



Institut National  
Universitaire  
**Champollion**

# CHAPITRE 1

## Processus de création d'une base de donnée : modèle entité association



# Chapitre 1 : Plan

- Processus de création d'une BDD.. .....3
- modèle entité association.....9

# Introduction

L'objectif du chapitre est de se donner les outils permettant d'être capable de fournir un bon système de relations permettant de construire une base de données « cohérente » et « robuste ».

Il y a plusieurs techniques pour y arriver :

- Modélisation puis traduction en un schéma relationnel
- Les formes normales

# Introduction

Un bon schéma relationnel doit :

- Éviter la redondance de l'information
- Ne pas perdre d'informations
- Être « robuste » : pouvoir insérer, modifier, supprimer des t-uples sans introduire d'incohérences dans les données.

# Introduction

Concevoir une base de données relationnelle c'est fournir une description des données cad des schémas ou diagrammes relationnels .

Les t-uples insérés ou modifiés doivent à tout instant vérifier toutes les contraintes exprimées par la description des données.

# Introduction : exemple

Prenons par exemple la base livraison suivante :

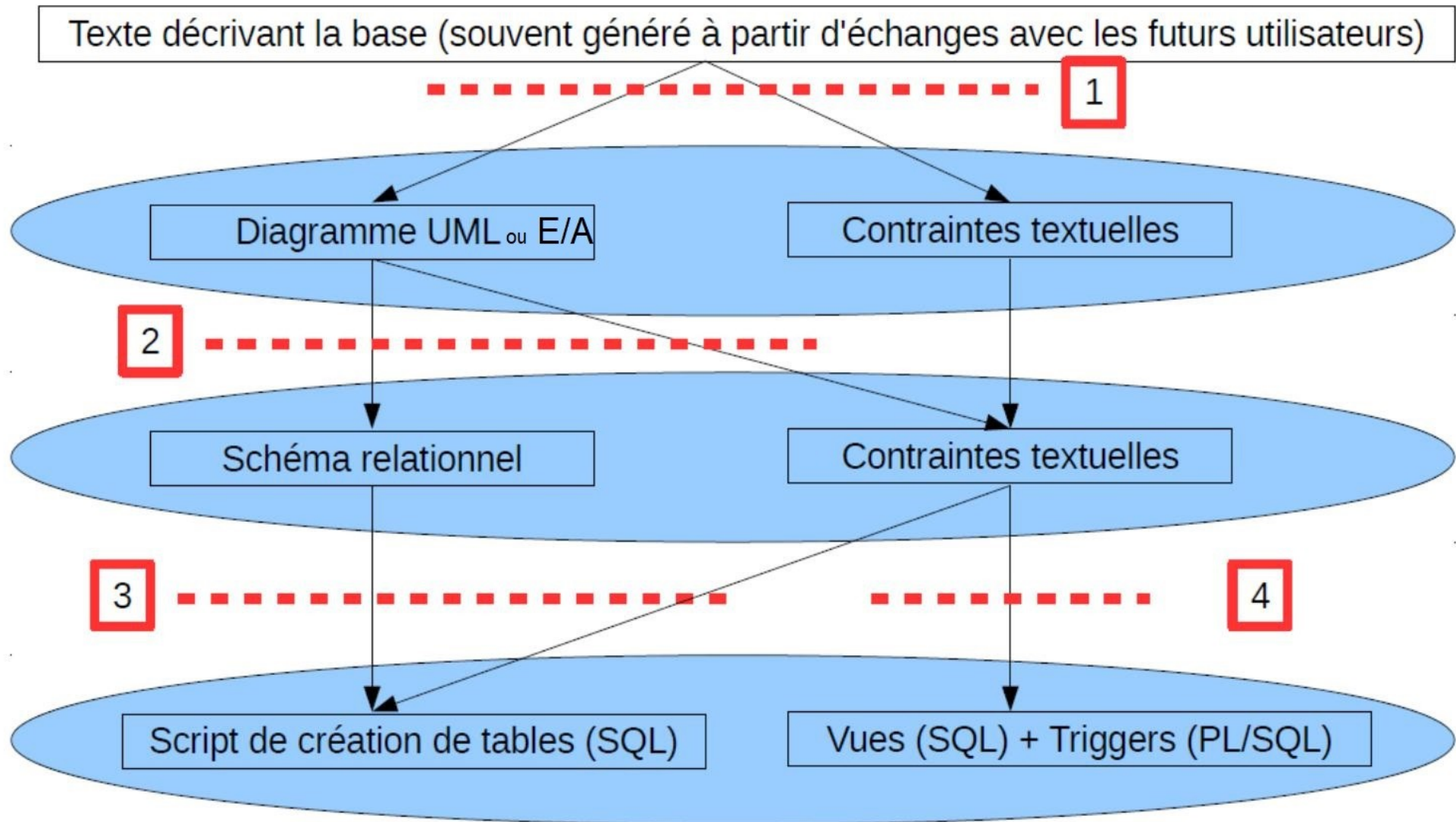
Sachant que les frais de livraison sont fonction de la villeClient

Immat	NomAgence	marque	modèle	VilleClient	NomClient	FraisLivraison
237E98	Agence du pont vert	Jaguar	ZE	Albi	Plouc	100
576T56	Agence Mike	Renault	Clio	Toulouse	De Kerziziou	300
934Y76	Agence truc	Peugeot	407	Toulouse	PasMoi	300
196F45	Agence Mike	Renault	Clio	Castres	PasToi	150

Il y a :

- Redondance d'information : le modèle clio associé à la marque Renault apparaît deux fois. De même pour les frais de livraison associés à Toulouse.
- Anomalies de modification : si les frais de livraison liés à Toulouse changent il y a plusieurs t-uples à modifier. Si un client déménage, il faudra aller chercher les frais liés à cette ville.

