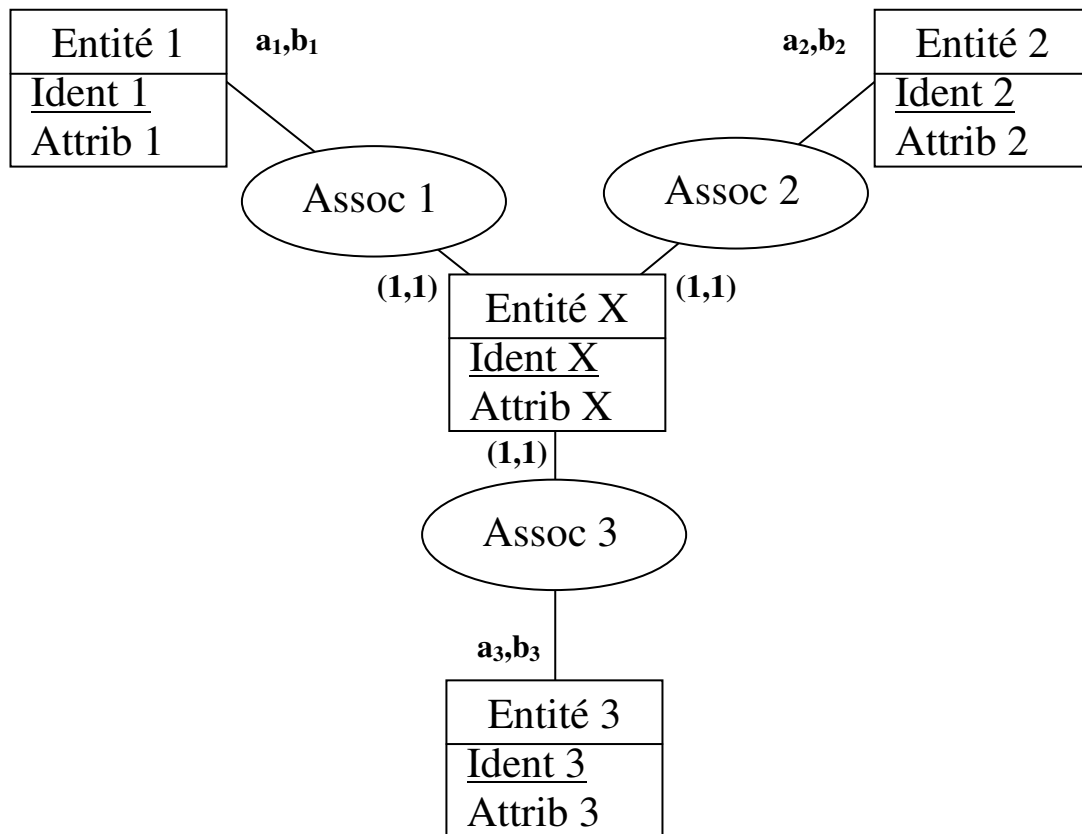
La transformation d'une association en entité se justifie entièrement lorsqu'on veut pouvoir s'y référer ou lorsqu'une notion de gestion la concernant est découverte.

Transformation

La règle de transformation présentée ici est valable quel que soit le nombre d'entités mises en relation par l'association. Pour faciliter la compréhension nous allons prendre pour exemple une association ternaire.



L'association « Assoc X » va être transformée en une entité « Entité X ».



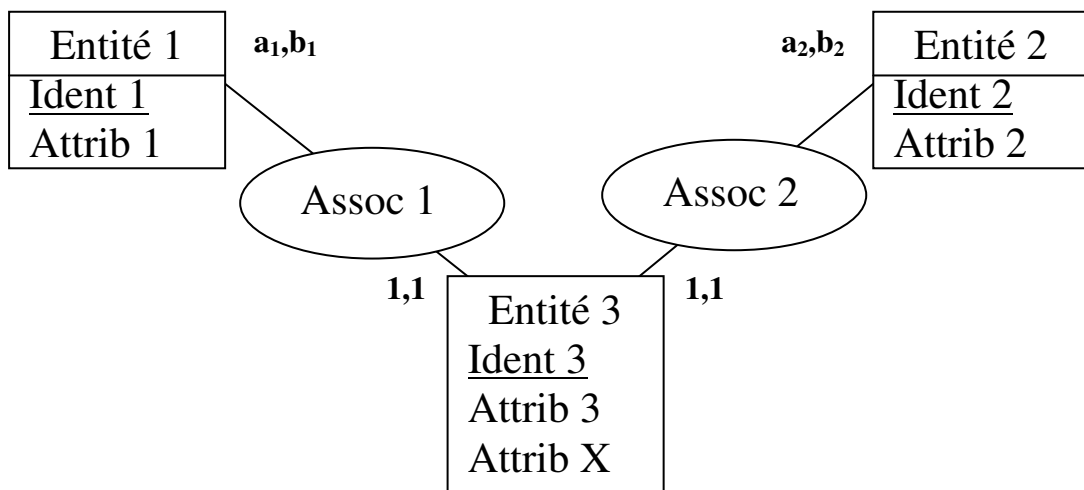
On peut remarquer que ...

- ❑ Les entités existantes restent intactes : mêmes identifiants, mêmes attributs.
- ❑ La nouvelle entité hérite de l'identifiant explicite et des attributs de l'association qu'elle remplace.
- ❑ Afin de conserver les liens entre l'ancienne association et les différentes entités, de nouvelles associations sont créées. Leur trouver un nom n'est pas toujours chose aisée.
- ❑ Les cardinalités des entités dans l'association « Assoc X » sont conservées. En effet, les occurrences de la nouvelle entité représentent les occurrences de l'association qu'elle remplace.

- Les nouvelles associations sont des associations dépendantes.
En effet :
 - L'identifiant implicite de l'association « Assoc X » est composé des identifiants des 3 entités mis en relation augmenté de son identifiant.
 - L'identifiant de l'entité « Entité X » ainsi mise en relation est aussi composée implicitement des identifiants des 3 entités mis en relation par les associations dépendantes augmenté de son identifiant.

Attention, il se peut que le résultat nécessite quelques modifications, par exemple, il n'est pas impossible de changer l'une ou l'autre (voire toutes) des associations dépendantes en association « normales ». De la même façon, si la cardinalité vers une des entités est au maximum 1, il n'est pas impossible de fusionner la nouvelle entité avec cette dernière.

Exemple



Cas où a_3, b_3 vaut 0,1.

Elaboration d'un MCD

Il existe plusieurs « méthodes » ou marches à suivre. Leur but étant d'aider l'élaboration du modèle conceptuel de données. En voici une :

Récolter les informations

- ❑ Lire la documentation existante.
- ❑ Interviewer.

Réduire l'information

- ❑ Etablir un lexique en retrouvant les mots potentiellement utiles et décrivant la réalité perçue.
- ❑ Réorganiser et supprimer les termes synonymes.
- ❑ Décrire la réalité sous forme de phrases simples « Sujet-Verbe-Complément » en utilisant les mots du lexique.

Règles possibles de « traduction » :

- *Sujet et complément → Entité*
- *Verbe → Association*
- *Pluriels et singuliers → Cardinalité*

Déterminer les entités

- ❑ Dénommer les entités.
- ❑ Définir.

Déterminer les associations

- ❑ Dénommer les associations.
- ❑ Dénommer les rôles.
- ❑ Définir.

Déterminer les attributs

- ❑ Rechercher les informations élémentaires de chaque entité et de chaque association.
- ❑ Dénommer les attributs.
- ❑ Définir les domaines.

Déterminer les identifiants

- ❑ Rechercher les identifiants.
- ❑ Déterminer l'identifiant primaire pour chaque entité.
- ❑ Déterminer les associations dépendantes.

Déterminer les cardinalités

- ❑ Rechercher les nombres minimum et maximum de participations de chaque occurrence d'une entité à l'association.
- ❑ En cas d'absence d'information choisir 0,n.

Vérifier

- ❑ Supprimer les synonymes (même signification, plusieurs dénominations).
- ❑ Supprimer les polysèmes (même dénomination, plusieurs significations).
- ❑ Déterminer les héritages.
- ❑ Valider les règles constitutives :
 - Des entités (au moins un attribut, ...) ;
 - Des associations (relie au moins 2 entités, ...) ;
 - Des attributs (élémentaire, ...) ;
 - ...
- ❑ S'assurer que le modèle respecte les formes normales.

Valider le modèle auprès du commanditaire

- ❑ Présentations et explications des modèles auprès du client.

Remarques

- ❑ La démarche présentée n'est pas nécessairement séquentielle. On peut en effet boucler autant de fois que nécessaire. Il s'agit plutôt d'un processus itératif.
- ❑ Il est préférable d'éviter de commencer par les détails. Il vaut mieux déterminer d'emblée les entités et associations qui paraissent importantes.
- ❑ Il peut être utile de construire une « grille de données » ; celle-ci permettra de valider si toutes les informations élémentaires sont bien gérées dans le modèle.
Cette grille peut être élaborée et complétée lors de la lecture de la documentation et des interviews.

Nom	Signification	Domaine	Obligatoire / Facultatif	Unique / Multiple	Stable / Modifiable	Calculé	Entité / Association	Règles
Num_CL	Numéro séqu. associé au client	Nb positif	O	U	S	Non	Client	-
Dnais_CL	Date de naissance du client	Date	F	U	M	Non	Client	Ne peut être dans le futur.
TVA_PR	Pourcentage TVA associé au produit vendu	Nb réel positif avec 2 décimales	O	U	M	Non	Produit	Lors du changement de la valeur ...
Quant_CMD	Nombre d'articles commandés	Nb positif	O	M	M	Non	Commande	-
Tot_FACT	Montant total à payer	Nb réel positif avec 2 décimales	O	U	M	Oui	Facture	Correspond à la somme ...

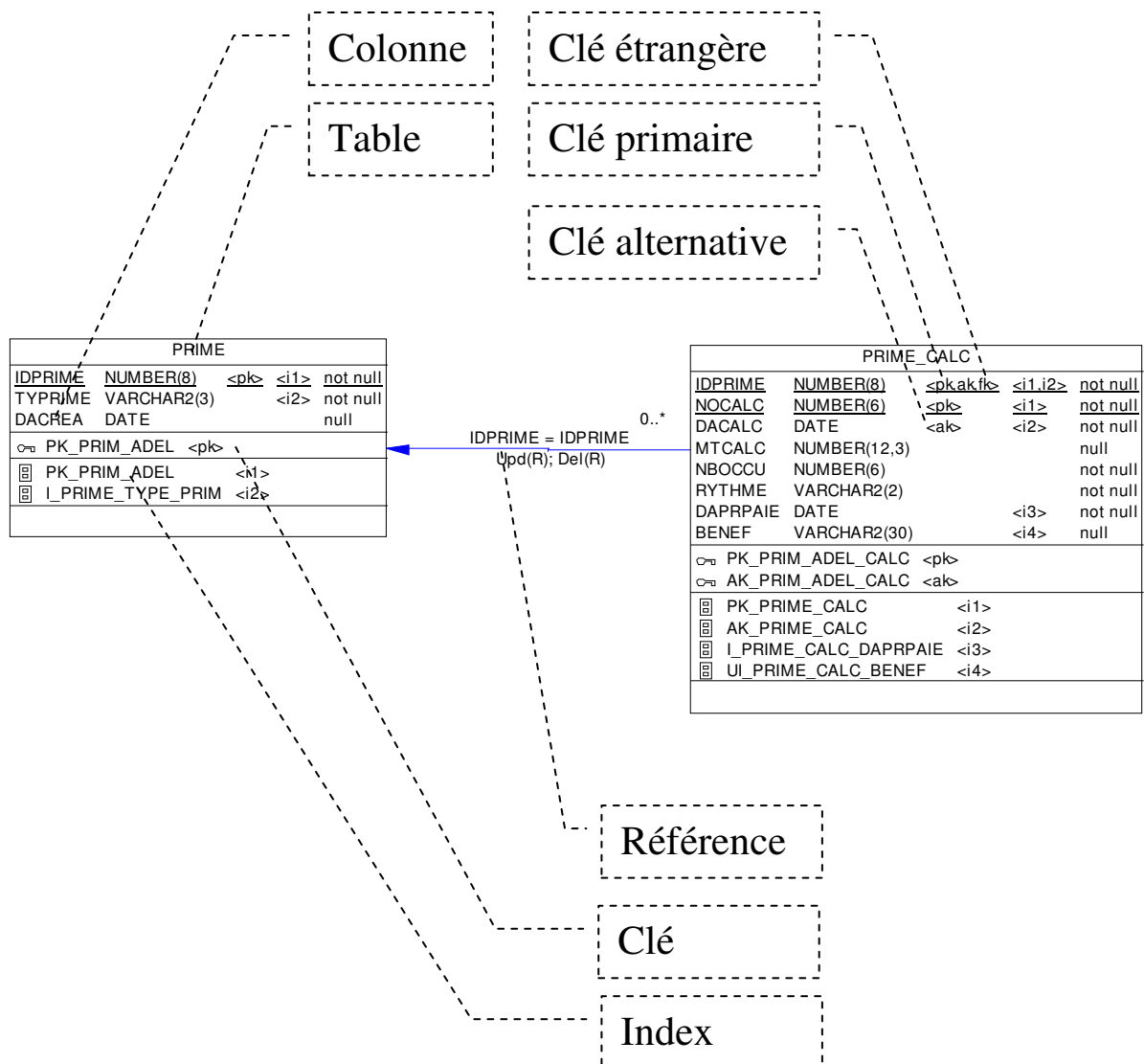
VERS LE MODELE PHYSIQUE

Concepts de base du MPD

- ❑ Table Structure physique de stockage composée de colonnes et de lignes dans laquelle les informations sont stockées.
- ❑ Colonne Élément qui définit la structure de la table. Chaque colonne correspond à un type d'information à gérer.
- ❑ Clé primaire Colonne ou groupe de colonnes dont les valeurs permettent d'identifier chaque ligne de la table.
- ❑ Clé alternative Colonne ou groupe de colonnes dont les valeurs sont différentes pour chaque ligne. En général un index unique est géré pour chaque clé alternative.
- ❑ Référence Lien (et contrainte) entre les tables permettant d'effectuer une jointure.
- ❑ Clé étrangère Colonne ou groupe de colonnes dont les valeurs peuvent prendre les valeurs de la clé primaire d'une autre table.
- ❑ Index Structure physique associé à une ou plusieurs colonnes. Il permet de :
 - gérer l'unicité (clés primaires ou alternatives).
 - accélérer la recherche (clé étrangère, critères de recherche, tri).

Formalisme

- ❑ Le formalisme est assez proche, d'un point de vue graphique, de celui utilisé dans le MCD.
- ❑ Le formalisme inclut une série de convention permettant la présentation des différents concepts.
- ❑ Certaines informations (par exemple les index) peuvent ne pas être affichées. Il s'agit de choix délibérés laissé à celui qui édite le modèle.



Principes de transformation

Préambule

Les règles de transformation présentées sont valables dans tous les cas et peuvent être appliquées de manière systématique.

Seuls les cas les plus fréquents sont présentés ici. Cependant, avec un peu de réflexion, les cas non présentés dans ce syllabus peuvent être déduits à partir de ceux qui y sont décrits.

Entité

- ❑ Toute entité du MCD devient une table de la Base de Données.
- ❑ Chaque propriété de l'entité devient une colonne de la table correspondante.
- ❑ L'identifiant de l'entité devient la **Clé Primaire** la table correspondante.

MCD	MPD
<div>Client</div> <div> <u>Id Client</u> Nom Client Prénom Client </div>	<div>Client</div> <div> <u>Id Client</u> <u>INTEGER</u> <pk> Nom Client VARCHAR2(20) Prénom Client VARCHAR2(20) </div>

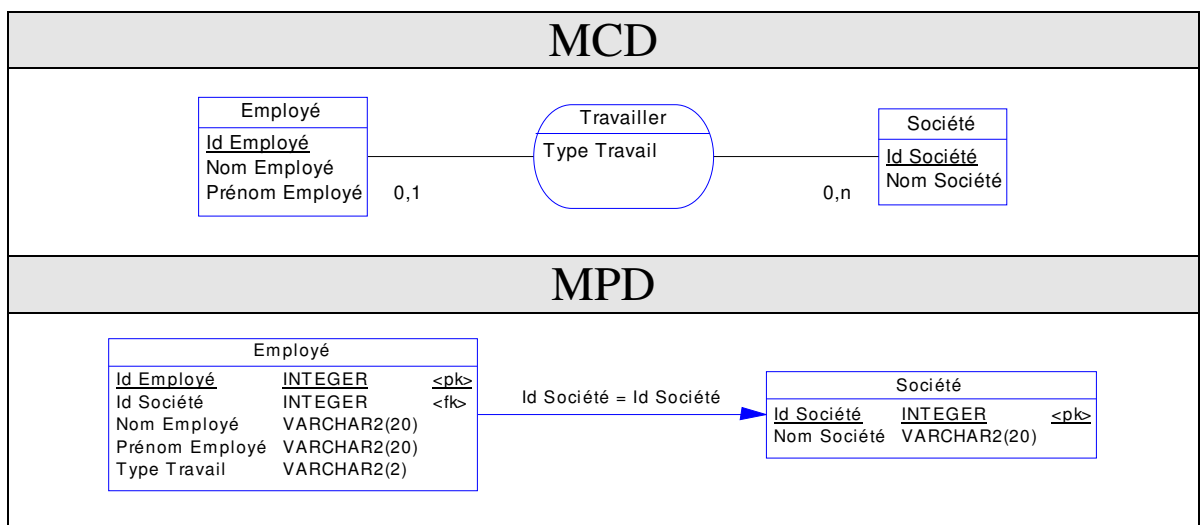
Cardinalité

- ❑ 0,n ou 0,1 : la clé étrangère sera optionnelle, c'est-à-dire *nullable*.
- ❑ 1,n : la clé étrangère sera obligatoire, c'est-à-dire *not null*.

Association binaire « one-to-many »

C'est-à-dire : cardinalités (x,1)-(y,N) avec $x,y \in (0, 1)$

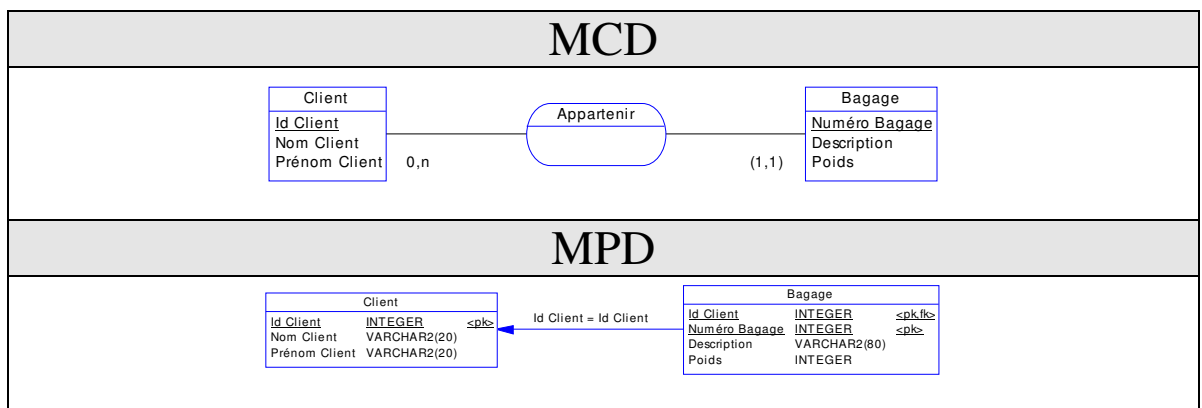
- ❑ La **Clé Primaire** de la table à la cardinalité (X,n) devient une **Clé Etrangère** dans la table à la cardinalité (X,1).
- ❑ Les propriétés de l'association, s'il y en a, deviennent des colonnes dans la table à la cardinalité (X,1).