# Processus de création d'une BDD



# Processus de création d'une BDD

- 1 Objectif de ce chapitre
- 2 Passage d'un diagramme E/A vers un SR
- 3 Script de création de table
- 4 Implémentation des contraintes non traduites dans le script de création de table (SQL + PL/SQL)



# Modèle Entité Association

# Modèle entité association

- Introduit dans les 70s comme une amélioration (relativement mineure) du modèle relationnel : diagrammes sont plus faciles à lire que les schémas relationnels.
- Modélise graphiquement les entités, attributs et associations.
- Peut être traduit automatiquement dans un modèle logique (relationnel)
- A ensuite évolué pour devenir le premier modèle de représentation conceptuelle des structures de données dans le processus de modélisation des BDs.
- Aujourd'hui :  
Pas de standard, de nombreuses notations et concepts.  
Versions simples.  
Il existe des versions sémantiquement plus riches.

# Modèle entité association

3 concepts :

- Entité (en POO : Classe)  
= concept, idée, type d'objet abstrait ou non.
- Propriété (ou Attribut)  
= caractéristique d'une entité ou d'une association
- Association  
= lien entre des entités. Peut être binaire, ternaire, n-aire

# Modèle entité association

3 concepts :

- Entité (en POO : Classe)  
= concept, idée, type d'objet abstrait ou non.
- Propriété (ou Attribut)  
= caractéristique d'une entité ou d'une association
- Association  
= lien entre des entités. Peut être binaire, ternaire, n-aire

# Modèle entité association

Concept entité & attribut :

C'est une abstraction d'un concept du domaine étudié,

cela peut être un type d'objet « concret »: maison, personne, voiture, client, facture, contrat, etc ...

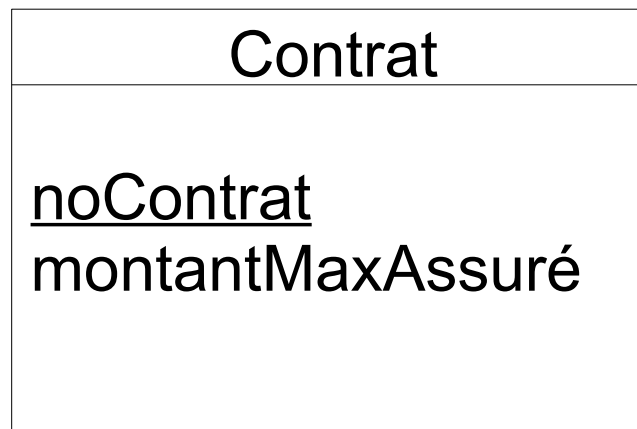
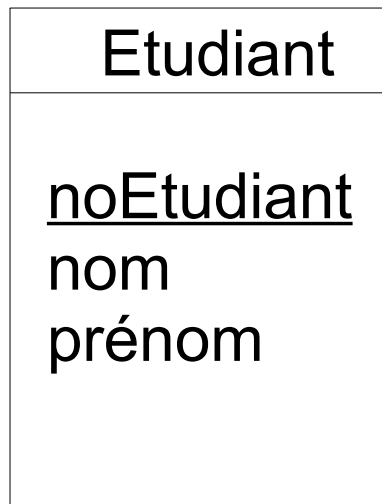
cela peut être un objet plus « abstrait » : vol, escale, analyse médicale ou scientifique, réservation etc ...

Un attribut est une caractéristique liée à une entité

Exemple : nom, nomenclature, prénom, etc ...

# Modèle entité association

## Concept entité : représentation graphique



Vous noterez la présence d'identifiant ou clé primaire ...

# Modèle entité association

Concept entité & attribut :

Une propriété ou attribut prend ses valeurs dans un domaine de valeurs possibles :

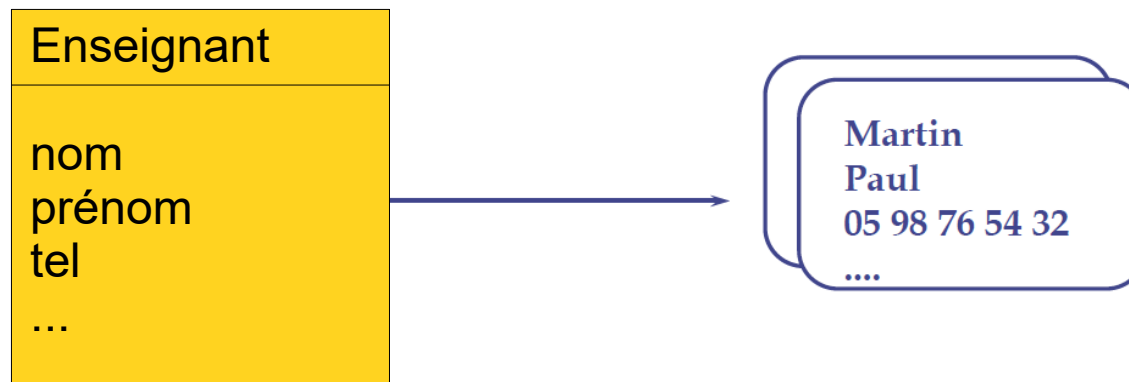
Propriété	Domaine
Nom d'une personne	Caractères alphanumériques
Quantité en stock	Nombre entier positif
Prix d'un article	Nombre avec 2 décimales
Sexe	Lettre "M" ou "F"
Date de commande	Jour/mois/année
Jour	Liste "Lundi", "Mardi",..."Dimanche"

# Modèle entité association

Concept entité & attribut :

Occurence d'entité :

À un instant  $t$  donné une occurrence d'entité existe dans la base avec des valeurs bien précises pour ses attributs :



Dans la base cela se traduit par un t-uple dans la table Enseignant :  
(Martin, Paul, 05 98 76 54 32)



# Modèle entité association

## Concept entité & attribut

Les valeurs prises par les propriétés ou attribut doivent être atomiques :

elles ne doivent pas être une liste par exemple, ou tout autre structure de données ....