Association binaire « one-to-many » dépendante

C'est-à-dire : cardinalités $((1,1))-(y,N)$ avec $y \in (0, 1)$

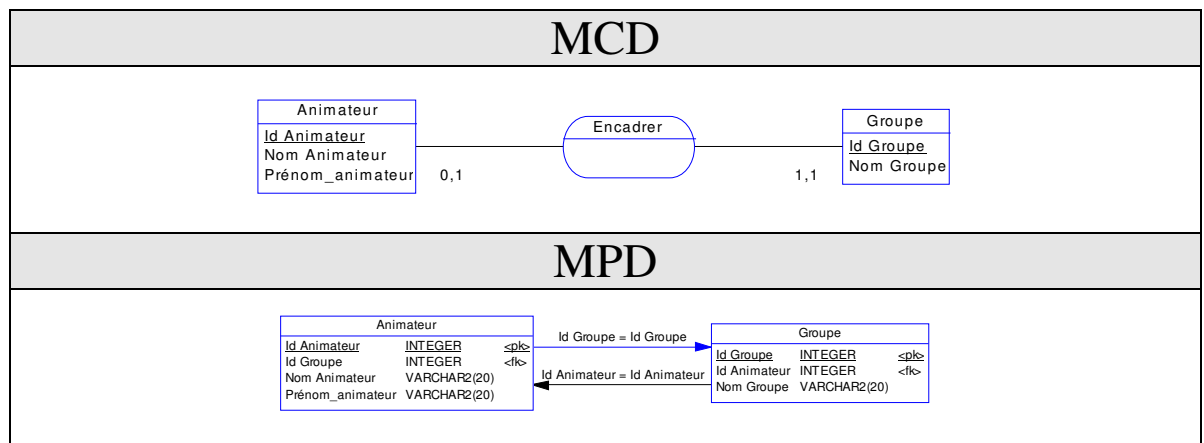
- ❑ La **Clé Primaire** de la table à la cardinalité (X,n) devient une **Clé Etrangère** dans la table à la cardinalité $((1,1))$.
- ❑ La **Clé Primaire** de la table à la cardinalité $((1,1))$ est composée des **identifiants** des 2 tables.
- ❑ Les propriétés de l'association, s'il y en a, deviennent des colonnes dans la table à la cardinalité $((1,1))$.



Association binaire « one-to-one » sans attribut

C'est-à-dire : cardinalités (x,1)-(1,1) avec $x,y \in (0, 1)$

- ❑ La **Clé Primaire** de chaque table devient une **Clé Etrangère** dans l'autre table.



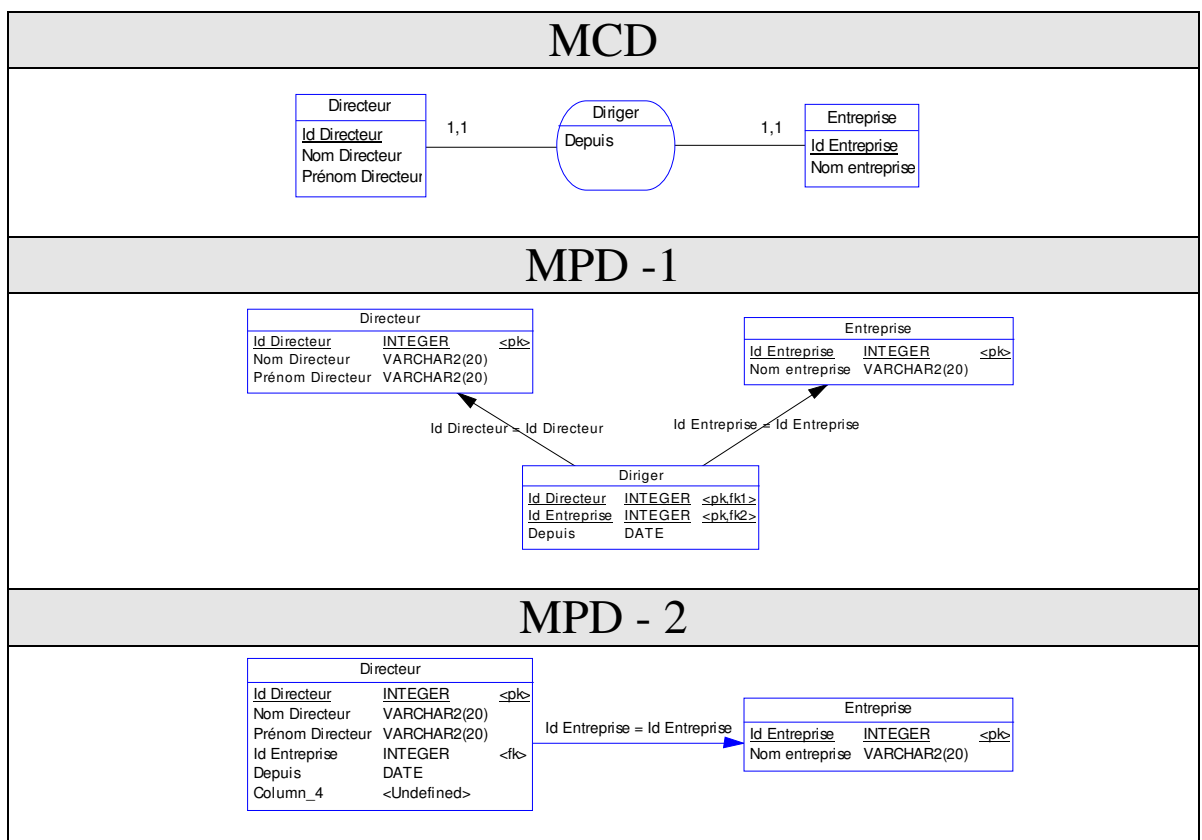
Association binaire « one-to-one » avec attributs

C'est-à-dire : cardinalités (x,1)-(1,1) avec $x,y \in (0, 1)$

- ❑ L'association devient une table ayant comme **Clé Primaire** une clé composée des **identifiants** des 2 entités.
- ❑ Les propriétés de l'association deviennent des colonnes dans la nouvelle table.

Une variante existe : privilégier l'association dont la cardinalité est (0,1).

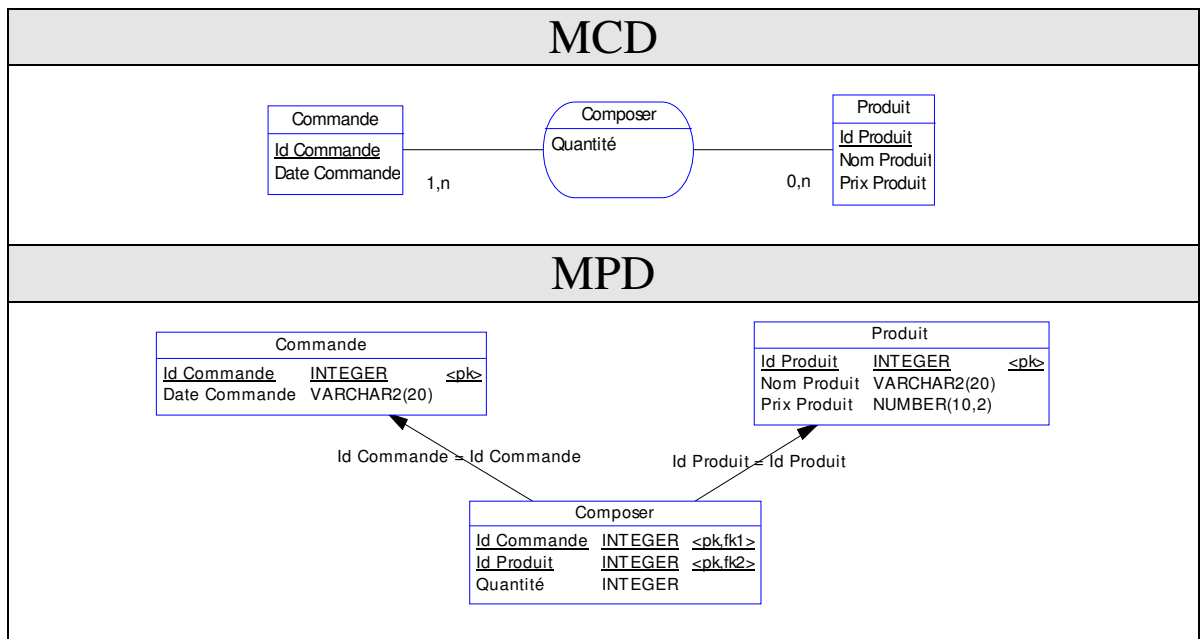
- ❑ La **Clé Primaire** de la table à la cardinalité (1,1) devient une **Clé Etrangère** dans la table à la cardinalité (0,1).
- ❑ Les propriétés de l'association y deviennent des colonnes.



Association binaire « many-to-many »

C'est-à-dire : cardinalités (x,N)-(y,N) avec $x, y \in (0, 1)$

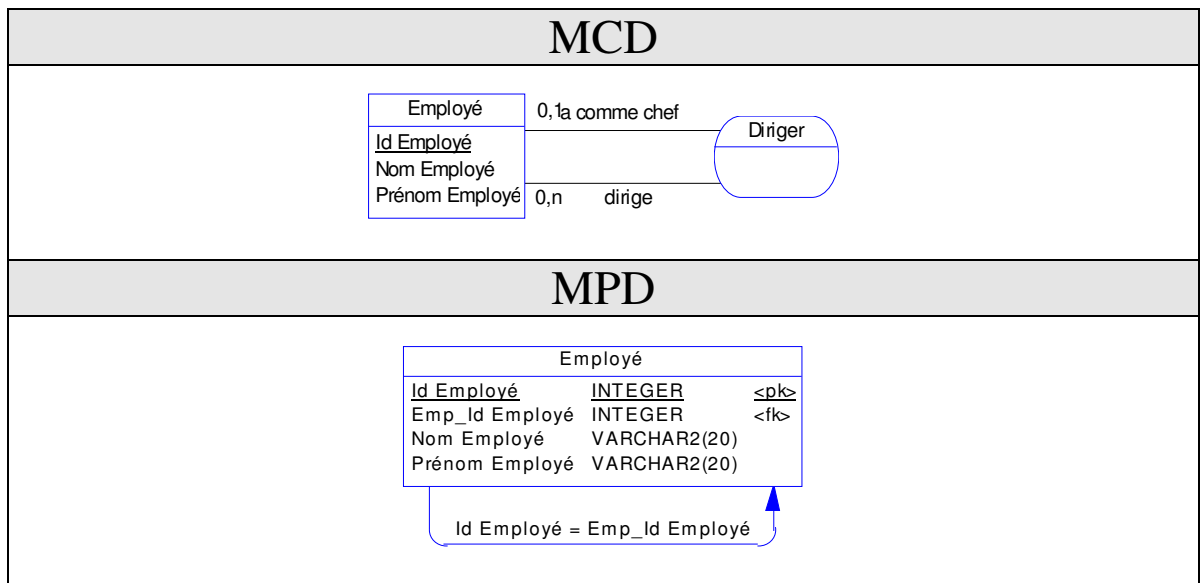
- ❑ L'association devient une table ayant comme **Clé Primaire** une clé composée des **identifiants** des 2 entités.
- ❑ Les propriétés de l'association deviennent des colonnes dans la nouvelle table.



Association réflexive « one-to-many »

C'est-à-dire : cardinalités (x,1)-(y,N) avec $x,y \in (0, 1)$

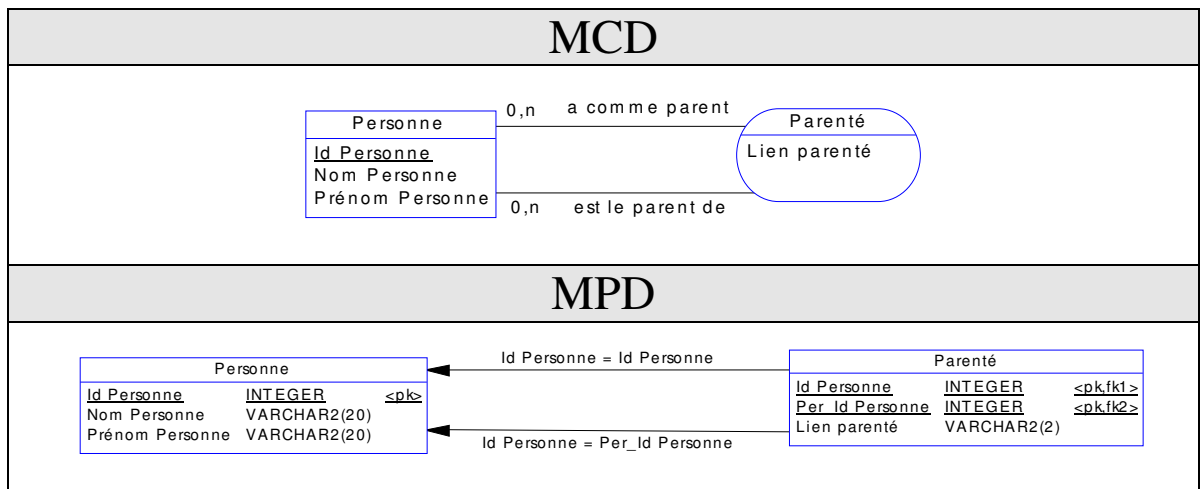
- ❑ La **Clé Primaire** de l'entité se dédouble et devient une **Clé Etrangère** dans la seule table.
- ❑ Les propriétés de l'association deviennent des colonnes supplémentaires dans la seule table.



Association réflexive « many-to-many »

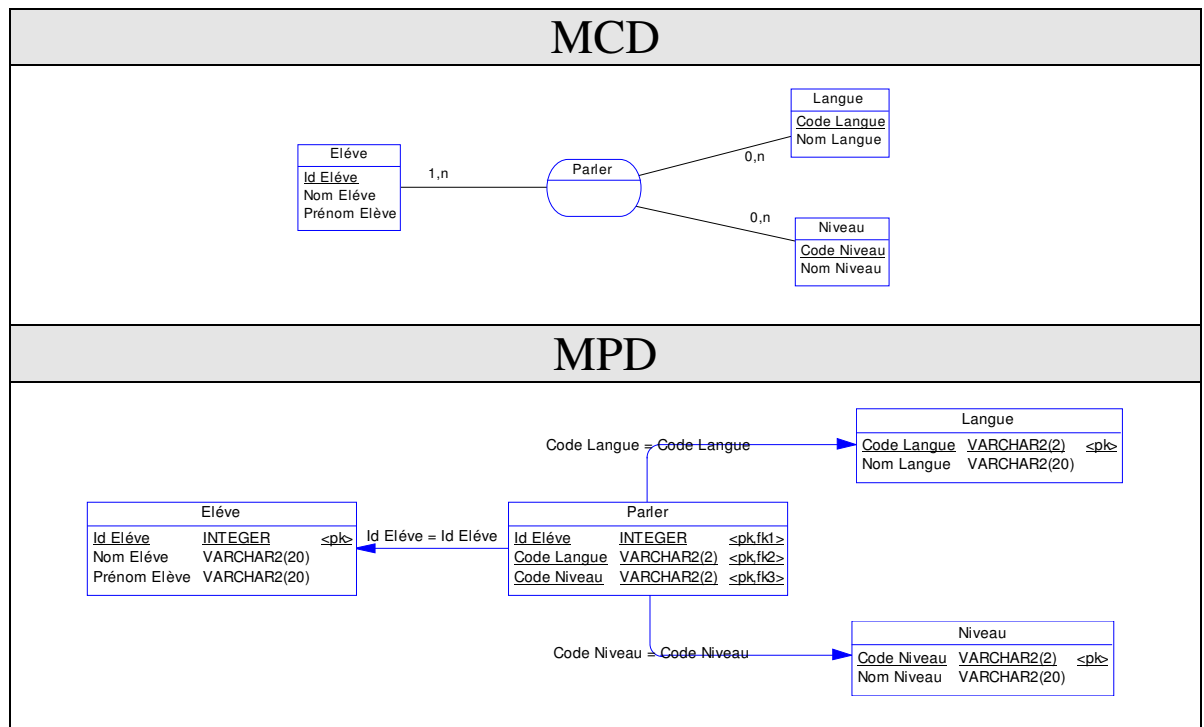
C'est-à-dire : cardinalités (x,N)-(y,N) avec $x, y \in (0, 1)$

- ❑ L'association devient une table ayant comme **Clé Primaire** une clé composée de 2 fois l'**identifiant** de la table.
- ❑ Les propriétés de l'association deviennent des colonnes dans la nouvelle table.



Relation n-aire

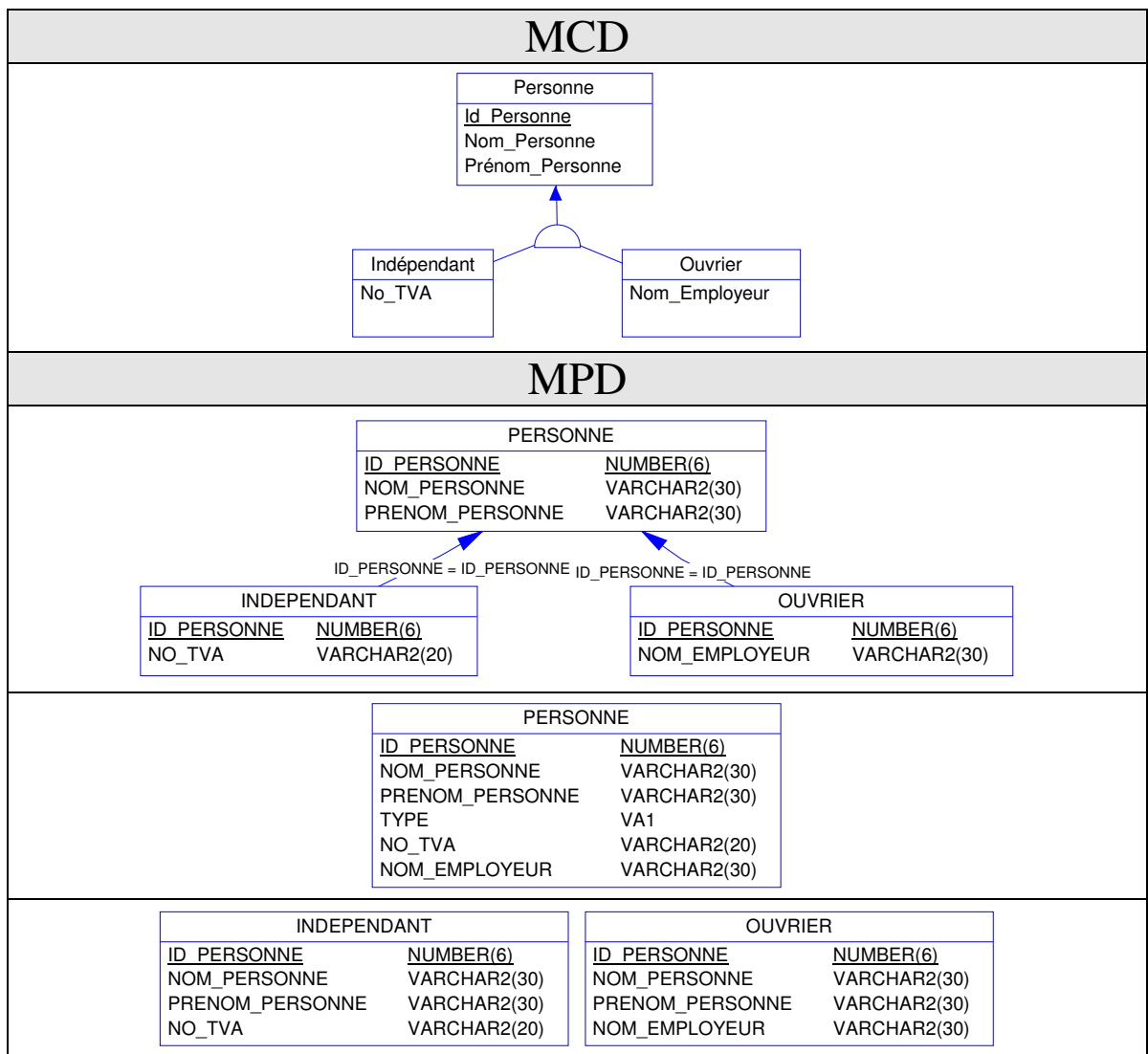
- ❑ L'association devient une table ayant comme **Clé Primaire** une clé composée des **identifiants** des entités participant à la relation.
- ❑ Les propriétés de l'association deviennent des colonnes dans la nouvelle table.