# Modèle entité association

## Concept association & attribut

L'association exprime, en analyse, l'existence d'une connexion sémantique entre des concepts du domaine.

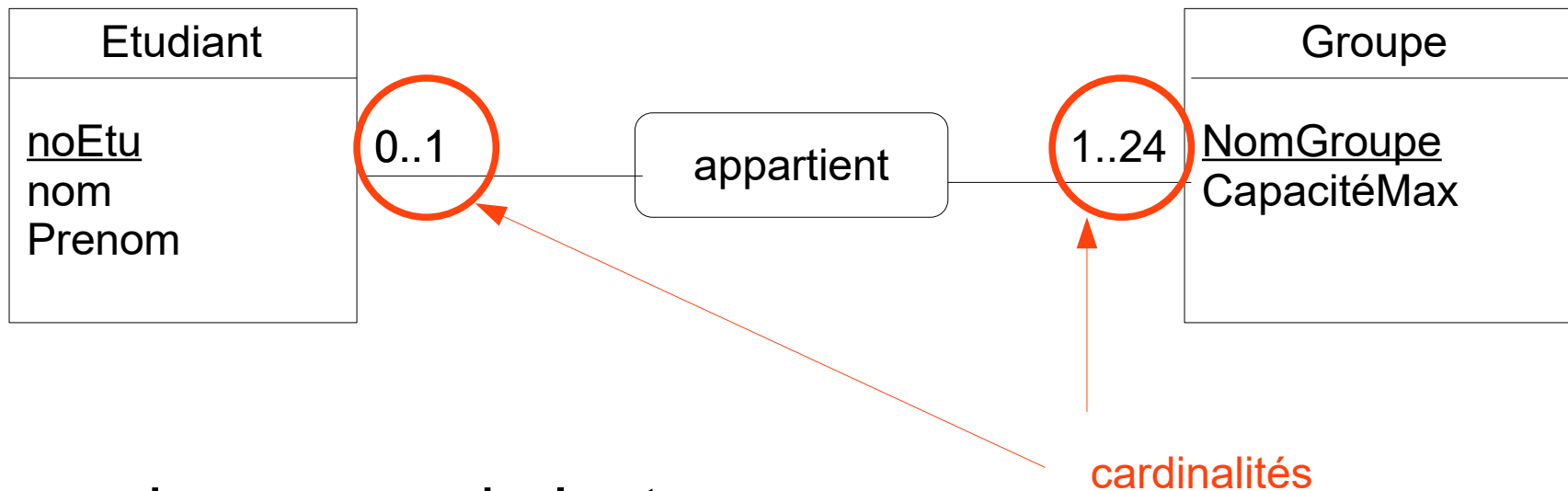
Une association est une abstraction des liens qui existent entre les entités du domaine modélisé.

Exemple :

chaque compte bancaire est la propriété d'au moins 1 client. Un client possède au moins 1 compte bancaire.

# Modèle entité association

## Concept association & attribut : représentation graphique



Il y a deux sens de lecture :

- un étudiant est dans au plus un groupe
- dans un groupe il y a entre 1 et 24 étudiants.

# Modèle entité association

## Concept association & attribut : expression des cardinalités

1	$\{1\}$ ( ou $1..1$ )
0,1	$\{0, 1\}$
m, n	$\{m, m+1, \dots, n-1, n\}$
0,N	$\mathbb{N}$ (équivalente à $0..*$ )
m,N	$\{m, m+1, \dots\}$

# Modèle entité association

Concept association & attribut : fondement mathématique

Produit cartésien de deux ensembles

On appelle produit cartésien de A et B noté  $A \diamond B$ ,  
l'**ensemble** des couples  $(x,y)$  tels que  $x \in A$  et  $y \in B$ .

Comme c 'est un ensemble il ne peut y avoir deux fois le même couple!