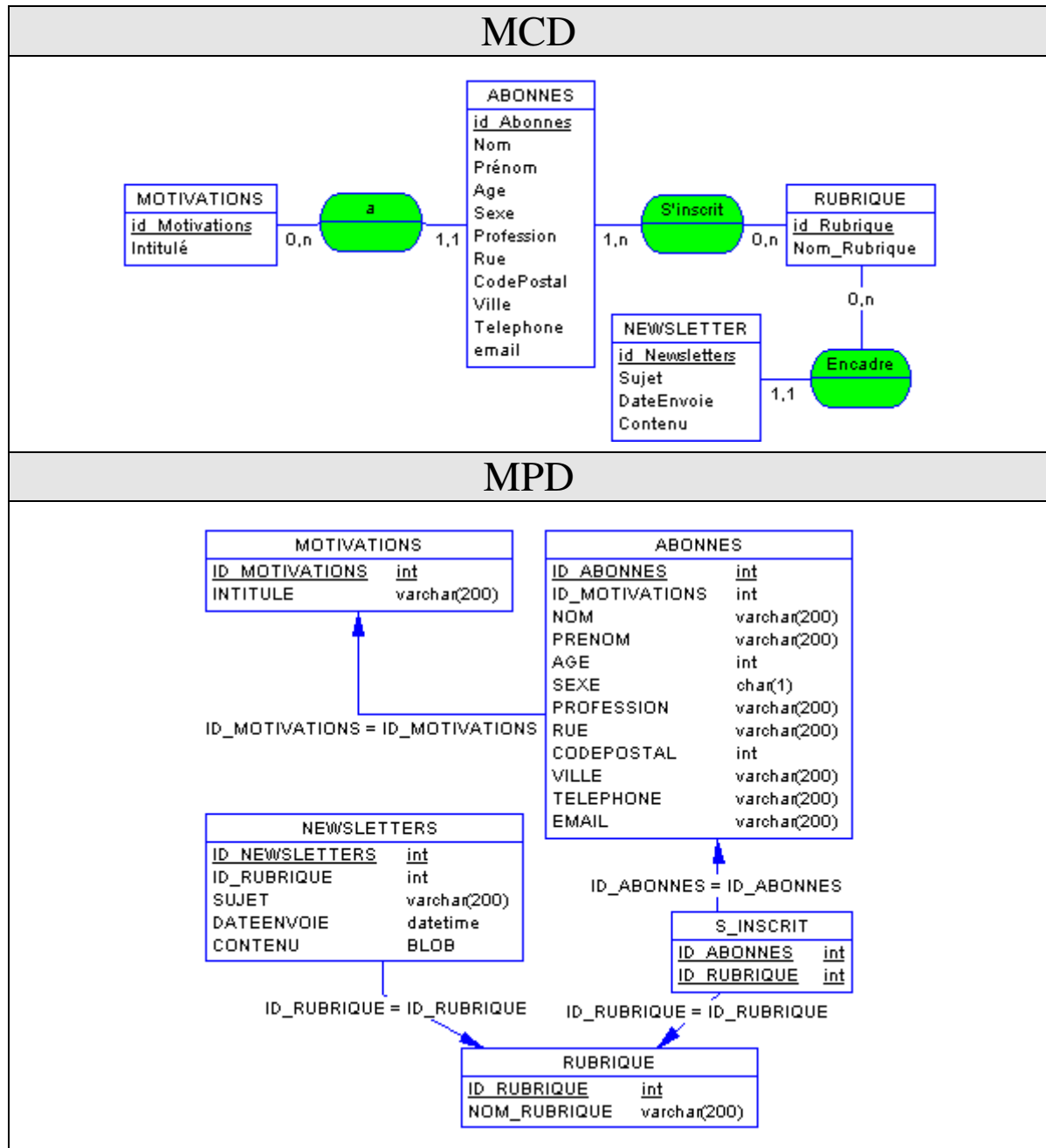
Héritage (*sous-type* / *surtype*)

3 possibilités existent:

- ❑ Chaque entité devient une table.
- ❑ Le surtype devient une table et contient toutes les propriétés du surtype et de chaque sous-type.
- ❑ Chaque sous-type devient une table et contient ses propriétés et celles du surtype.



Exemple



LA NORMALISATION

Contexte

Les règles de normalisation sont utilisées pour :

- ❑ Eviter la corruption des données.
- ❑ Eviter la redondance des informations.

La normalisation s'applique aussi bien aux entités qu'aux associations.

Il existe 6 formes normales : 1NF, 2NF, 3NF, BCNF, 4NF et 5NF. Pour des raisons pratiques, la 4NF et 5NF sont rarement vérifiées.

Les objectifs de la normalisation peuvent être définis comme suit :

- ❑ Garantir la consistance d'un modèle.
- ❑ Réduire la redondance d'information au sein d'un modèle.
- ❑ Rendre un modèle plus compréhensible.
- ❑ Réduire le besoin de restructurer ultérieurement un modèle et, par conséquent, augmenter sa durée de vie.

Dépendance

Définition

Un attribut A dépend d'un attribut B si et seulement si à toute valeur 'b' de B ne correspond qu'une valeur 'a' de A.

Cela peut s'interpréter comme suit : si on connaît la valeur de B, on détermine à coup sûr celle de A.

On dit que A dépend de B ou que B détermine A.

Cette dépendance se note comme suit : $B \rightarrow A$

Exemple

<i>Ville</i> (B)	<i>Pays</i> (A)
Liège	Belgique
Bruxelles	Belgique
Paris	France

« Ville » détermine « Pays ».

ou

« Pays » dépend de « Ville ».

En effet, à la valeur « Liège » de Ville ne correspond qu'une seule valeur de Pays. Alors qu'à la valeur « Belgique » de Pays correspond au moins deux valeurs différentes de Ville

Si on connaît la ville (Liège, par exemple), on détermine à coup sûr le pays (Belgique).

Règles mathématiques

Il est important de toujours chercher à simplifier l'ensemble des règles de dépendance dont on dispose. Pour cela quelques règles peuvent être appliquées.

- $A \rightarrow A$ est « évident » et n'apporte donc aucune information et est donc « inutile ».
- $A, B \rightarrow A$ est « évident » et n'apporte donc aucune information et est donc « inutile ».
- Si $A, B \rightarrow C$ et $A \rightarrow C$, alors $A, B \rightarrow C$ devient « inutile ».
- Si $A \rightarrow B$ et $B \rightarrow C$, alors on peut déduire $A \rightarrow C$.

1NF

Définition

Tout attribut est élémentaire (\neq composé) et simple (\neq multi-valué).

Exemples

L'entité « Client » possède un attribut « Adresse ». Cet attribut est composé de plusieurs parties : Rue, Numéro, Code Postal, Localité et Pays ; il n'est donc pas élémentaire. L'entité « Client » ne respecte pas la 1NF.

L'entité « Personne » possède un attribut « Enfants » dans lequel on indiquera le nom de tous ses enfants. Cet attribut est multi-valué, il n'est donc pas simple. L'entité « Personne » ne respecte pas la 1NF.

L'entité « Equipe de Football » possède un attribut « Liste des scores ». Cet attribut n'est ni élémentaire (structure du score), ni simple (multi-valué). L'entité « Equipe de Football » ne respecte pas la 1NF.

2NF

Définition

1NF + Tout attribut ne faisant pas partie de l'identifiant dépend pour partie au moins de tous les attributs identifiants.

Illustration

Entité	Dépendances	
	Respectant 2NF	Ne respectant pas 2NF
<u>A</u>	(A,B) → C	A → C ; B → C ;
<u>B</u>	(A,B) → D	A → D ; B → D ;
C	(A,B) → E	A → E ; B → E ;
D	(A,B,C) → E	C → D ; C → E ;
E	(A,B,C,D) → E	...

Contre-Exemple

Prenons l'association « Examen » entre les entités « Etudiant » et « Cours ».

<i>Examen</i>			
<u>Id Etudiant</u>	<u>Id Cours</u>	<i>Date</i>	<i>Cote</i>
DUP001	FRA	18/12/2001	56%
DUP001	ANG	14/12/2001	69%
VAN005	FRA	18/12/2001	81%
MOT065	FRA	18/12/2001	63%

On peut remarquer que l'attribut « Date » dépend de l'attribut « Id_Cours » qui n'est qu'une partie de l'identifiant.

La 2NF n'est donc pas respectée !

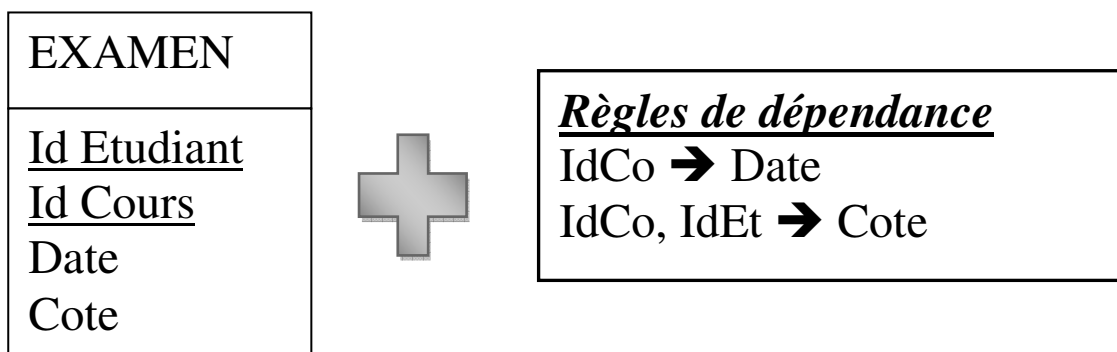
Solution

L'attribut « Date » doit se trouver dans l'entité « Cours ».

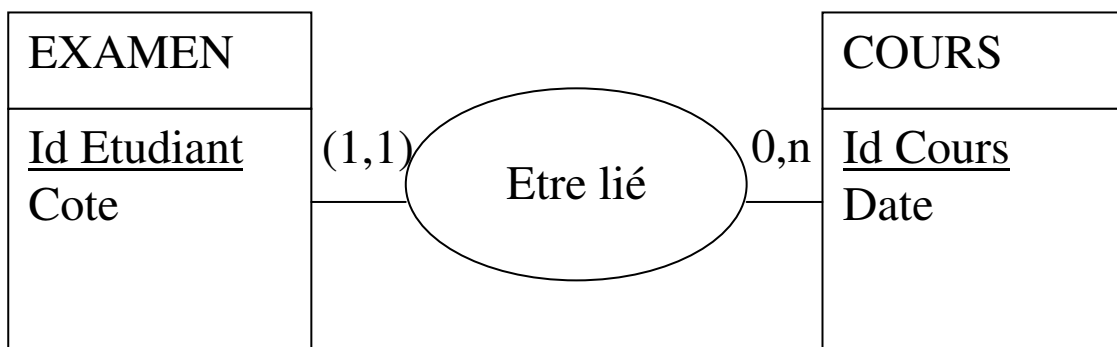
<i>Examen</i>		
<u><i>Id Etudiant</i></u>	<u><i>Id Cours</i></u>	<i>Cote</i>
DUP001	FRA	56%
DUP001	ANG	69%
VAN005	FRA	81%
MOT065	FRA	63%

<i>Cours</i>	
<u><i>Id Cours</i></u>	<i>Date</i>
FRA	18/12/2001
ANG	14/12/2001

Modèle conceptuel



devient



3NF

Définition

2NF + Tout attribut ne faisant pas partie de l'identifiant dépend uniquement de tous les attributs identifiants et pas d'autres attributs.

Illustration

Entité	Dépendances	
	Respectant 3NF	Ne respectant pas 3NF
<u>A</u>	(A,B) → C	(A,B,C) → E
<u>B</u>	(A,B) → D	...
C	(A,B) → E	C → D
D		(C,D) → E
E		(A,C) → D
		...

Contre-Exemple

Prenons l'entité « Voiture ».

<i>Voiture</i>			
<i><u>No_Chassis</u></i>	<i>Marque</i>	<i>Modèle</i>	<i>Couleur</i>
WGH023554	Ford	Mondeo	Rouge
XDF123334	Ford	Mondeo	Bleu
GRF698557	Ford	Ka	Vert
DFZ115496	Renault	Espace	Blanc

On peut remarquer que les attributs « Marque », « Modèle » et « Couleur » dépendent de l'attribut identifiant « No_Chassis ». La 2NF est donc vérifiée.

Mais l'attribut « Marque » dépend aussi de l'attribut « Modèle » qui lui-même dépend de l'attribut « No_Chassis » et qui n'est pas un identifiant.

La 3NF n'est donc pas respectée !

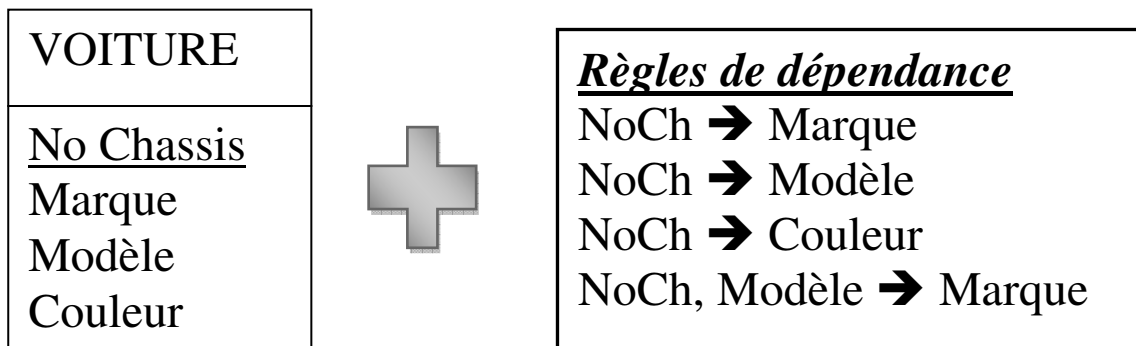
Solution

Il faut créer une entité « Modèle ».

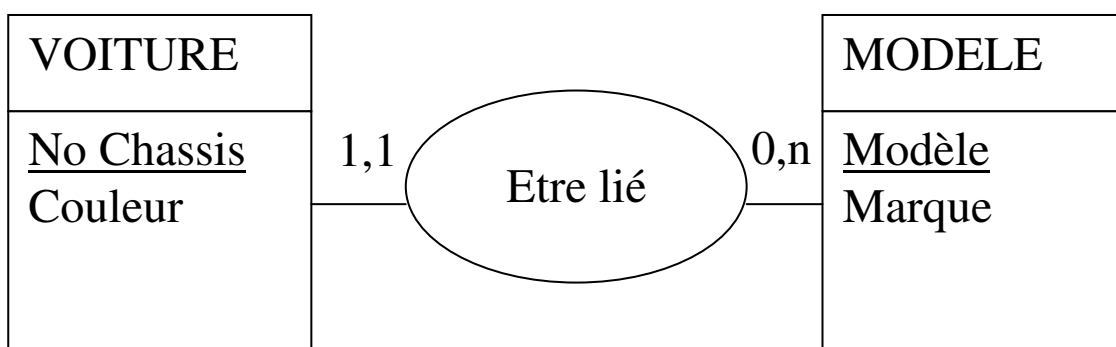
<i>Voiture</i>		
<u>No_Chassis</u>	Modèle	Couleur
WGH023554	Mondeo	Rouge
XDF123334	Mondeo	Bleu
GRF698557	Ka	Vert
DFZ115496	Espace	Blanc

<i>Modèle</i>	
<u>Modèle</u>	Marque
Mondeo	Ford
Ka	Ford
Espace	Renault

Modèle conceptuel



devient



BCNF (Boyce Codd Normal Form)

Remarques

Il s'agit d'une forme plus pratique dérivée de la 2NF et de la 3NF.

En fait, elle est même plus « normalisée » que la 3NF.

Définition

1NF + Tout déterminant est un identifiant.

En d'autres termes, aucun attribut de l'identifiant ne peut être dépendant d'un attribut.

Illustration

Entité	Dépendances	
	Respectant BCNF	Ne respectant pas BCNF
<u>A</u>	(A,B) → C	(A,B,C) → D
<u>B</u>	(A,B) → D	A → C ; B → C
C	(A,B) → E	C → B
D		C → D
E		...

Contre-Exemple

Imaginons l'entité « Inscription » suivante :

<i>Inscription</i>			
<i><u>Elève</u></i>	<i><u>Matière</u></i>	<i>Professeur</i>	<i>Local</i>
Pierre	Mathématique	Dupont	A1
Pierre	Français	Latour	B1
Jean	Français	Latour	B1
Paul	Mathématique	Legrand	A2

On peut remarquer que l'attribut « Professeur »

- dépend effectivement des attributs identifiants « Elève » et « Matière ».
- ne dépend pas de l'attribut « Elève ».
- ne dépend pas de l'attribut « Matière ».

L'entité « Inscription » est bien en 3NF.

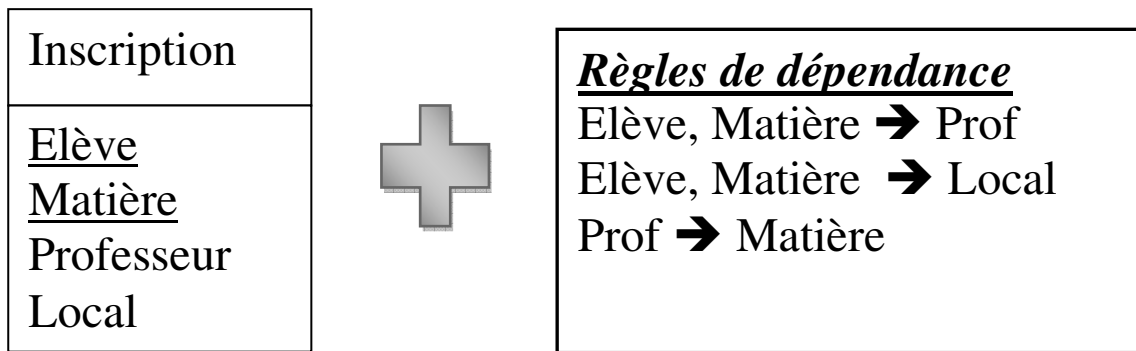
Et pourtant, on peut déceler une redondance. En effet, l'attribut « Matière » semble dépendre de l'attribut « Professeur ». Un attribut de l'identifiant dépend d'un autre attribut : l'entité n'est pas en BCNF.

Solution

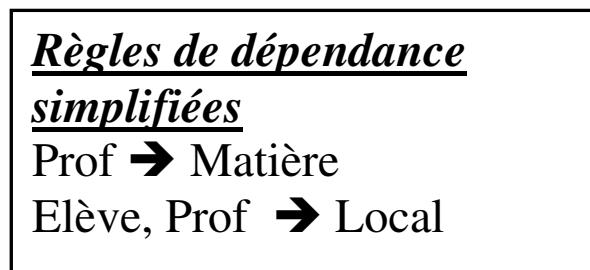
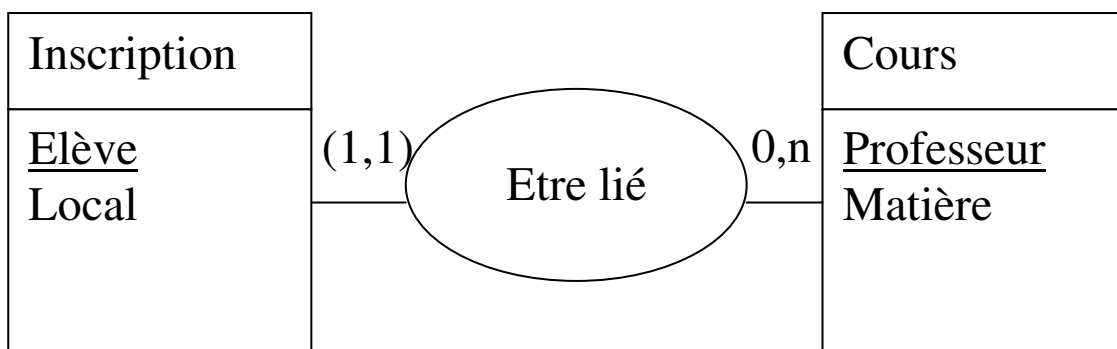
Il faut décomposer l'entité en 2 entités distinctes : « Inscription » et « Professeur ».