$$\{1,2,7\} \times \{a,b\} = \{(1,a), (1,b), (2,a), (2,b), (7,a), (7,b)\}$$







# Modèle entité association

Concept association & attribut : fondement mathématique

Diagramme cartésien binaire

$$\{1,2,7\} \times \{a,b\} = \{(1,a), (1,b), (2,a), (2,b), (7,a), (7,b)\}$$

Seconde composante

b				
a				
	1	2	7	Première composante

# Modèle entité association





Concept association & attribut : fondement mathématique

## Relation binaire

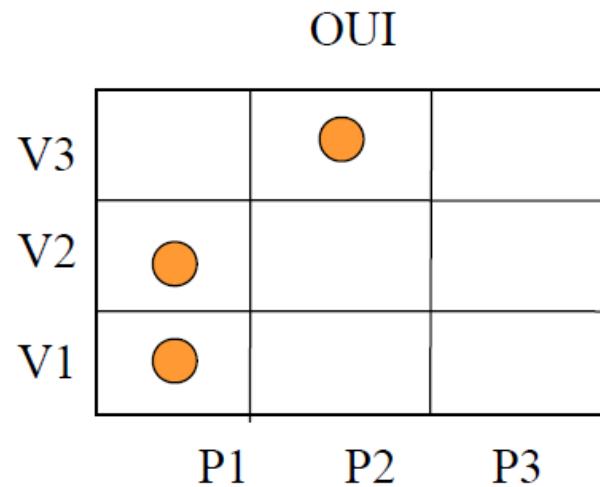
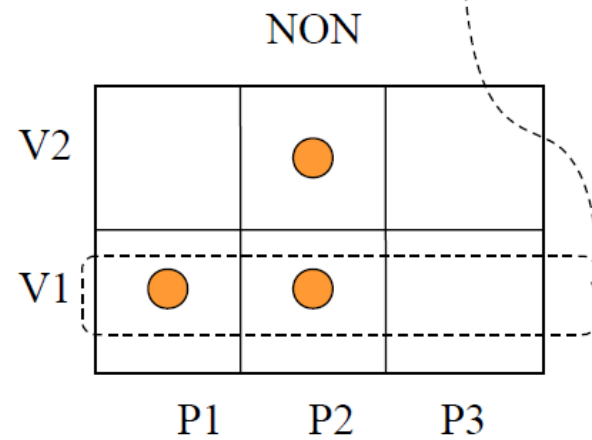
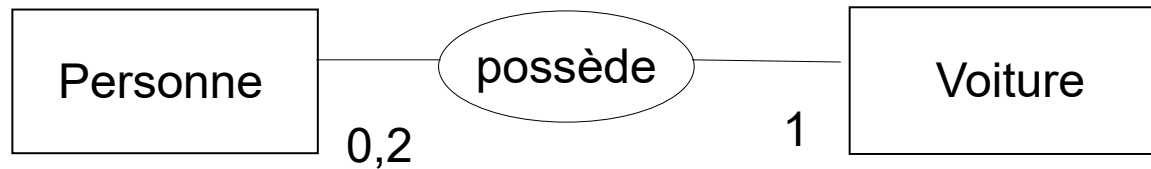
Une partie du produit cartésien de 2 ensembles

$R \in P(A \times B)$  ou de façon équivalente  $R \subset (A \times B)$

$$R = \{(1, a), (2, a), (2, b), (7, b)\} \subset \{1, 2, 7\} \times \{a, b\}$$

b			
a			
	1	2	7

# Modèle entité association





# Modèle entité association

Concept association & attribut : fondement mathématique

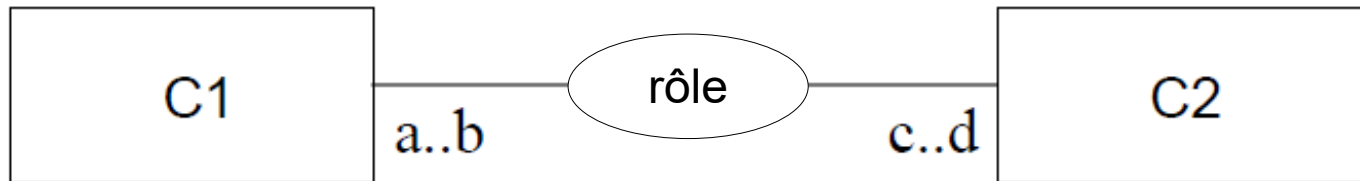
Une association  $A$  définit donc une famille de relation  $R_A(t)$  indexée par le temps.

Toutes ces relations  $R_A(t_0)$  ,  $R_A(t_1)$  ,  $R_A(t_2)$  , etc. doivent vérifier les contraintes de cardinalités

Les cardinalités expriment des **invariants** temporels (une propriété qui perdure).

# Modèle entité association

Concept association & attribut : fondement mathématique

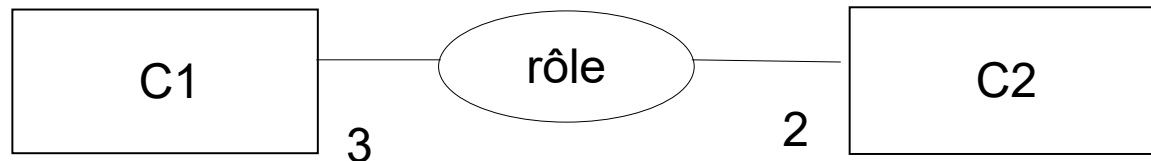


Si on dispose de N instances de C1 :  
le plus souvent toutes les valeurs de N ne sont pas  
permises. Si  $N > 0$  et  $c > 0$  :

$\text{domaine}(N) \subset \{i \in \mathbb{IN} / i \geq c\}$

Les valeurs de N permises sont celles qui,  
respectueuses des cardinalités, conduisent à un nombre  
entier de C2.

# Modèle entité association



Il n'est pas possible d'avoir  $N=1$  instance de C1 car il faut au moins 3 instances de C2 mais alors au moins 2 instances de C1.

$N = 2$  OUI

$N = 3$  NON

$N = 4$  OUI

$N = 5$  NON ...