<i>Inscription</i>		
<i><u>Elève</u></i>	<i><u>Professeur</u></i>	<i>Local</i>
Pierre	Dupont	A1
Pierre	Latour	B1
Jean	Latour	B1
Paul	Legrand	A2

<i>Professeur</i>	
<i><u>Professeur</u></i>	<i>Matière</i>
Dupont	Mathématique
Latour	Français
Legrand	Mathématique

Modèle conceptuel

devient



Récapitulatif

« *Truc* »

« Je jure de dire la vérité, toute la vérité, rien que la vérité. »

1FN = La clé.

2FN = Toute la clé.

3FN = Rien que la clé.

Illustration

Entité	Dépendances respectant la ...		
	3NF	2NF	1NF
<u>A</u>	(A,B) → C	(A,B,C) → E	A → C
<u>B</u>	(A,B) → D	(A,B,C,D) → E	C → D
C	(A,B) → E	...	(A,C) → E
D			(C,D) → E
E			...

2NF

Ent (<u>A</u> , <u>B</u> , C, D, E)	⇒	Ent1 (<u>A</u> , <u>B</u> , C, E) Ent2 (<u>B</u> , D)
--------------------------------------	---	--

3NF

Ent (<u>A</u> , <u>B</u> , C, D, E)	⇒	Ent1 (<u>A</u> , <u>B</u> , C, E) Ent2 (<u>C</u> , D)
--------------------------------------	---	--

BCNF

Ent (<u>A</u> , <u>B</u> , C, D, E)	⇒	Ent1 (<u>A</u> , <u>D</u> , C, E) Ent2 (<u>D</u> , B)
--------------------------------------	---	--

Considérations

Il existe une théorie mathématique permettant de prouver qu'un modèle est normalisé. (C'est-à-dire que chaque entité et chaque association est normalisée.) Des algorithmes de vérification en ont été déduits.

La normalisation peut s'appliquer aussi bien au modèle conceptuel qu'au modèle physique.

En fait, un modèle conceptuel doit respecter les règles de normalisation alors que, pour des raisons de performances, elles pourront être transgressées dans le modèle physique et remplacées par des contraintes (implémentées via des triggers, par exemple) afin de conserver la cohérence des données gérées.

Lors de la modélisation conceptuelle, la plupart du temps on respecte intuitivement les formes normales. Mais il est parfois bon de les vérifier.

EXERCICES

Exercice 1

Le but de cet exercice est d'apprendre à trouver, dans un premier temps, les entités dont il est question et, ensuite, les associations qui les relient.

La société Alpha

Le responsable du personnel de la société Alpha aimerait pouvoir gérer les employés qui y travaillent.

La solution informatique devrait, en plus de gérer les employés, permettre de savoir dans quel service travaille chaque employé, ceux qui sont chef de service (c'est-à-dire ceux qui dirige un service) et dans quel département est attaché chaque service.

La carte routière

Le système à mettre en place doit permettre de planifier un itinéraire. Pour cela, l'utilisateur encode son itinéraire en précisant la ville de départ et celle d'arrivée.

Une fois l'itinéraire enregistré, le système calcul l'itinéraire. Au terme de ce calcul, l'itinéraire est subdivisé en tronçons. Chaque tronçon relie deux villes.

La quincaillerie

Il s'agit de gérer toutes les commandes envoyées par les clients. Ces commandes font référence aux articles présents dans le catalogue.

A la livraison d'une commande une facture est générée sur laquelle est mentionnée la liste des articles effectivement facturés.

Les machines-outils

Le responsable technique de l'usine NewProduct veut s'équiper d'un système de gestion de la maintenance des machines-outils. Ce système permettra de répertorier les machines-outils, les sociétés qui les fournissent et celles qui les entretiennent. En effet, une machine-outil est livrée par un seul fournisseur et est entretenue par une ou plusieurs sociétés d'entretien.

La compagnie d'assurance

Voici le résultat simplifié d'une analyse faite auprès d'une compagnie d'assurance qui désire informatiser la gestion des contrats auto.

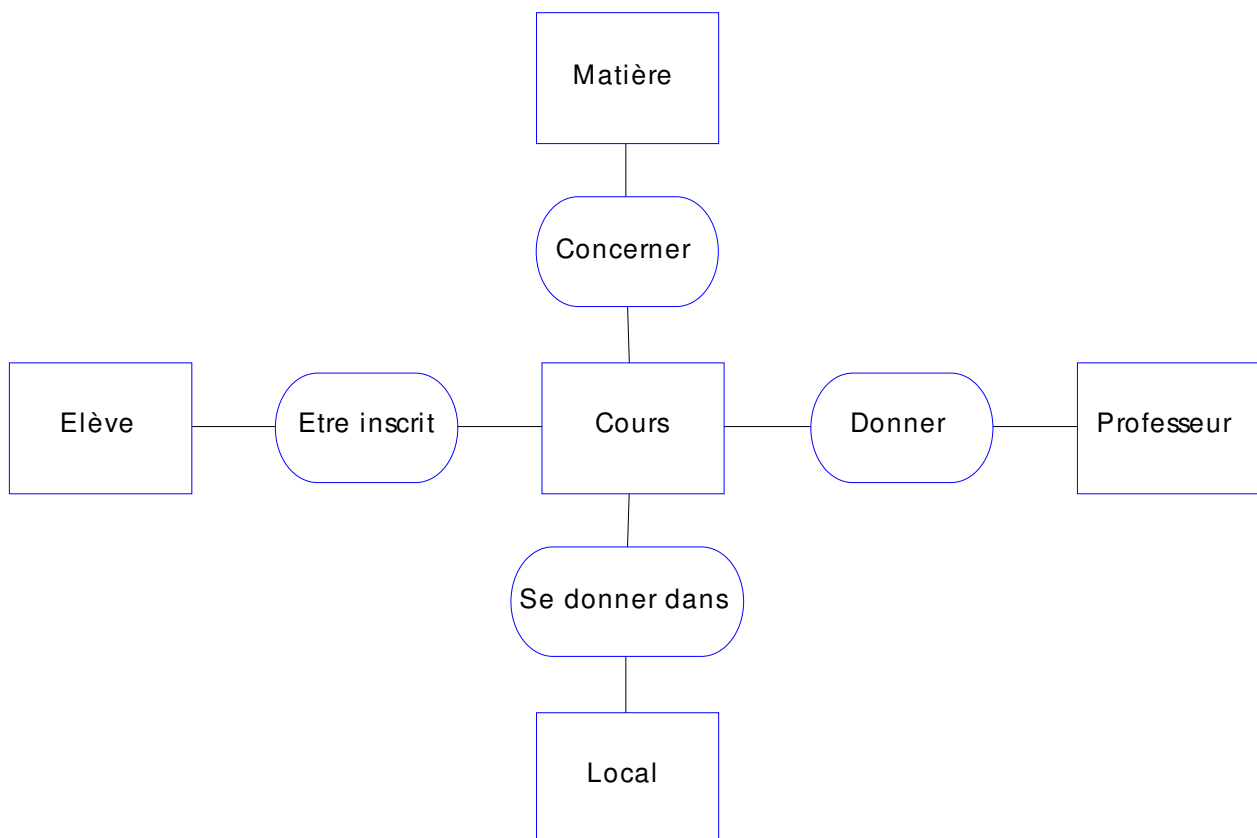
- Chaque voiture est couverte par un seul contrat. Un contrat couvre une seule voiture.
- Un client peut assurer sa voiture auprès de la compagnie en signant un contrat.
- Chaque voiture est classée selon une catégorie. (Cette catégorie permettra, entre autres, de calculer la prime qui devra être payée.)

Exercice 2

Le but de cet exercice est d'apprendre à interpréter un modèle conceptuel ne comprenant que des entités et des associations. Ces modèles sont volontairement simplifiés.

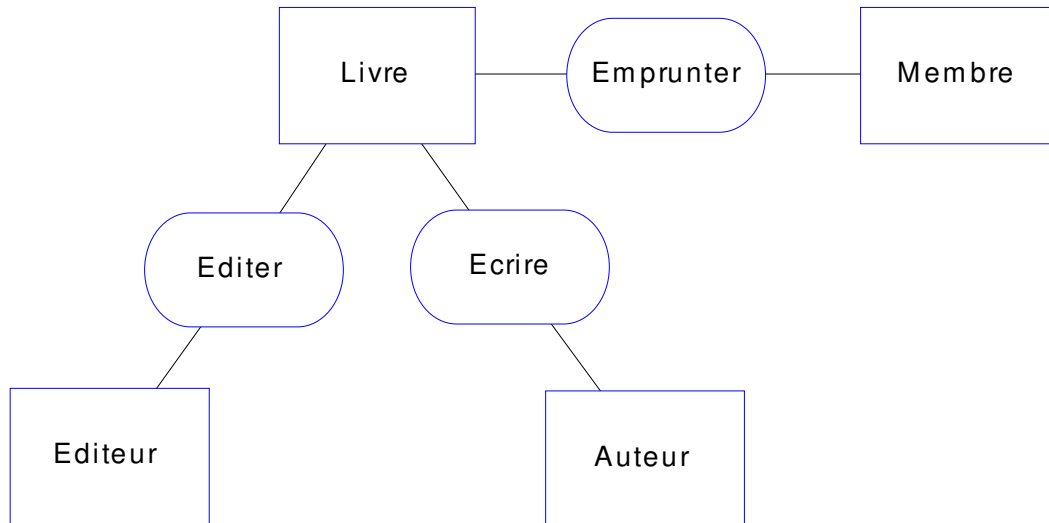
L'école

Voici un modèle... Interprétez-le et modifier le pour intégrer la notion de classe. Une classe étant un groupe d'élève assistant aux mêmes cours. Cependant un étudiant doit pouvoir suivre un cours en élève libre.



La bibliothèque

Une analyse précédente des besoins a permis d'obtenir le modèle suivant.



Interprétez-le.

Que se passe-t-il si un même livre est présent en plusieurs exemplaires ?

Comment faudrait-il changer le modèle si on voulait pouvoir gérer les exemplaires indépendamment des livres ? Le livre reprendrait toutes les informations génériques telles que l'auteur qui a écrit le livre, l'éditeur, l'année de la parution, le code ISBN, ... Bref toutes les informations communes à tous les exemplaires. L'exemplaire, lui, ne reprendrait que les informations qui peuvent différer de l'un à l'autre ; par exemple : la date d'achat, l'état dans lequel l'exemplaire se trouve, l'endroit où il doit être rangé, ...

Exercice 3

Le but de cet exercice est de modéliser « complètement » un système d'information simple.

Par complètement, on entend les entités, les associations, les attributs, les identifiants et les cardinalités.

La vidéothèque

Créez un MCD qui contient toutes les indications nécessaires pour garantir une gestion et une surveillance des locations.

Le responsable d'un magasin de location de cassettes vidéo désire informatiser le système de gestion des locations. Voici les informations recueillies pendant l'analyse:

- ❑ Un membre est caractérisé par son numéro de membre, son nom, son prénom, son adresse ainsi que sa date de naissance. Dès que la carte de membre est payée, le membre est enregistré dans le système et peut louer des cassettes vidéo.
- ❑ Un film est caractérisé par un numéro film, un titre, un code langue, un code genre et une durée. Le même film peut être disponible en plusieurs exemplaires. Un exemplaire est déterminé par un numéro d'exemplaire ainsi que la date d'achat de l'exemplaire.
- ❑ Lors d'une location, un membre peut louer plusieurs exemplaires de différents films en même temps. En principe, une location a une durée d'un jour, mais cette durée peut être prolongée à sa demande.
- ❑ Un membre ne peut louer plus de trois exemplaires à la fois.

L'école secondaire

Dans une école secondaire, on veut informatiser le système d'information qui gère les cours.

- ❑ Un élève est caractérisé par son matricule, son nom et prénom, ainsi que sa date de naissance.
- ❑ Un cours est caractérisé par un code arbitraire en 3 positions, par son intitulé, par un descriptif et par une indication du cycle auquel il est donné (valeurs possibles: "inférieur", "moyen", "supérieur").
- ❑ Un cours concerne une matière.
- ❑ Un élève enregistré dans le système doit suivre au moins un cours quelle que soit l'année scolaire.
- ❑ Il se peut qu'un élève suive le même cours à plusieurs reprises (c'est-à-dire durant plusieurs années scolaires). Il est nécessaire d'en garder la trace.
- ❑ Un professeur est caractérisé par un code interne unique (p.ex. Jean Muller aura le code JEMU), son nom et prénom et la matière qu'il enseigne.
- ❑ Chaque professeur peut donner plusieurs cours. Mais un cours n'aura qu'un seul professeur titulaire quelque soit l'année. Le professeur titulaire est celui qui par défaut donne le cours.
- ❑ Il arrive qu'un cours soit donné par un autre professeur en cours d'année scolaire. Exemple : le professeur tombe malade. Cependant, le titulaire ne change pas pour autant.
- ❑ Un professeur peut ne donner aucun cours pendant une ou plusieurs années scolaires.
- ❑ Une matière est représentée par un code matière (p.ex. FRA = Français, INF = Informatique etc.) et un libellé complet (p.ex "Langue française", "Informatique" etc.).

La société « Du Bon Vin »

La société « Du Bon Vin » désirerait gérer ses factures via un système informatique.

Voici les informations qui sont communiquées :

- ❑ Exemple de facture :

Société Du Bon Vin			Le 10 octobre 2001.		
Rue du Pichet 13					
45678 Bordeaux					
Facture n° : 5542/01			Monsieur Yves Lebon		
Client n°: 45			Rue du Lac 55		
			B-5445 Namèche		
Articles	Code	Quantité	Prix unit.	Prix	TVA
Côtes du Rhône	CR01	6	25.00	150.00	12.00%
Bordeaux supérieur	BO05	12	65.50	786.00	12.00%
Tire-bouchon Flop	TB00	1	55.00	55.00	19.50%
Total HTVA				991.00	
TVA	12.00%			112.32	
	19.50%			10.72	
Total TVAC				1114.04	170.04€

- ❑ Le prix et la TVA d'un article sont fixes ; il ne varie pas à travers le temps.
- ❑ Un client peut recevoir plusieurs factures.
- ❑ Une facture ne concerne qu'un client.
- ❑ Il n'y a pas de limite du nombre d'articles sur la facture.
- ❑ Un même article n'apparaîtra jamais 2 fois sur la même facture.

La société « Du Bon Vin » voudrait également automatiser la gestion de son stock. Voici les informations qui sont communiquées :

- ❑ A tout moment, je dois savoir combien d'articles sont en stocks.

- ❑ Pour un article donné, lorsque la quantité passe en dessous d'un seuil propre à cet article, le système doit pouvoir déclencher une alarme.
- ❑ Le même genre d'alarme doit être déclenché lorsque le nombre d'article dépasse un plafond donné. Ce plafond est évidemment variable d'un article à l'autre.
- ❑ Quand, pour un article particulier, il n'y a pas eu de sortie depuis plus de 6 mois, une alarme doit être émise. Ce délai de 6 mois doit pouvoir être différent d'un article à l'autre.

Enfin, le responsable de la gestion du stock nous communique les informations suivantes :

- ❑ Chaque article est physiquement rangé dans un rayon de notre entrepôt. Ce rayon est désigné par un code en 5 positions. Pour chaque rayon est nommé un responsable.
- ❑ Les alarmes émises par le système doivent être enregistrées. En d'autres termes, on doit pouvoir déterminer combien, quand et concernant quel article ces alarmes ont été émises.
- ❑ Chaque alarme est prise en charge dans un délai maximum de 24h par un responsable qui est, en fonction des disponibilités, soit le responsable de rayon où est rangé l'article soit un autre employé. Lorsqu'une action a été prise par celui-ci, l'alarme est clôturée.

La gestion des accès

Le gestionnaire d'une société voudrait créer un site internet pour permettre à ses clients de suivre ses propres commandes :

« Nous gérons de plus en plus de commandes et nos clients nous contactent de plus en plus fréquemment pour nous demander où en est leurs commandes. Le problème est que plusieurs de mes employés passent plus de la moitié de leur temps à répondre au téléphone au lieu d'être productif. C'est pourquoi j'ai décidé de

rendre le suivi de ces commandes accessibles sur un site internet.

Seulement voilà, il n'est pas question que n'importe qui puisse voir les commandes qui sont en cours de traitement : il faut absolument sécuriser les accès.

Chaque client devra désigner au maximum 3 personnes qui pourront accéder à ses propres commandes.

Ces personnes devront se faire reconnaître sur le site internet avec un nom d'utilisateur et un mot de passe. Si le mot de passe est correct, la personne authentifiée pourra voir la liste des commandes du client qui l'a désigné et uniquement les commandes de celui-ci.

La liste comprendra les informations suivantes : le numéro de commande que nous attribuons, la date d'émission, la date à laquelle le client recevra ou à reçu sa commande, le montant total de la commande et son statut : 'En traitement', 'Envoyée', 'Terminée'. Les commandes terminées depuis plus de 2 semaines n'apparaîtront plus dans la liste. »

L'hebdomadaire

Un hebdomadaire souhaite faciliter la gestion des articles qui paraissent dans ses pages. Voici le compte rendu rédigé à la suite d'une interview du rédacteur en chef de l'hebdomadaire :

« En général, un article est rédigé par le journaliste qui nous le fait parvenir. Je décide alors de publier ou non cet article dans la prochaine édition de notre hebdomadaire. Parfois, je garde l'article reçu en réserve, ce qui me permettra d'éventuellement m'en servir dans une édition ultérieure.

Dans notre hebdomadaire, chaque article possède un titre, un contenu (c'est-à-dire le texte rédigé par son auteur) et, comme il n'est pas rare qu'un article soit cosigné, tous les journalistes sont mentionnés en fin d'article. Parfois, lorsqu'il n'y a pas assez de place dans l'édition les noms des auteurs de l'article sont remplacés par leurs initiales. Ceci ne pose pas de problème

puisque, entre nous, chaque journaliste est désigné par ses initiales.

Pour faciliter notre travail, le titre de l'article qui est imprimé dans une édition de l'hebdomadaire n'est pas nécessairement le même que celui que nous utilisons au sein du journal. Ce dernier n'est jamais attribué deux fois et nous permet de distinguer à coup sûr chaque article.

Pour faciliter la gestion des différents articles, la rédaction classe ceux-ci dans différents dossiers. Il arrive même qu'un article soit photocopié et classé dans plusieurs dossiers. Chaque dossier correspond à un thème spécifique et constitue une base de documentation. On s'en sert lorsqu'on aborde des sujets thématiques dans une édition de notre hebdomadaire : on y puise les articles les plus intéressants et on les publie.

Lorsque l'actualité le nécessite, il arrive qu'un article soit republié.

Quand le contenu du dossier concernant le thème traité dans une prochaine édition ne contient pas assez d'articles intéressants, le rédacteur en chef décide de commander un nouvel article. Il s'adresse alors à un journaliste et lui donne le titre de l'article et la date à laquelle cet article doit être livré. Libre au journaliste en question de se faire aider par des collègues pour la rédaction de celui-ci. »

Exercice 4

Ces exercices font appel aux concepts plus avancés de la modélisation tels que les associations dépendantes et l'héritage.

L'atelier de jouets

Une société de fabrication de jouet aimerait rationaliser sa production.

Elle décrit ainsi son processus de fabrication.

Chaque jouet est constitué de plusieurs éléments. Chaque élément peut être commandé chez différents fournisseurs.

Il arrive fréquemment qu'un même élément soit requis plusieurs fois dans la fabrication d'un jouet. Par exemple il faut 4 roues pour construire un chariot.

Pour un jouet donné, le processus d'assemblage est décrit étape par étape et dans un ordre précis. On commence par prendre un châssis (étape 1) sur lequel on monte la roue avant gauche (étape 2), puis la roue avant droite (étape 3), puis ensuite, on y attache le timon (étape 4) et on continue par la carrosserie (étape 5) et finalement par les roues arrière (étapes 6 et 7).

Un robot est désigné par son nom (il s'agit la plupart du temps de nom de personnage de dessins animés ou de films d'animation). Un robot peut prendre en charge une ou plusieurs étapes de l'assemblage du jouet.

A chaque jouet, on donne un code technique et un nom commercial. Mais, en interne, lorsqu'on désigne un jouet, on utilise toujours son code technique. Il est également intéressant de savoir quand un jouet a été fabriqué pour la première fois ainsi que son prix de revient actuel.

Pour chaque fournisseur, il faut connaître, outre son nom, son adresse, la personne de contact et le numéro de téléphone auquel il peut être joint.

Les différents éléments sont désignés par un code interne. De plus, il est important de pouvoir les décrire avec précision.

Vu la quantité de jouets qui est fabriquée et la richesse de notre catalogue, nous cherchons à savoir :

- Le temps qui est nécessaire pour la fabrication de chaque jouet ;
- Le nombre de robots qui interviennent dans la fabrication de chaque jouet ;
- Le nombre de fois qu'un changement de robot doit être effectué durant le montage d'un jouet.
- Le nombre de type de jouets différents qu'un robot manipule.

Le tournoi de Tennis

Le gestionnaire d'un club de tennis nous demande de l'aider. Il désire informatiser la gestion des tournois qu'il organise.

Voici ce qu'il nous dit :

« Je désire organiser plusieurs tournois par an. Parfois, il s'agira de tournois organisés pour les Messieurs, parfois pour les Dames ou encore pour les doubles (double mixte, double messieurs ou double dames). Certains de ces tournois se dérouleront d'ailleurs simultanément sur un même week-end.

Chaque tournoi est constitué de matchs opposant les joueurs ou les équipes de double qui s'y sont inscrits. Evidemment, chaque match oppose soit 2 joueurs en simple, soit 2 équipes en doubles. Après avoir soigneusement enregistré le résultat du match, le ou les perdants sont éliminés du tournoi dans lequel ils étaient inscrits.

Un même joueur peut jouer dans plusieurs tournois simultanément : par exemple, un tournoi en Simple Messieurs et un autre en Double Mixte. Par contre, un joueur ou une équipe de double ne peut pas s'inscrire plusieurs fois dans le même tournoi.

Pour identifier une équipe de double, on utilise le nom des 2 joueurs qui la compose.

Pour établir la liste des matchs d'un tournoi, je me sers du classement des adversaires inscrits ou toujours en lisse. Notre club dispose actuellement de 3 terrains. On leur a donné des noms de joueurs célèbres. Chaque match se déroule sur un de ces terrains. En général, la finale se donne sur le cours McEnroe parce que c'est le seul qui dispose de gradin.»

Exercice 5

Le but de cet exercice est de comprendre la dénormalisation et la correspondance entre les modèles physiques et conceptuels.

Est-ce normal ?

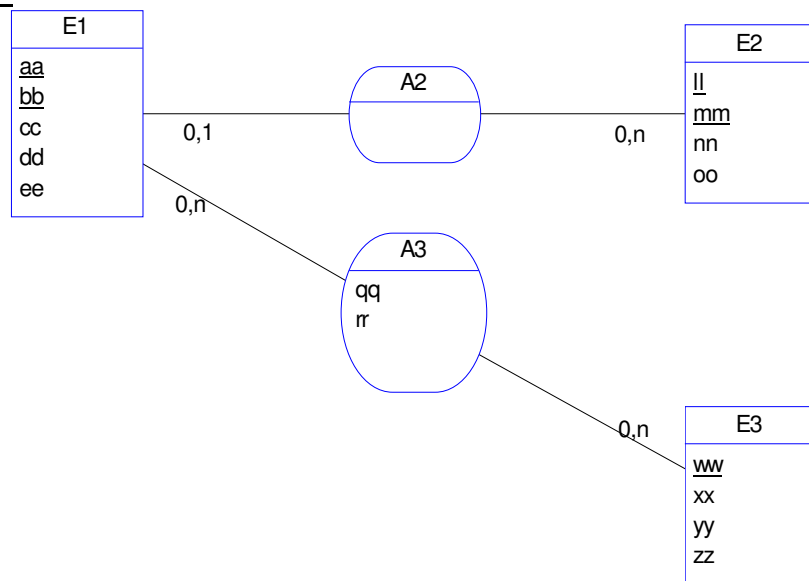
Voici un modèle... Et voici les dépendances qui peuvent exister entre les attributs de ce modèle.

Le modèle est-il normalisé ?

Si non,

- Quelles sont les formes normales qui sont transgressées ?
- Pouvez-vous le normaliser.

Le modèle



Les dépendances

aa → dd

(aa,bb) → cc

(aa,bb) → ee

(aa,bb) → ll

(aa,bb) → mm

(aa,bb,ww) → qq

(aa,bb,ww) → rr

(ll,mm) → nn

(ll,mm) → oo

yy → zz

ww → xx

ww → yy

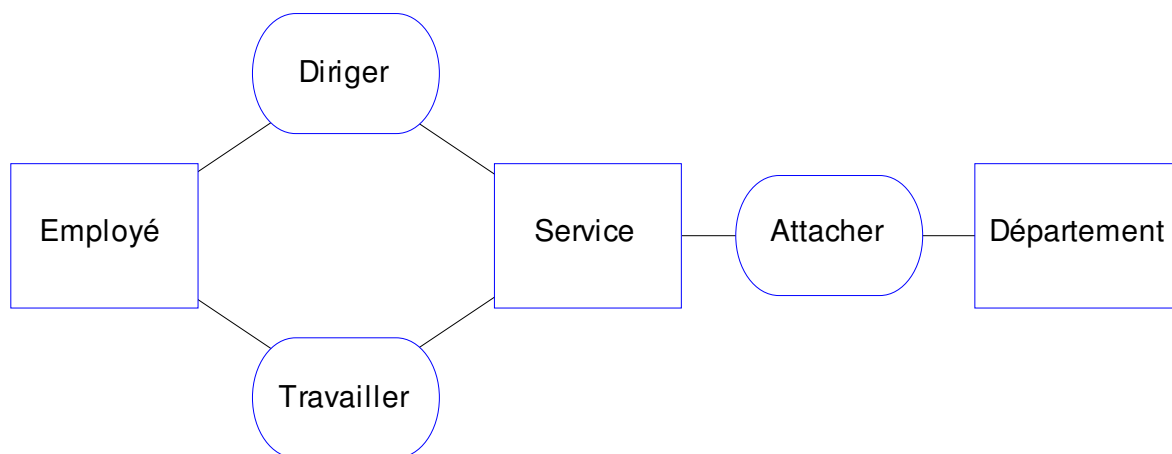
SOLUTIONS

Exercice 1

La société Alpha

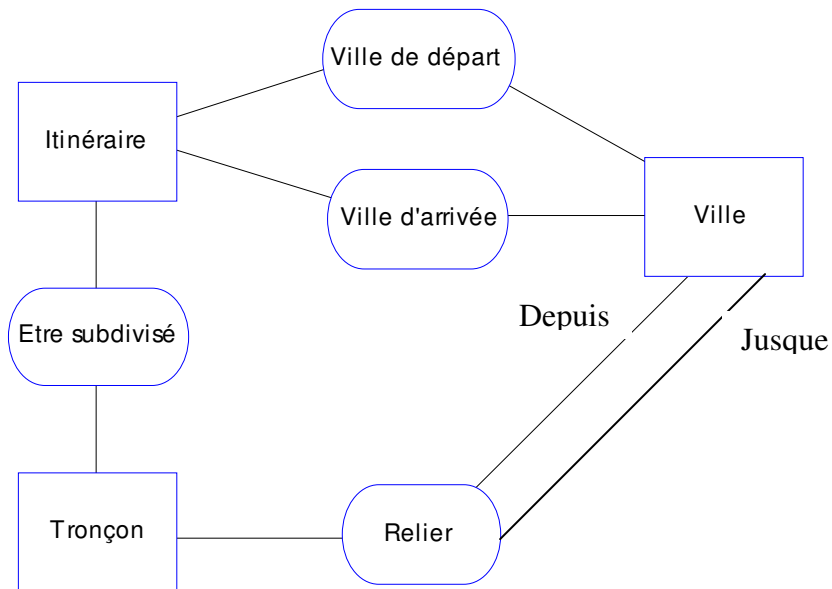
Quelques commentaires :

- ❑ L'association « Diriger » pourrait éventuellement s'appeler « Chef de Service ».
- ❑ Dans la mesure où nous ne disposons pas de plus d'informations, il n'est pas raisonnable de considérer qu'un département est un service. Nous devons donc considérer les deux entités distinctes.
- ❑ L'entité Société est inutile car elle n'apporte pas d'information spécifique : il n'y a qu'une seule occurrence, la société Alpha.

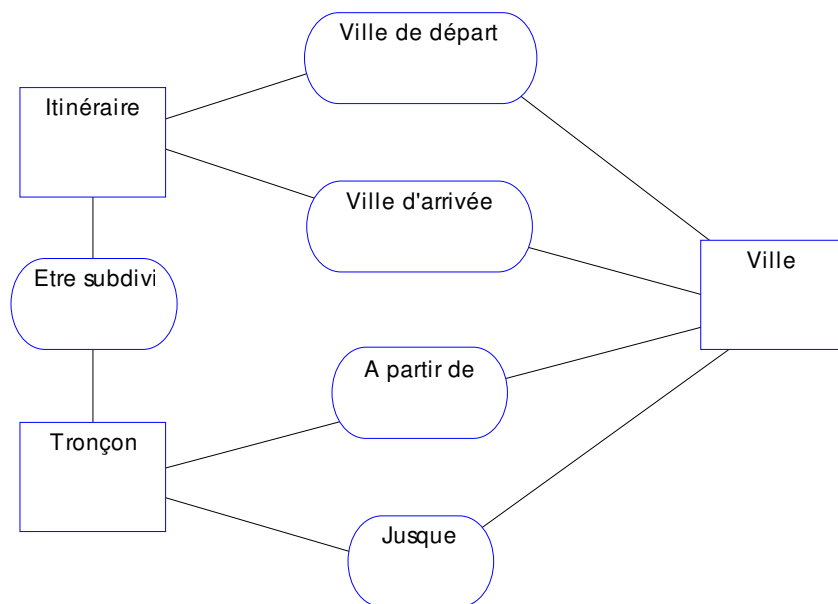


La carte routière

Avec une association ternaire :

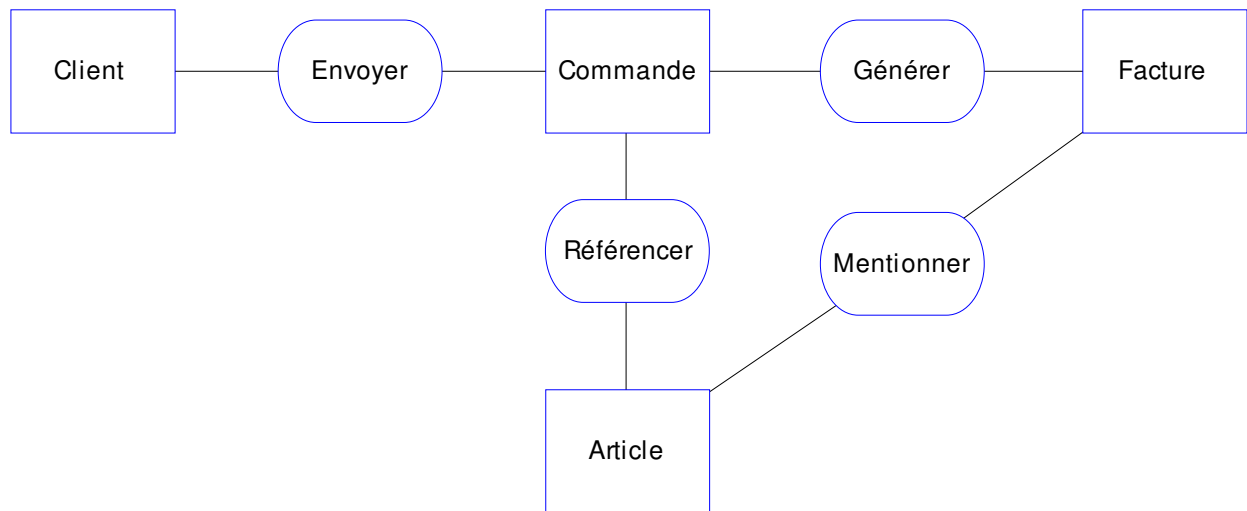


Sans association ternaire :



La quincaillerie

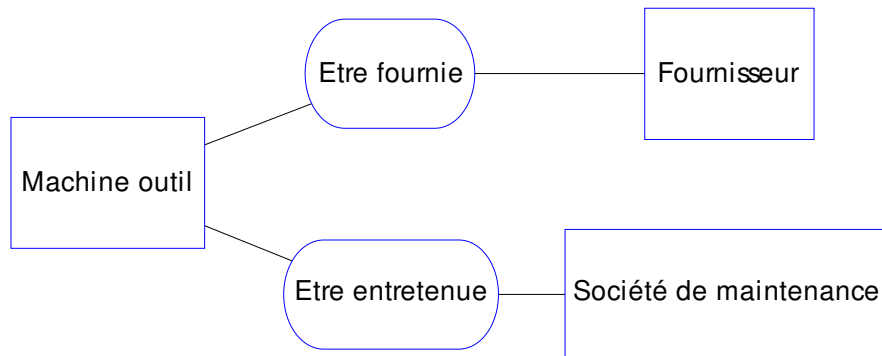
L'association Mentionner doit être présente dans le schéma ; en effet, dans l'énoncé, il est indiqué que n'apparaissent sur la facture que les a



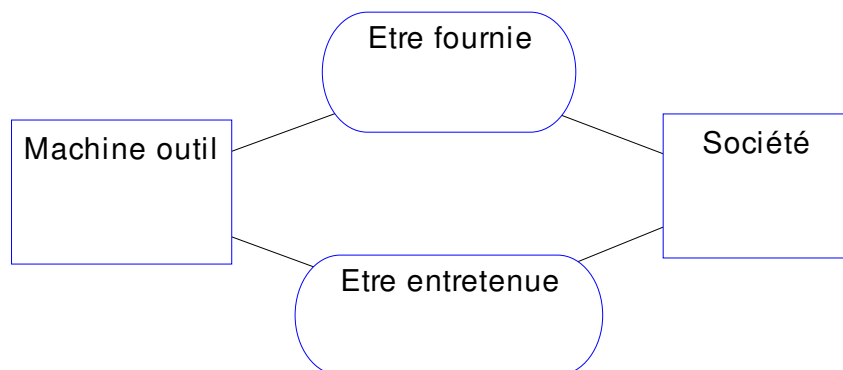
Les machines-outils

Il existe plusieurs solutions...

- ❑ La première solution ne cherche pas à mettre en évidence le fait qu'un fournisseur et une société de maintenance sont tous les deux des sociétés. (On peut supposer que leurs caractéristiques sont différentes.)



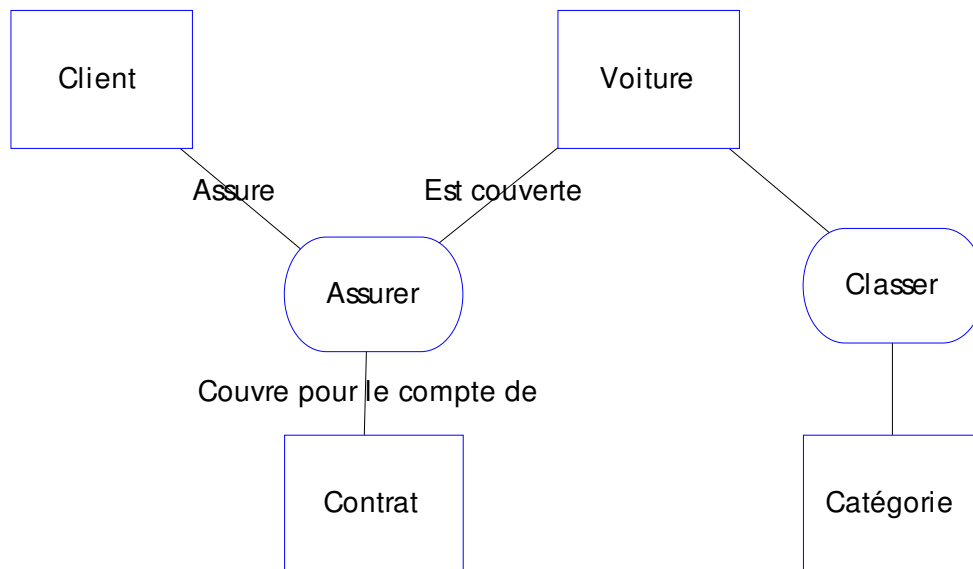
- ❑ La deuxième solution souligne le fait que la société de maintenance et le fournisseur sont des sociétés ayant les mêmes caractéristiques.



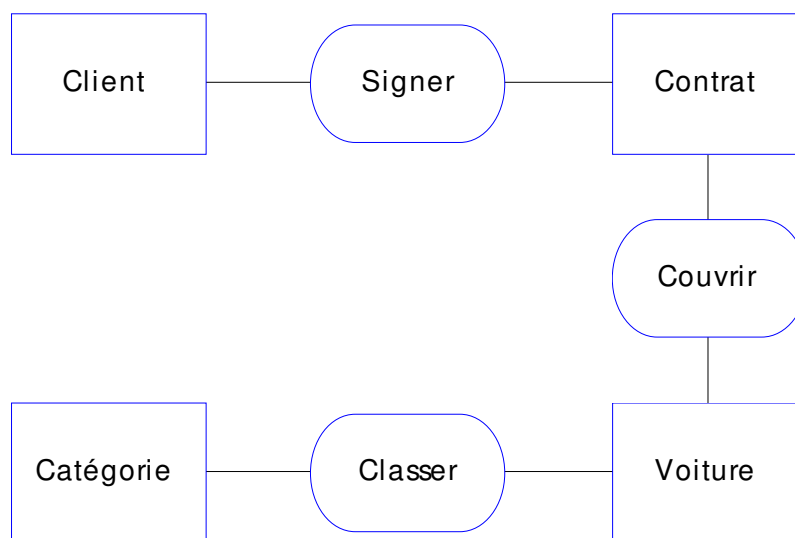
La compagnie d'assurance

Il existe deux solutions :

- ❑ La 1^{ère} solution utilise une association reliant 3 entités.



- ❑ La deuxième solution décompose l'association ternaire en 2 associations binaires.