$\text{Dom}(N) = \{2n \mid n \geq 1\}$

# Modèle entité association

Concept association & attribut : fondement mathématique

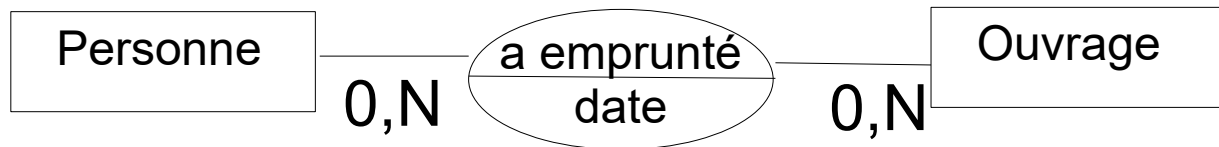
Intérêt de cette formalisation :

Vous devez toujours prendre garde à ne pas confondre les sémantiques que vous affichez au travers des nommages et rôles et les contraintes effectivement (mathématiquement) assurées par la notation E/A

# Modèle entité association

Concept association & attribut : fondement mathématique

Exemple : le modèle d'une bibliothèque dans laquelle, on veut conserver les emprunts des ouvrages



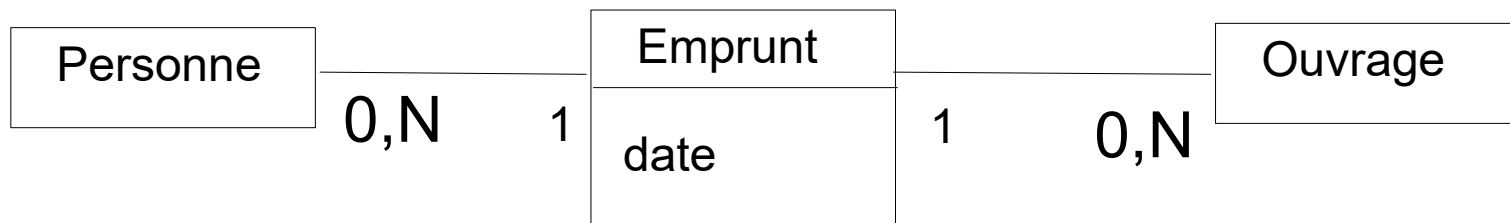
Une personne ne peut avoir emprunté qu'une seule fois un ouvrage car un couple  $(a,b)$  ne peut apparaître qu'une seule fois dans  $A \times B$ .

Le modèle proposé est donc faux.

# Modèle entité association

Concept association & attribut : fondement mathématique

Exemple : le modèle d'une bibliothèque dans laquelle, on veut conserver les emprunts des ouvrages

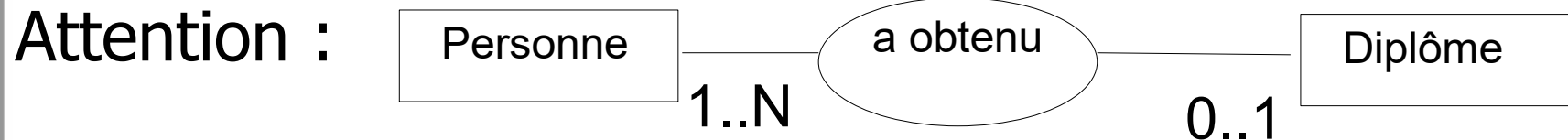


Le modèle est presque correct!

Mais il n'empêche pas qu'un même exemplaire puisse être emprunté à la même date :  
par deux personnes différentes (ubiquité!)  
ou par la même personne (absurdité!)

# Modèle entité association

## Concept association & attribut : fondement mathématique



à ce que dit :

A chaque instant une personne a au moins un diplôme

A chaque instant un diplôme n 'est possédé que par au plus une personne

et ne dit pas un diagramme E/A :

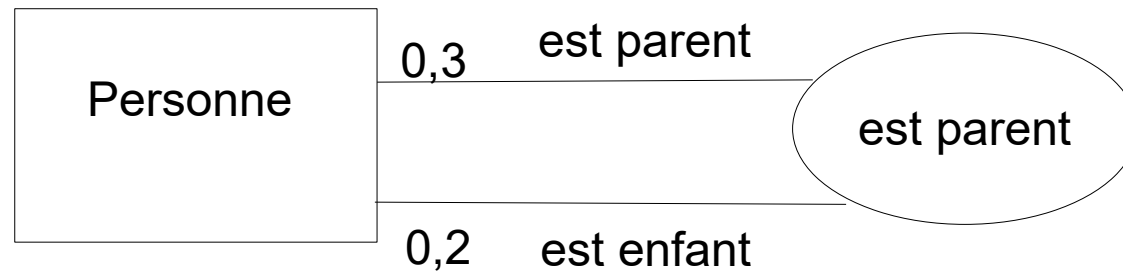
Une personne conserve (à vie) les diplômes obtenus (pas de suppression)

Un diplôme est nominatif (pas de réaffectation)

Le nombre des diplômes est figé (pas d'ajout)

# Modèle entité association

## Le cas des associations internes



Enfant

P3			
P2			
P1	●		
	P1	P2	P3 Parent

Une personne peut être son propre enfant et parent. Mais une seule fois!  
 $(a,a) \in \mathcal{A} \times \mathcal{A}$

Enfant

P3			
P2	●		
P1		●	
	P1	P2	P3 Parent

Une personne peut avoir un enfant qui est son parent  
 $(a,b) \neq (b,a) \in \mathcal{A} \times \mathcal{A}$

Enfant

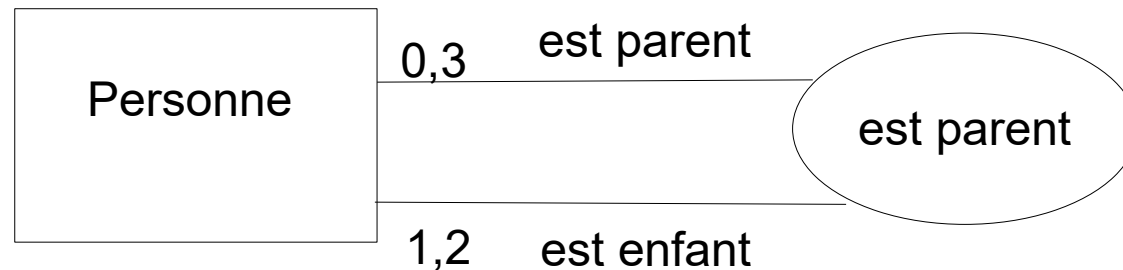
P3			
P2	●	●	
P1	●	●	
	P1	P2	P3 Parent

Avec deux Personnes on peut avoir 4 liens!  
 $(a,b) \neq (b,a) \neq (a,a) \neq (b,b) \in \mathcal{A} \times \mathcal{A}$



# Modèle entité association

## Le cas des associations internes



Une personne a au moins un Parent, qui a à son tour au moins un parent etc... : impossible à stocker !!!

**Les cardinalités doivent (presque) toujours contenir le 0.**

# Modèle entité association

## Les contraintes

Il est fréquent de ne pouvoir exprimer toutes les informations d 'un domaine à l 'aide des seuls outils graphiques EA.

Soit car le modèle EA est trop permissif

Soit car le modèle EA n'est pas assez expressif

# Modèle entité association

## La généralisation/spécification

Il est fréquent qu'une entité se décline en plusieurs avec des particularités.

Par exemple, les personnes travaillant à l'université sont des étudiants, des enseignants et des personnels techniques.

Ils ont des caractéristiques (attributs) communes et d'autres spécifiques.

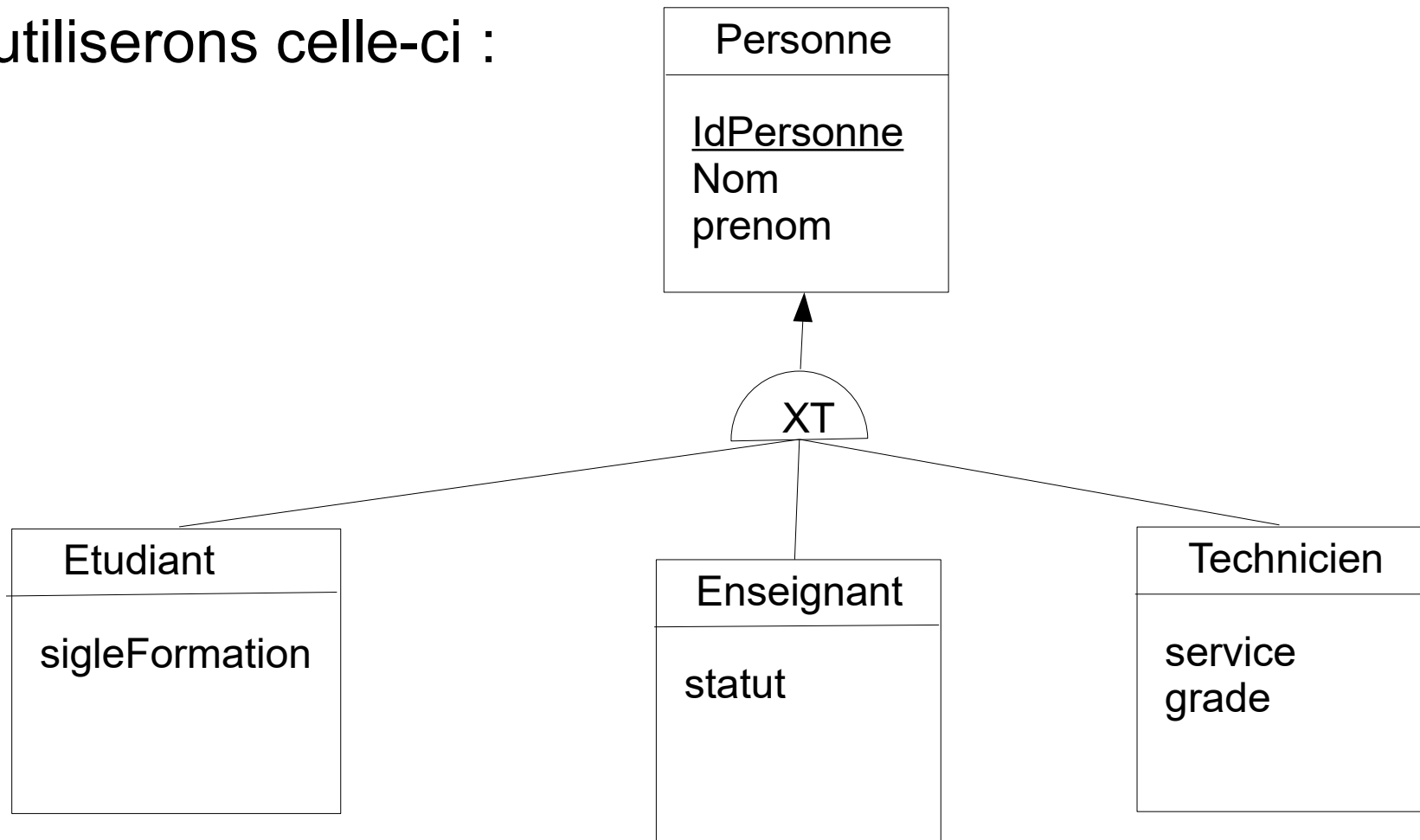
Dans un diagramme (et donc une structure de BDD) il est pratique de factoriser les attributs communs dans une entité.

# Modèle entité association

## La généralisation/spécification

On rencontre différentes notations pour préciser cela sur un diagramme.