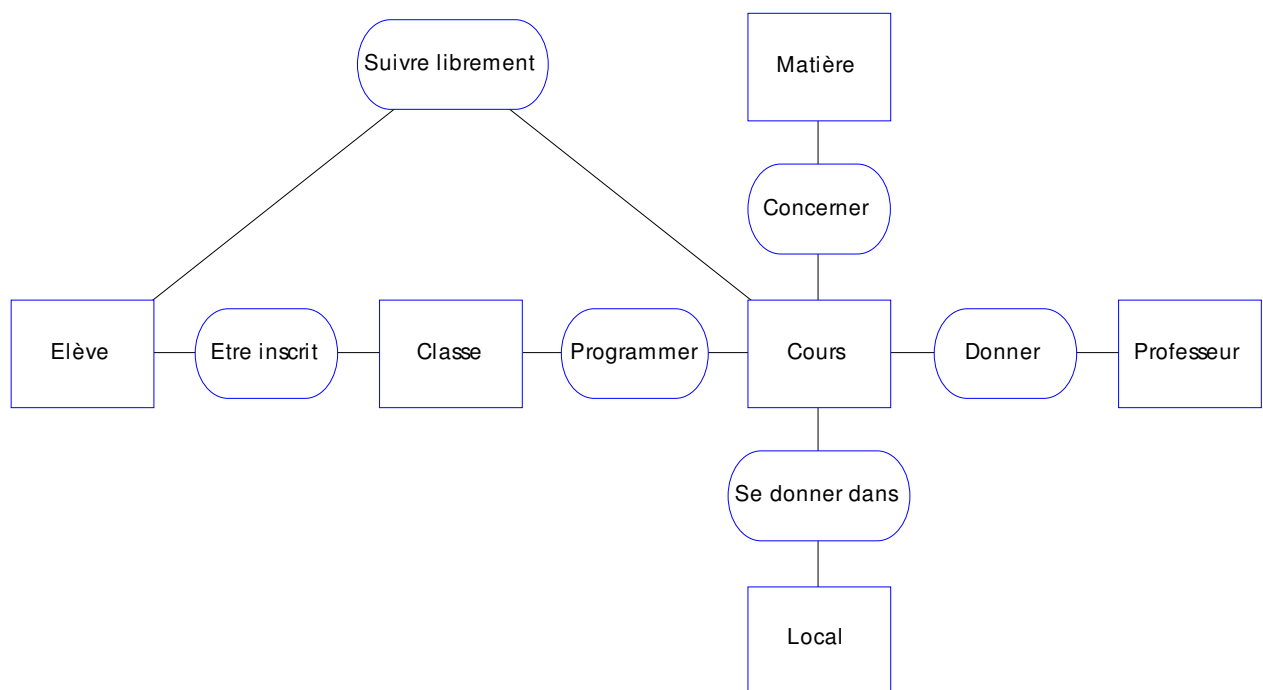


Exercice 2

L'école

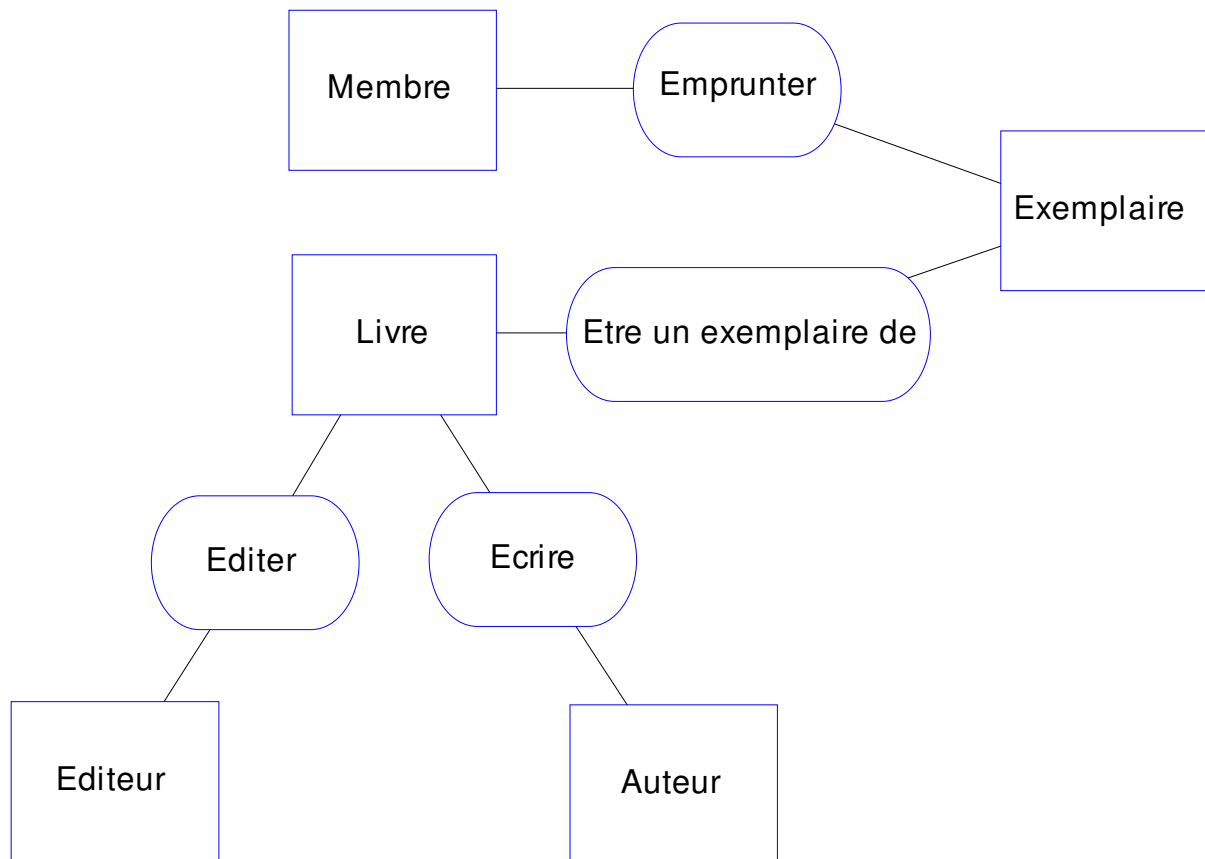
Cette solution permet :

- ❑ À plusieurs élèves d'être regroupés en classe.
- ❑ À un élève de suivre des cours non programmés pour la classe dans laquelle il est inscrit.
- ❑ D'avoir des classes dont le programme est établi mais dans lesquelles aucun élève n'est encore inscrit.
- ❑ D'avoir des élèves qui suivent des cours librement sans pour autant être inscrit dans une classe.



La bibliothèque

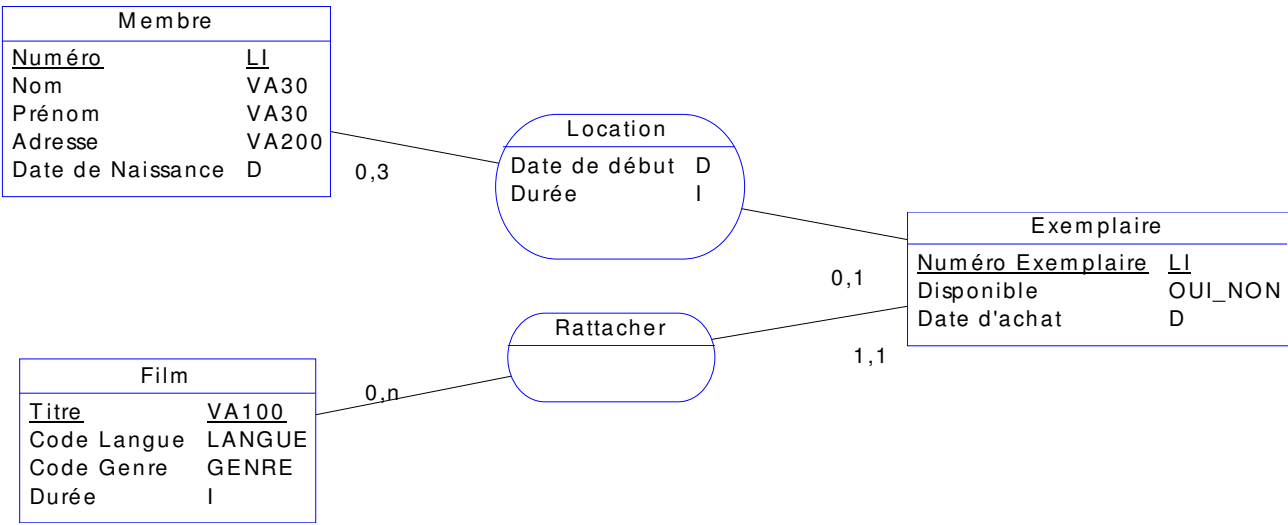
L'introduction de l'entité Exemple permet d'avoir le même livre plusieurs fois dans la bibliothèque ; chacun de ces exemplaires ayant une vie propre : l'un pouvant être emprunté, l'autre pas.



Exercice 3

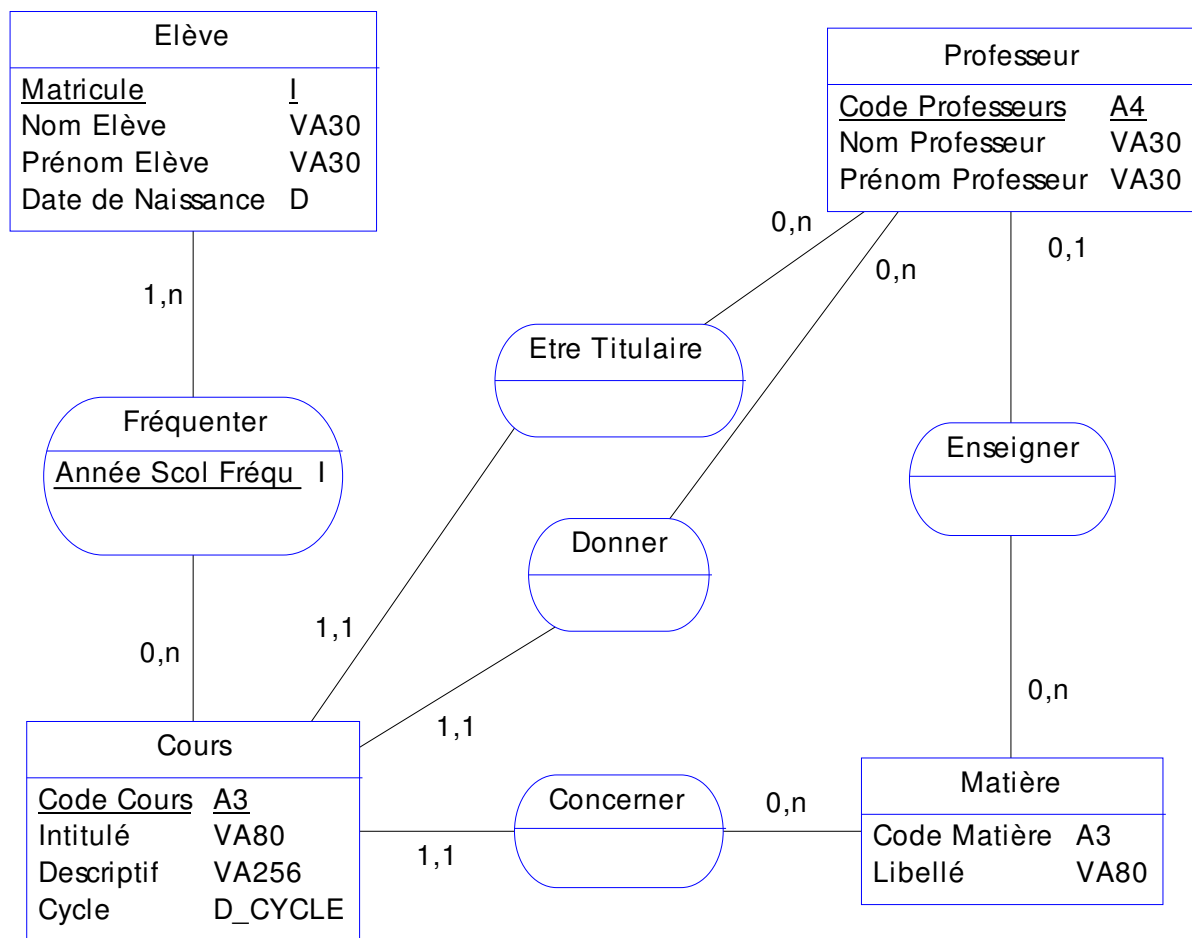
La vidéothèque

- ❑ Les codes Genre et Langue pourraient être gérés via des entités distinctes. Cela aurait comme avantage de pouvoir introduire de nouveaux genres ou de nouvelles langues sans intervenir sur le modèle (via la modification de la définition des domaines).
- ❑ La gestion de la location peut être gérée de plusieurs manières différentes ; par exemple via la date de prise en location et la date à laquelle l'exemplaire doit être rendu. Dans tous les cas de figure, la prolongation de la location consiste à modifier une valeur d'un des attributs de l'occurrence Location.
- ❑ Les informations sur la rentrée des exemplaires ne concernent pas un diagramme statique.
- ❑ Concernant l'entité Membre, il n'est pas nécessaire de gérer des informations sur le paiement de sa cotisation : il est membre que lorsque la cotisation est payée.
- ❑ Dans l'entité Exemplaire, l'attribut Disponible ne peut se justifier que si il signifie que l'exemplaire en question n'est pas disponible suite à une réservation ou parce qu'il est trop abîmé. Le fait que l'exemplaire soit disponible à la location est traduit via l'association Location et ne nécessite pas la présence d'un attribut supplémentaire. En effet, si l'exemplaire est en cours de location – c'est-à-dire est lié à un membre via une occurrence de l'association Location – cela signifie qu'il n'est pas disponible pour une autre location.



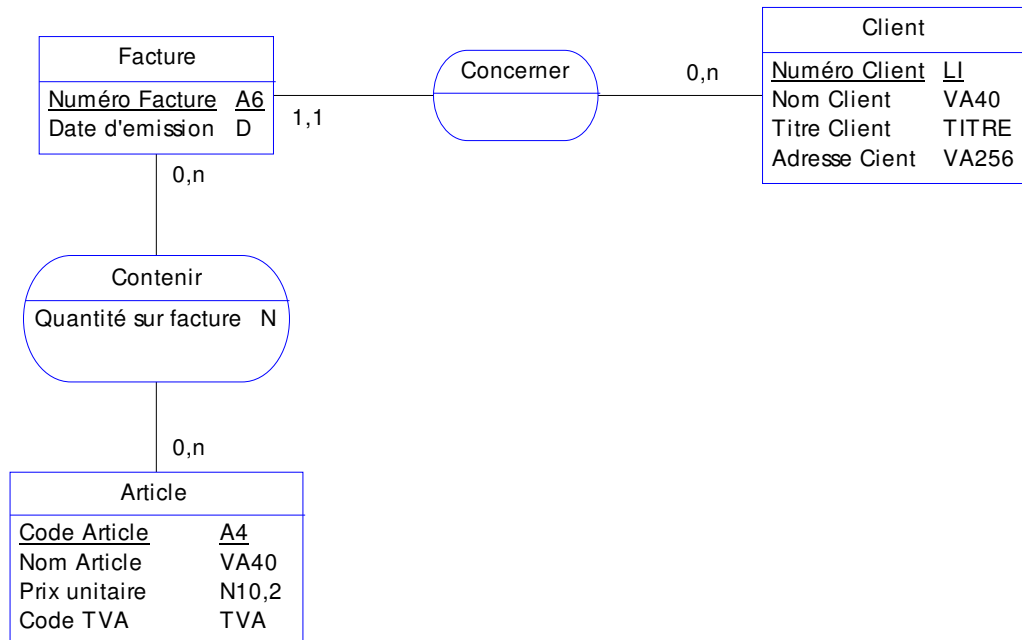
L'école secondaire

- ❑ Attention, l'association Fréquenter possède un attribut identifiant. Cela permet de distinguer le fait qu'un même élève ait suivi le même cours durant plus d'une année.
- ❑ Dans l'énoncé, il ne semble pas nécessaire de conserver la liste des professeurs ayant donné un cours. C'est pour cette raison que l'association Donner est one-to-many et ne possède pas d'attribut.
- ❑ La notion de titulaire est clairement distincte du fait de donner cours. Dès lors une association supplémentaire doit relier les entités Cours et Professeur. Une contrainte pourrait être ajoutée indiquant que par défaut, le professeur qui donne le cours est le titulaire.
- ❑ Le code Cycle (entité Cours) pourrait être géré via une entité distincte. Cependant, le domaine ne risque pas d'évoluer à travers le temps ; c'est la raison pour laquelle la solution utilisant le domaine est « plus adéquate ». Le domaine peut être défini comme suit : D_CYCLE = { 'Inférieur', 'Moyen', 'Supérieur' }

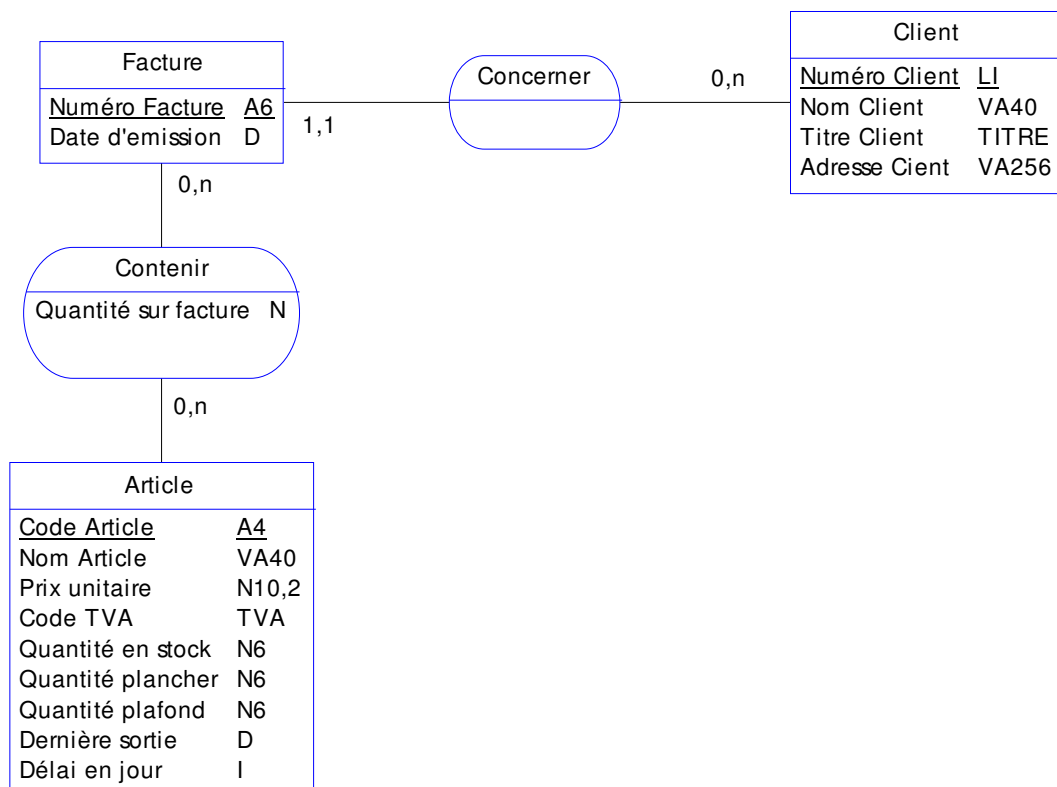


La société « Du Bon Vin »

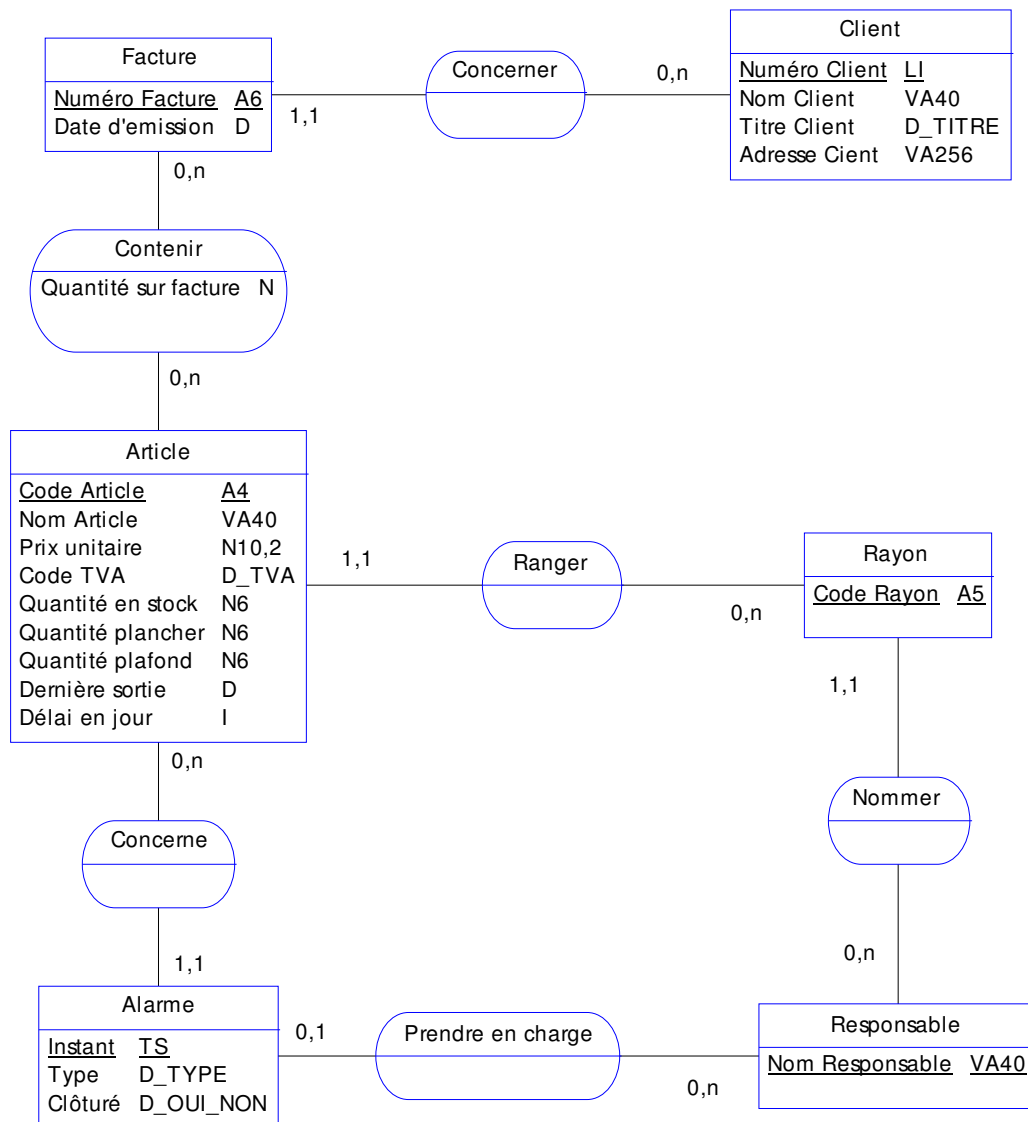
La solution de cet exercice est décomposée en 3 phases.
D'abord la gestion de la facture.