Nous utiliserons celle-ci :



# Modèle entité association

## La généralisation/spécification

Ainsi un technicien est caractérisé par un idPersonne : clé primaire partagée par les techniciens, enseignants et étudiants, par un nom et prénom, attributs aussi partagés, et spécifiquement par un service (celui dans lequel il travaille), et par un grade.

Le « XT » signifie qu'une personne est soit un étudiant, soit un enseignant, soit un technicien.

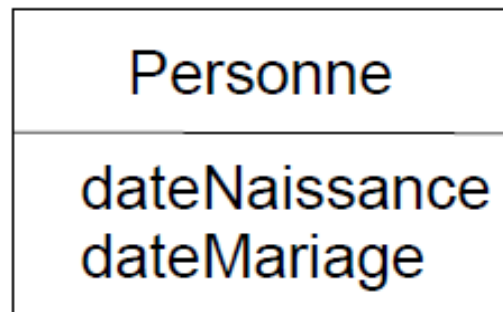
Un « X » signifierai qu'une personne pourrait être : soit une personne, soit un étudiant, soit un enseignant, soit un technicien.

Il peut exister des clés primaires spécifiques dans les « sous » entités.

# Modèle entité association

## Les contraintes

Avec le modèle suivant :

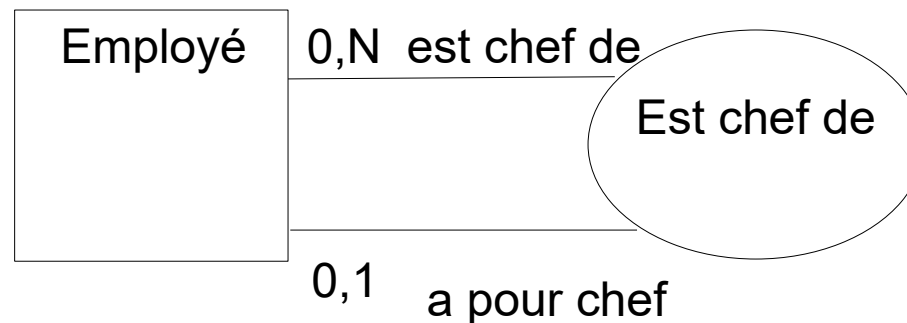


Une personne peut s'être mariée avant d'être née!

# Modèle entité association

Les contraintes

avec celui-ci :

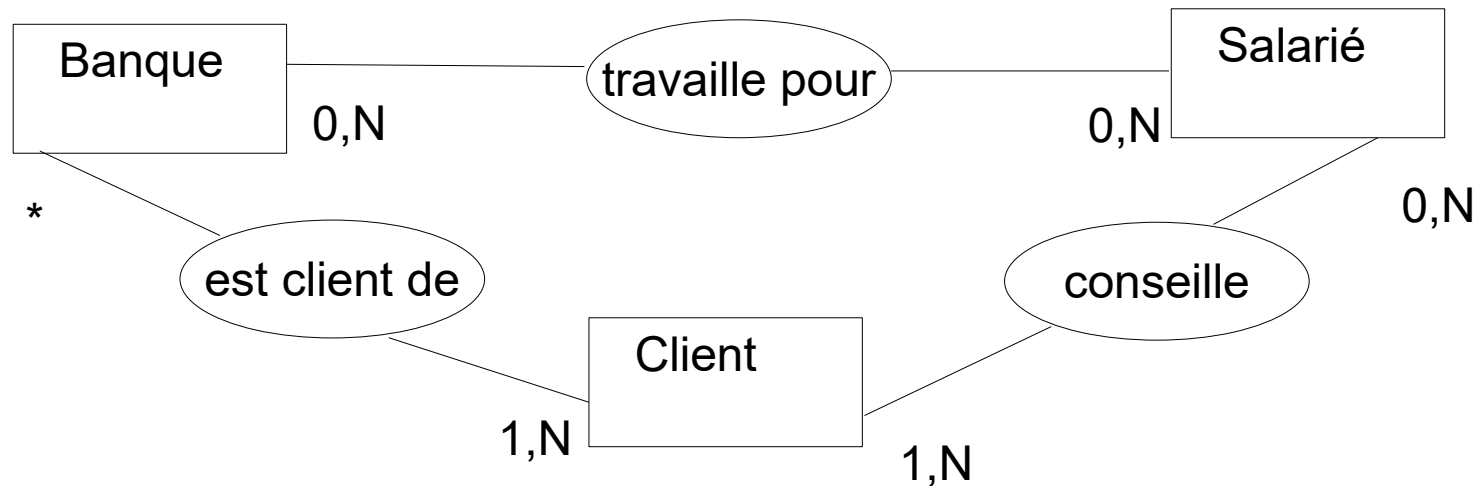


Un employé peut avoir pour chef, l'un de ses subalternes !!

En effet dans le produit cartésien on peut avoir  $(e_1, e_2)$  et  $(e_2, e_1)$

# Modèle entité association

## Les contraintes : le problème des cycles



Un client peut être conseillé par un salarié d'une banque  
dans laquelle il n'est pas client!

On peut en effet à un instant  $t$ , avoir les couples :  $(S1, B1)$ ,  $(S1, C1)$  et  $(C1, B2)$



# Modèle entité association

## Les contraintes

Il est donc souvent nécessaire pour modéliser fidèlement un domaine d'adjoindre aux modèles entités-associations des **contraintes** qui vont restreindre les formes instanciables. Les contraintes comptent autant en partiel que le modèle E/A.

Nous choisirons de les mettre en annexe au modèle E/A.