Ensuite on y associe la gestion du stock.



Enfin, on ajoute les informations relatives à la gestion des alarmes et des responsables.



Dans cette solution :

- ❑ On prend comme identifiant de l'entité Alarme l'instant auquel celle-ci est émise (on peut en effet imaginer que 2 alarmes ne sont jamais émises exactement au même moment).
- ❑ Puisqu'on ne dispose d'aucune information le concernant, on impose arbitrairement l'identifiant de l'entité Responsable.

- Beaucoup de domaines sont utilisés. Certains d'entre eux pourraient avantageusement être remplacés par des entités. C'est le cas pour le code TVA et le type d'alarme ; cela permettrait d'ajouter un nouveau code TVA ou un nouveau type d'alarme sans changer le modèle.

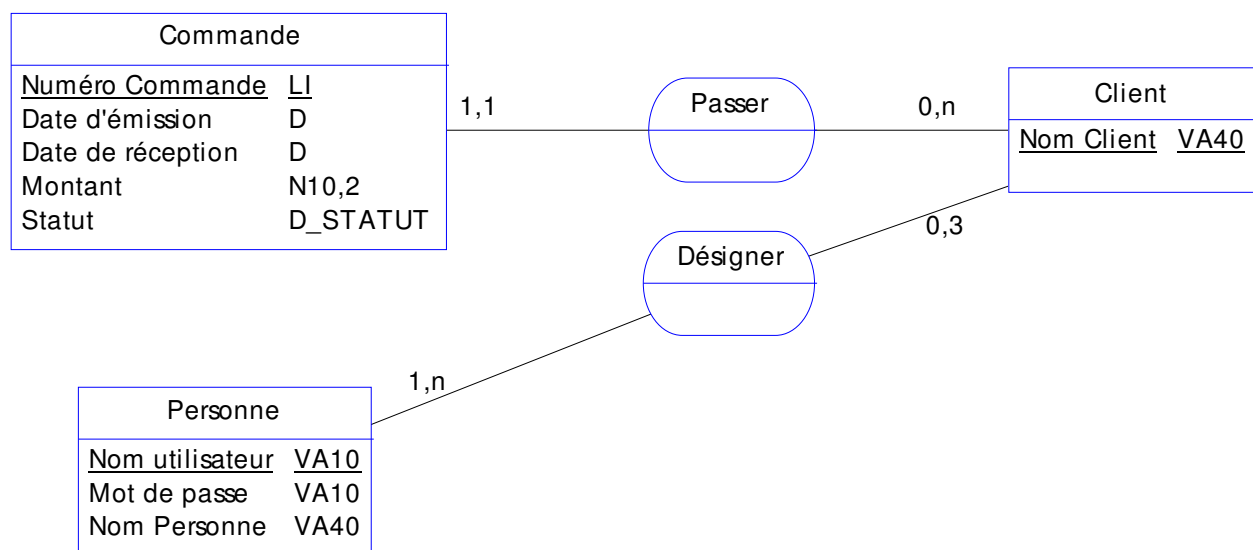
Voici la liste des domaines répertoriés dans le modèle :

- D_TITRE = { 'Monsieur', 'Madame', 'Mademoiselle' }
- D_TVA = { 12%, 19,5% }
- D_TYPE = { 'Plafond', 'Plancher', 'Délai' }
- D_OUI_NON = { 'Oui', 'Non' }

La gestion des accès

Remarques :

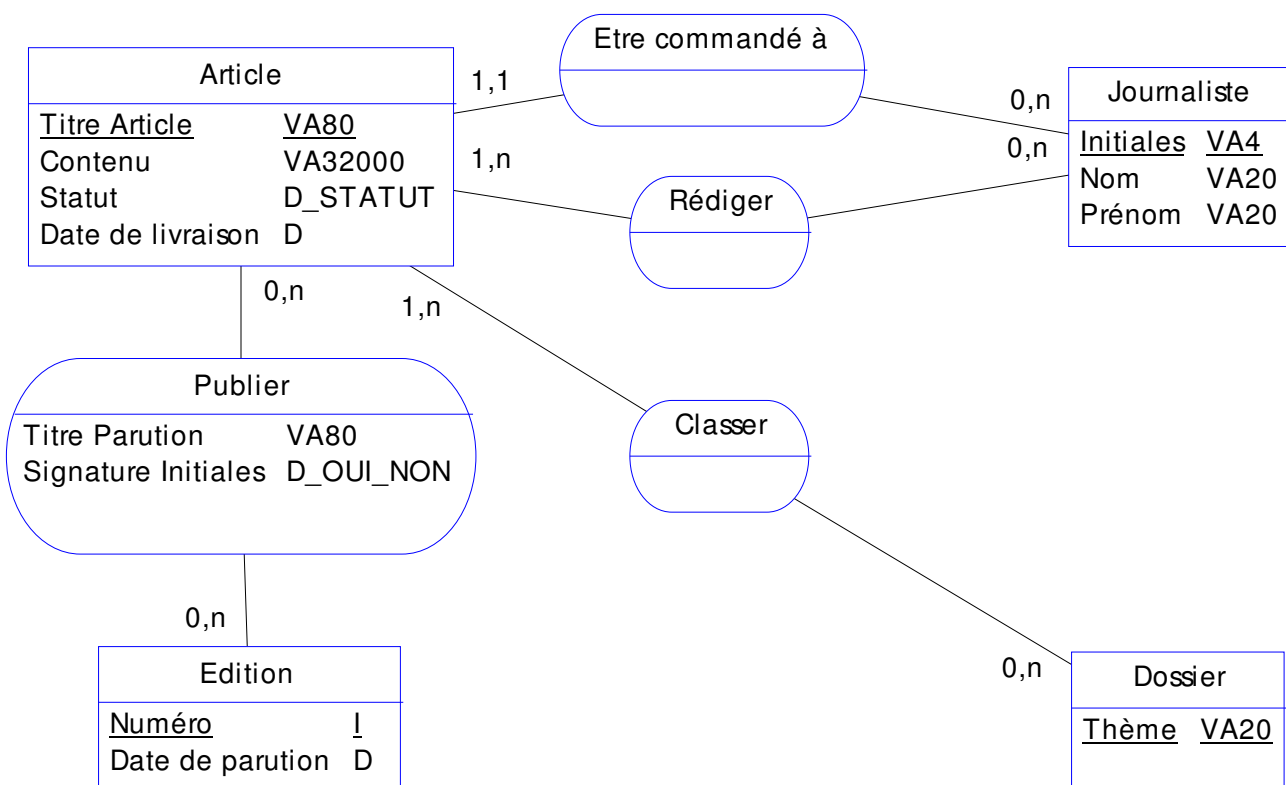
- ❑ Les employés ne doivent pas être représentés par une entité ; ce sont des acteurs sur lesquels aucune information n'est demandée.
- ❑ Le site internet n'est pas non plus une entité : il n'y en a qu'un et aucune information particulière le concernant ne doit être gérée.
- ❑ On ne doit pas conserver les informations relatives à qui a consulté quelle commande ; donc il n'y a pas d'association entre Commande et Personne.
- ❑ L'identifiant de l'entité Client est arbitraire.
- ❑ L'attribut Nom Personne a été ajouté bien qu'il ne semble pas être absolument nécessaire dans l'énoncé.
- ❑ Dans la mesure où seulement 3 personnes peuvent être désignées au maximum par un Client, la cardinalité maximum de l'association Désigner vaudra 3 plutôt que n.
- ❑ Rien n'empêche qu'une même personne ne puisse pas représenter plusieurs clients, la cardinalité maximum de l'association Désigner a été mise à n.
- ❑ Voici la liste des domaines répertoriés dans le modèle :
 - D_STATUT = { 'En traitement', 'Envoyé', 'Terminé' }



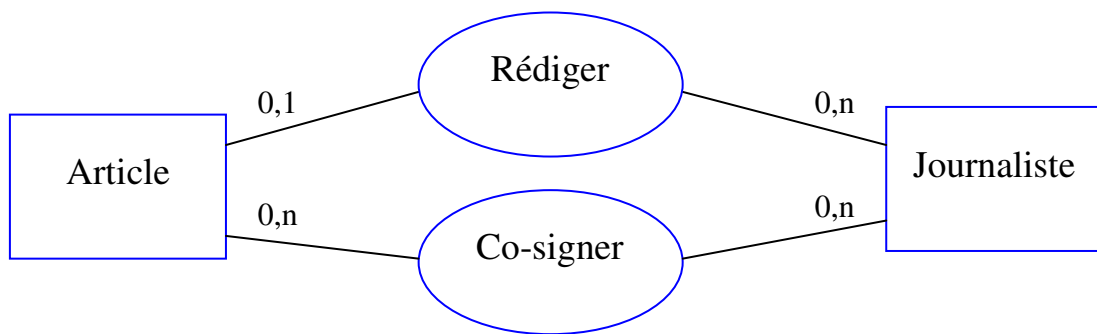
L'hebdomadaire

Remarques :

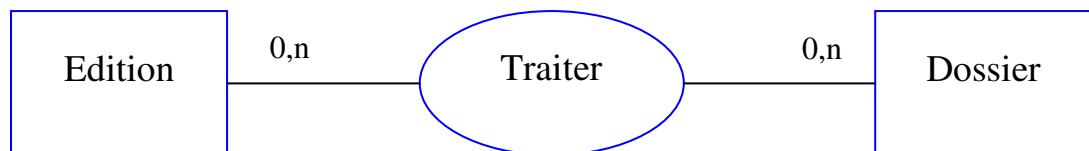
- ❑ Par manque d'information dans l'énoncé, les attributs et l'identifiant de l'entité Edition sont arbitrairement choisis.
- ❑ L'attribut Date de livraison pourrait, très logiquement, être mis dans l'association Etre commandé à. En effet, cette information est relative à l'article et au journaliste auquel la commande est effectuée.
- ❑ L'attribut Statut de l'entité Article n'est pas absolument nécessaire même s'il facilite grandement la compréhension. On peut, en effet, considérer que le contenu est vide, l'article est toujours en commande. Néanmoins cette façon de procéder n'est pas naturelle.
- ❑ Voici la liste des domaines répertoriés dans le modèle :
 - D_OUI_NON = { 'Oui', 'Non' }
 - D_STATUT = { 'En commande', 'Rédigé' }



- Une autre interprétation concernant l'auteur et les cosignataires d'un article aurait pu être modélisée comme suit :



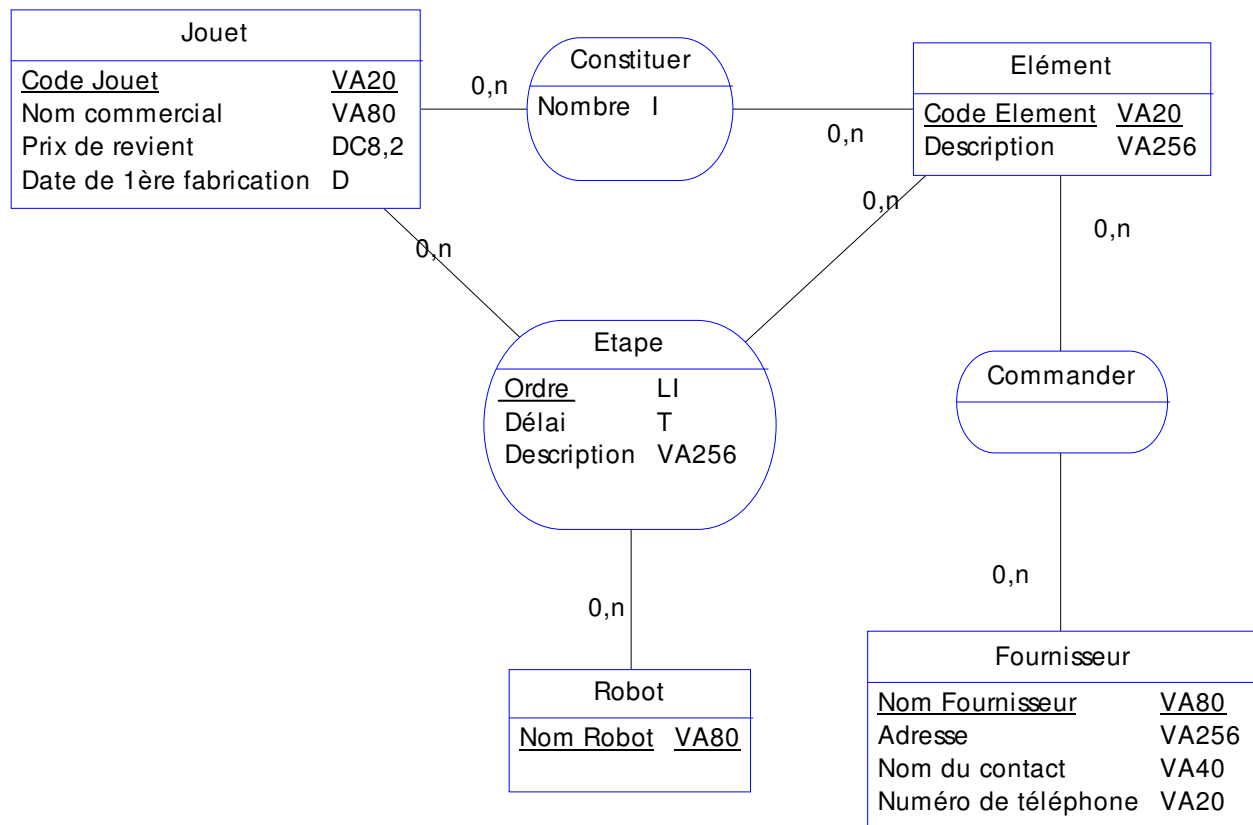
- Une association pourrait être ajoutée entre **Edition** et **Dossier** pour indiquer quels sont les thèmes traités au sein d'une édition :



Exercice 4

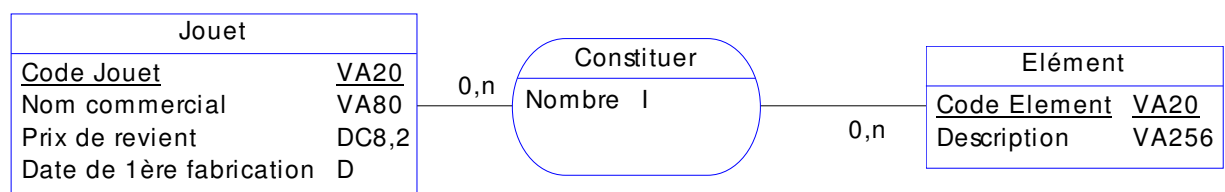
L'atelier de jouets

La première solution utilise une association ternaire.



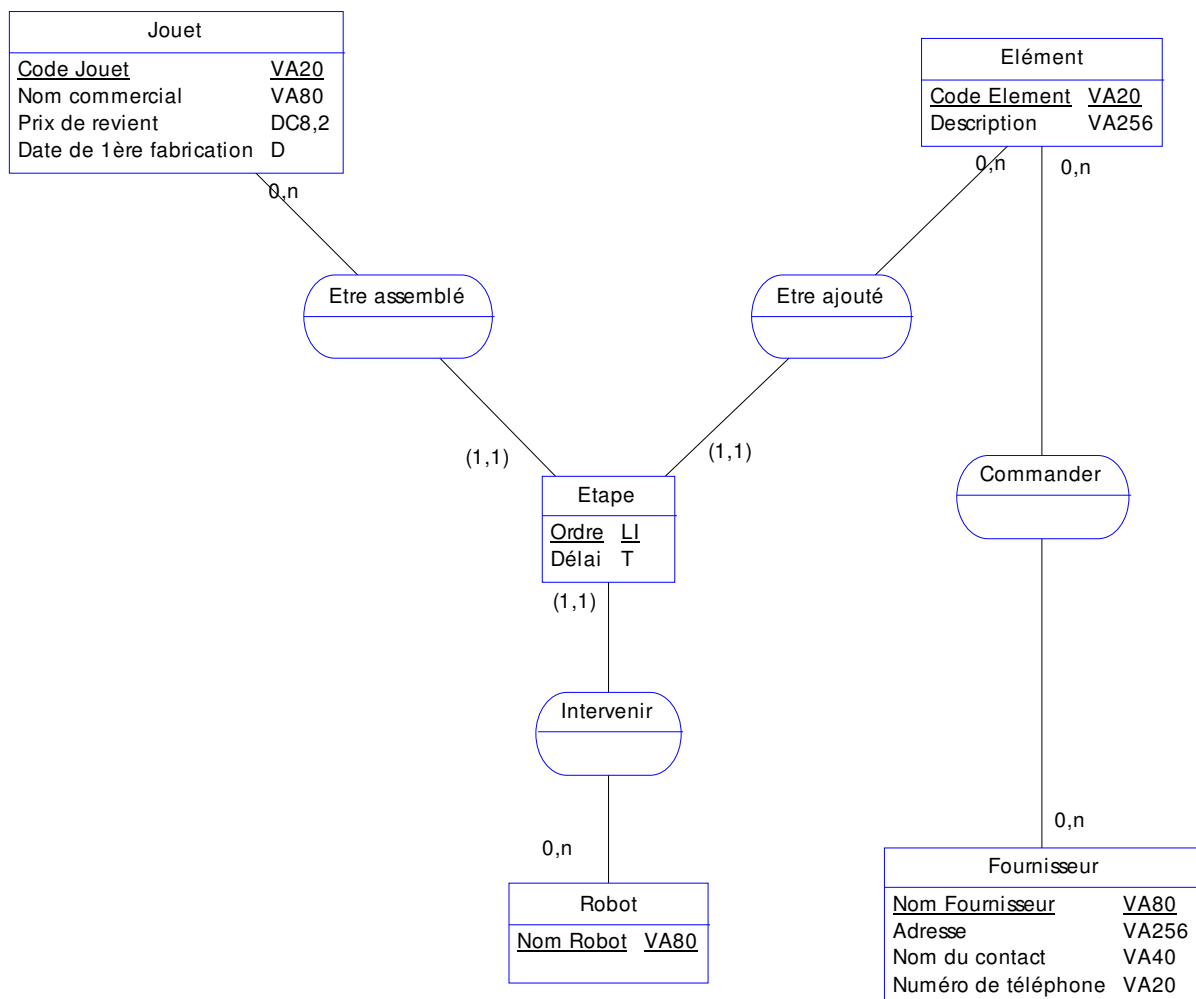
Remarques :

- L'association 'Constituer' entre 'Jouet' et 'Elément' n'est pas nécessaire. En effet, elle peut être déduite grâce à l'association 'Etape' : tous les éléments nécessaires aux étapes du processus d'assemblage constituent le jouet.



- ❑ L'association ternaire 'Etape' est identifiée avec l'attribut ordre. En effet, il est dit dans l'énoncé que « *Pour un jouet donné, le processus d'assemblage est décrit étape par étape et dans un ordre précis* ».
- ❑ Dans cette solution, l'attribut identifiant 'Ordre' n'aura des valeurs distinctes que pour chaque triplet Jouet, Robot, Elément : pour un même jouet plusieurs étapes 1 peuvent exister; chacune associée à un robot ou un élément différent.
- ❑ Cette solution utilise une association ternaire. Elle est peut-être plus facile à interpréter mais contient moins de contraintes donc est moins « riche ».

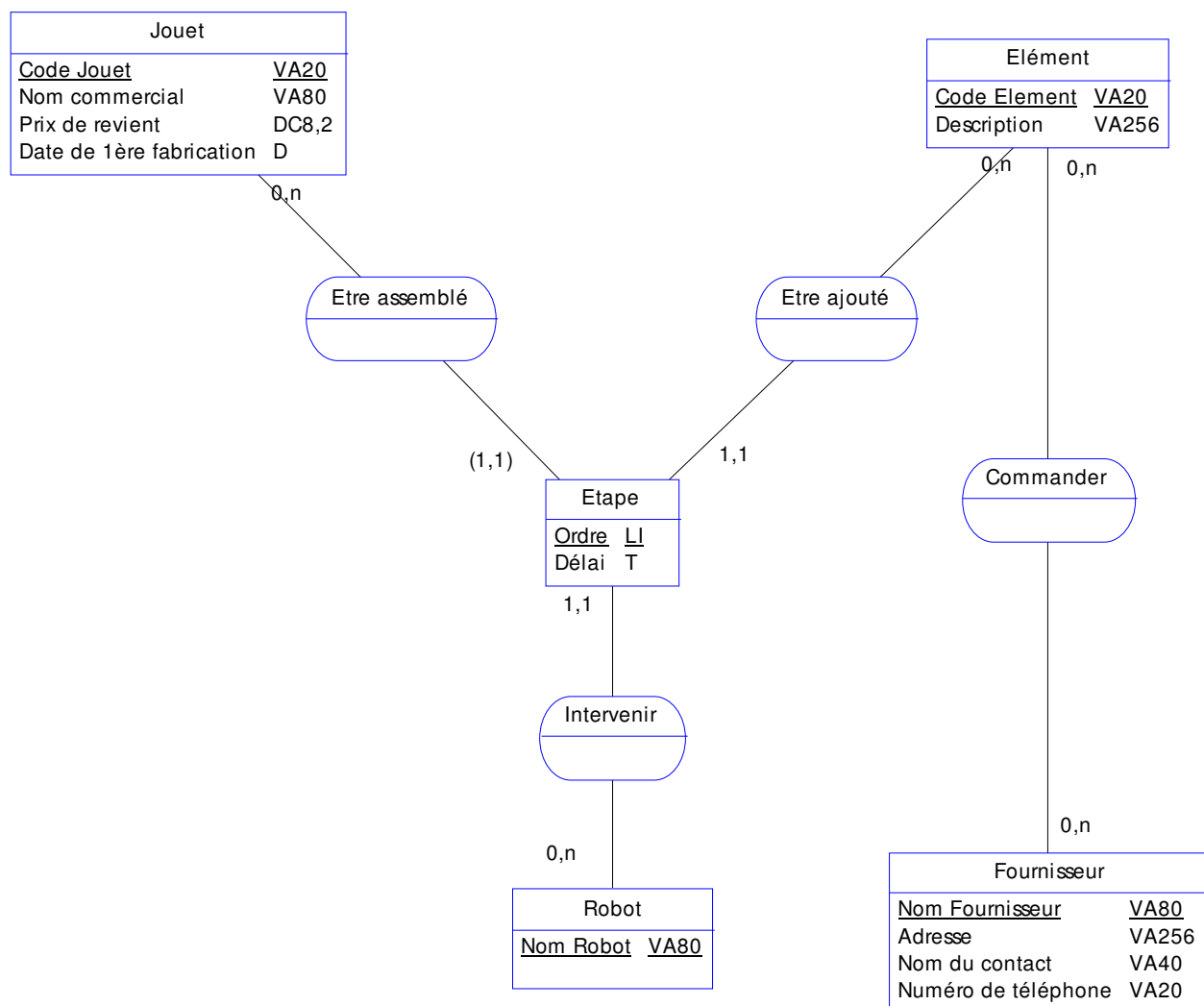
La deuxième solution n'utilise que des associations binaires. L'association 'Etape' est remplacée par une entité et 3 associations dépendantes.



Remarques :

- Chaque étape est maintenant explicitement identifiée (via les associations dépendantes) par le jouet, le robot et l'élément mis en relation en plus du numéro d'ordre de l'étape.
- Tout comme dans la solution précédente, l'attribut identifiant 'Ordre' n'aura des valeurs distinctes que pour chaque triplet Jouet, Robot, Elément.

La troisième solution supprime les associations dépendantes inutiles.



Remarques :

- ❑ En réfléchissant, on peut se rendre compte qu'une étape est effectivement identifiée par un jouet mais pas par un robot ni par un élément. Cette façon de faire permet, pour chaque jouet, d'avoir une séquence précise d'actions que les robots doivent effectuer.

Ex : Pour le jouet Chariot...

- Etape n°1 : Le robot alpha prend le châssis ;
- Etape n°2 : Le robot bêta ajoute la 1ère roue ;
- Etape n°3 : Le robot bêta ajoute la 2ème roue ;
- Etape n°4 : Le robot alpha ajoute le timon ;
- Etape n°5 : Le robot bêta ajoute la 3ème roue ;
- ...

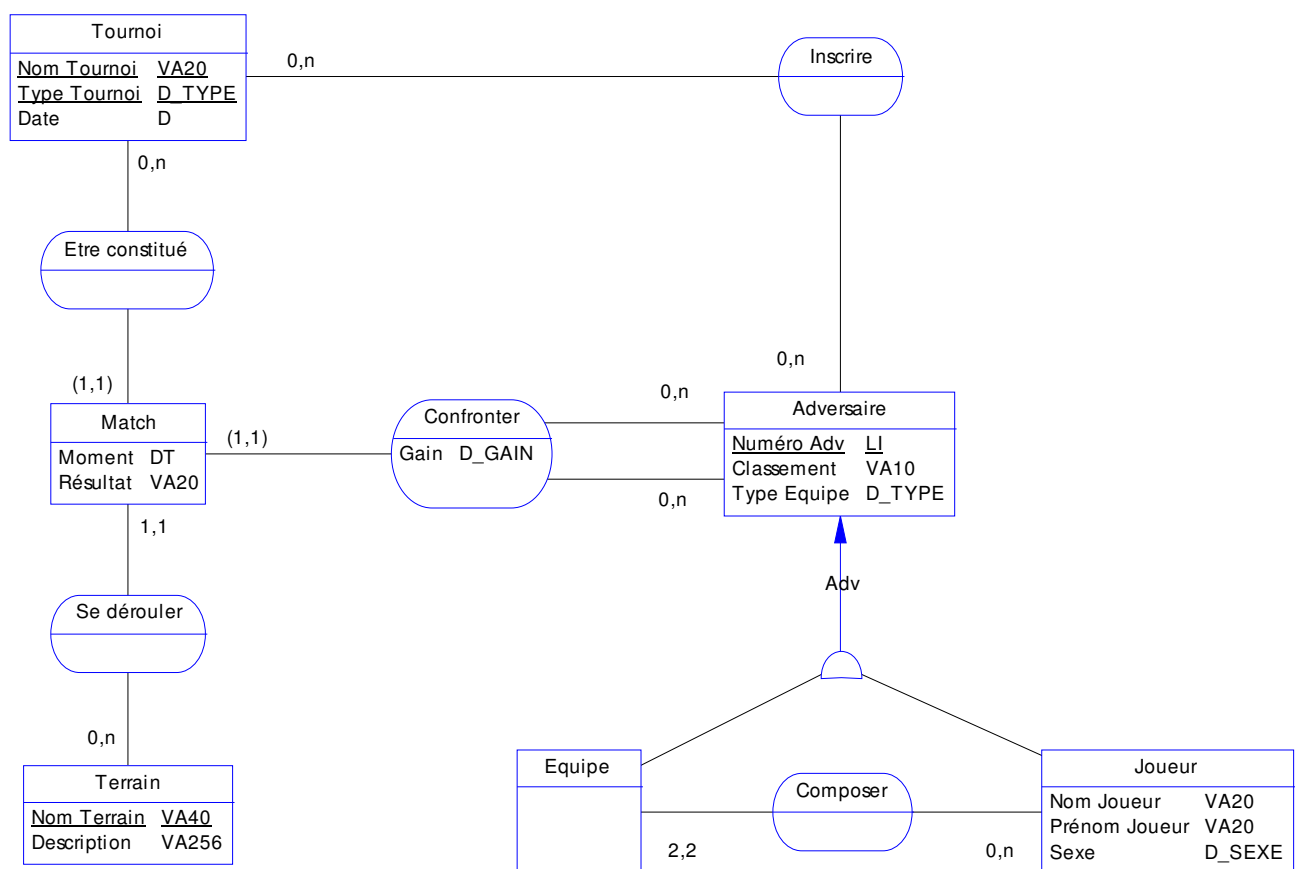
Dans cette solution on se rendra vite compte que 2 des associations dépendantes créées sont inutiles. En effet, il suffit du jouet et du numéro de l'étape pour déterminer à coup sûr l'étape dont on parle. Le robot et l'élément ajouté n'interviennent en rien dans l'identification de l'étape.

- ❑ Cette manière de faire va permettre à chaque jouet d'avoir sa propre séquence d'étapes plutôt que d'avoir séquence propre à chaque triplet Jouet, Robot, Élément tel que c'était dans la solution précédente.
- ❑ Cette solution est meilleure car elle contient moins de contraintes et est plus proche de la réalité décrite.

Le tournoi de Tennis

Beaucoup d'informations sont manquantes dans l'énoncé mais on peut les déduire assez logiquement en faisant preuve de bon sens. Par exemple : le moment où a lieu le match, le nom et prénom des joueurs, le fait qu'une équipe est composée de deux joueurs exactement, qu'un match oppose deux joueurs ou deux équipes de même 'type', ...

La première solution utilise une association ternaire.



Voici la liste des domaines répertoriés dans le modèle :

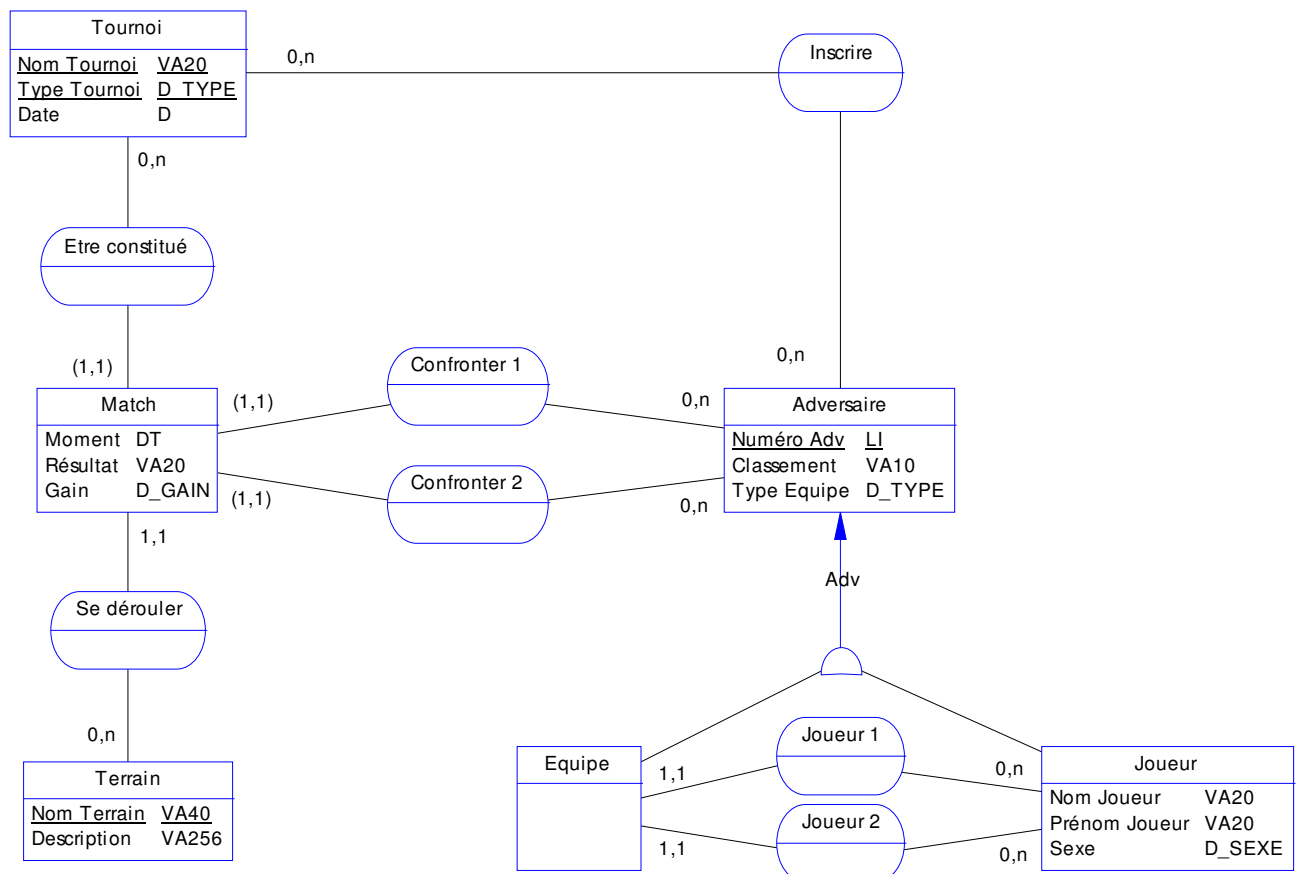
- D_TYPE = { 'Monsieur', 'Dame', 'Double Messieurs', 'Double Dames', 'Double Mixte' }
- D_SEXE = { 'Monsieur', 'Dame' }
- D_GAIN = { 'Gain de l'adversaire 1', 'Gain de l'adversaire 2', 'Pas encore joué' }

Remarques :

- ❑ Une contrainte doit être ajoutée sous forme de note : ne peuvent être inscrit à un tournoi que des équipes ayant un type correspondant au type de tournoi.
- ❑ Afin de gérer le fait qu'un match oppose des joueurs ou des équipes, une entité 'Adversaire' est créée qui représente soit l'un soit l'autre. Ceci est obtenu grâce à l'héritage entre l'entité 'Adversaire' (surtype) et les entités 'Joueur' et 'Equipe' (sous-types).
- ❑ L'entité 'Adversaire' possède un identifiant créé de toute pièce. En effet, étant une entité surtype, elle doit nécessairement posséder un identifiant. Puisque le nom et le prénom ne peuvent être choisis (ils ne sont pas commun aux entités sous-type 'Joueur' et 'Adversaire'), il a fallu en choisir un autre et comme aucune information communiquée ne suffit, il a fallu en créer un.
- ❑ Dans l'entité 'Joueur', le nom et le prénom ne sont pas des identifiants comme on pourrait s'y attendre naturellement. Cela est dû au fait qu'il s'agit d'une entité sous-type qui ne peut avoir d'identifiant propre.
- ❑ L'entité 'Equipe' ne possède pas d'attribut. En effet, aucune information ne lui est propre, par contre elle possède une association vers joueur avec une cardinalité particulière : 2,2. L'association 'Composer' ne permet d'ailleurs pas d'indiquer l'ordre dans le quel les joueurs font partie de l'équipe.
- ❑ L'entité 'Match' est complètement identifiée par le tournoi et les adversaires qui s'affrontent et ce à travers les deux associations dépendantes qui lui sont attachées. Ceci explique le fait qu'aucun attribut de l'entité 'Match' ne soit identifiant.
- ❑ L'association ternaire 'Confronter' et ses cardinalités bien que correctes ne sont pas faciles à interpréter : il y a bien 2 adversaire par match.

- ❑ Pour déterminer qui a gagné le match et ainsi savoir qui est encore en lisse ou qui est éliminé du tournoi, un attribut a été ajouté à l'association 'Confronter'. Elle indique qui du premier ou du deuxième adversaire a gagné le match. Cet attribut aurait pu se trouver dans l'entité 'Match' puisqu'on a affaire à une cardinalité 1,1.
- ❑ Malheureusement ce modèle, bien que conceptuellement correct, n'est pas accepté par certains outils de modélisations. Cela pour 2 raisons :
 1. L'entité Equipe n'a pas d'attribut. La solution consiste à ajouter un attribut 'bidon'.
 2. Les associations 2,2 ne sont pas acceptées. La solution consiste à dédoubler l'association en question en deux associations.

La deuxième solution n'utilise que des associations binaires de type standard.



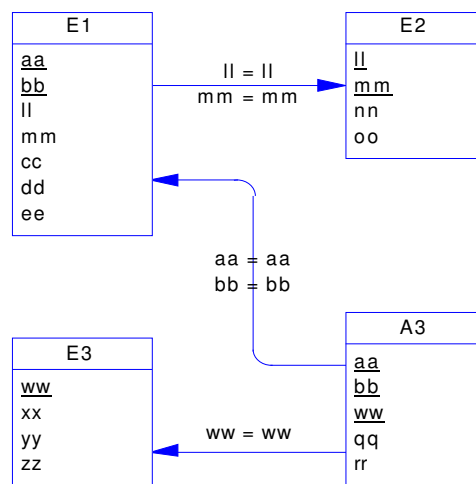
Exercice 5

Est-ce normal ?

Voici les 2 dépendances qui ne respectent pas les Formes Normales :

- $aa \rightarrow dd$ Ne respecte pas les 2NF et BCNF.
- $yy \rightarrow zz$ Ne respecte pas les 3NF et BCNF.

Voici le modèles physiques correspondant au modèle conceptuel proposé :



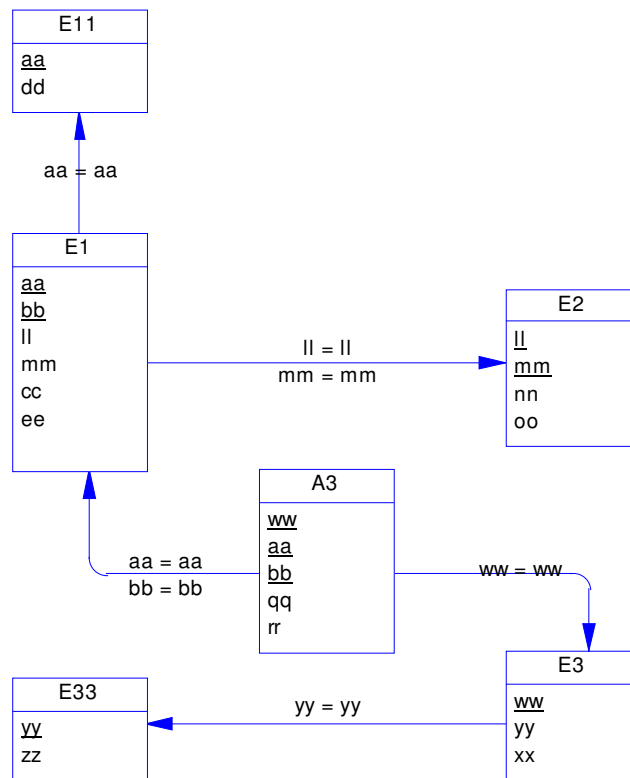
On y voit mieux les non-respects des formes normales.

Il faut y intégrer les 2 dépendances :

- La dépendance ' $aa \rightarrow dd$ ' va générer une nouvelle entité où l'identifiant sera 'aa' et l'attribut 'dd'. Cette nouvelle entité sera reliée à l'entité E1 via une association dépendante. Cela permettra de conserver l'exactitude des autres dépendances telles que ' $(aa,bb) \rightarrow cc$ '.
- La dépendance ' $yy \rightarrow zz$ ' va générer une nouvelle entité où l'identifiant sera 'yy' et l'attribut 'zz'. Cette nouvelle entité sera reliée à l'entité E3 via une association non dépendante. En effet, il n'y a pas de dépendance entre 'ww' et 'zz'.

Voici les modèles physiques et conceptuels qui correspondent à toutes les dépendances.

- MPD :



- MCD :