# Modèle entité association

## Les contraintes

### Contrainte de domaine de valeur – exemple

On précise l'entité concernée :

Ici l'entité Personne

Puis l'attribut, ainsi que son domaine

Personne
âge : int

Personne  
âge > 17

(on peut donner un domaine sous forme mathématique; par exemple  $\text{âge} \in \{17, \dots, 30\}$  )

# Modèle entité association

## Les contraintes

Contrainte d'inclusion entre deux associations :



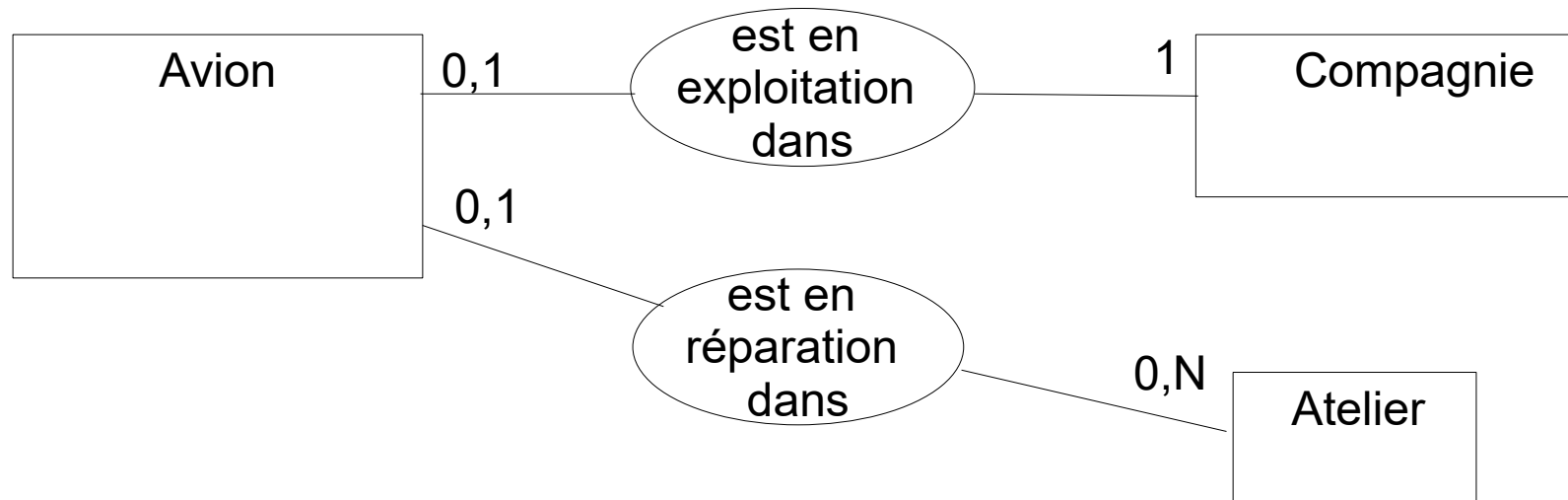
Groupe – Etudiant :    est délégué de  $\subseteq$  est dans

L'association « est délégué » est bien incluse au sens ensembliste dans l'association « est dans »

# Modèle entité association

## Les contraintes

Contrainte d'intersection vide entre deux associations :



Avion – Compagnie - Atelier :

est en exploitation dans  $\cap$  est en réparation dans =  $\emptyset$

Un avion ne peut être à la fois en réparation et en exploitation !

# Modèle entité association

## Les contraintes

Un attribut ou une association peut être calculé à l'aide d'autres informations présentes dans le modèle.

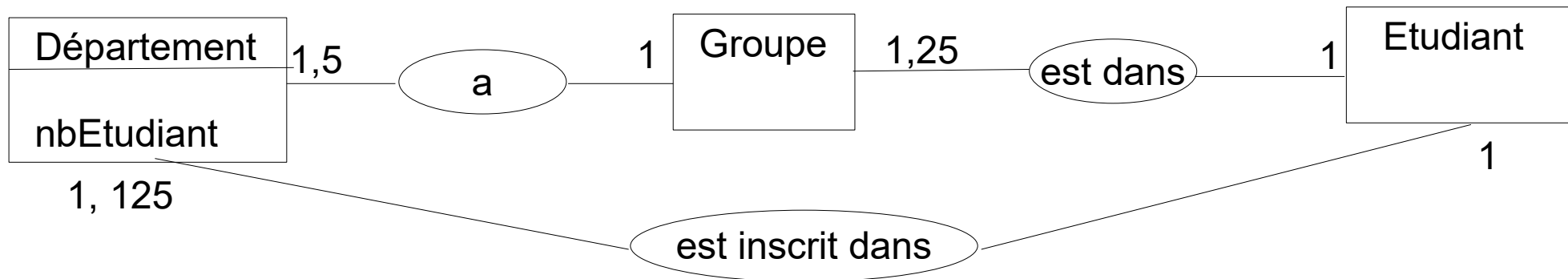
Les attributs et associations calculables doivent être laissés sur le modèle car ils manifestent une information que l'on souhaite gérer.

Par contre, il convient de préciser de quelle façon sont calculés ces éléments.

# Modèle entité association

## Les contraintes

exemple :



### Département

- nbEtudiant = somme des étudiants de chacun des groupes liés par « a »

### est inscrit dans

Un étudiant est inscrit dans le département auquel son groupe appartient

**Contrainte de cycle**

# Modèle entité association

Les contraintes de cycle

Il y a trois sortes de cycles :

**VRAI CYCLE**

Simplifiable

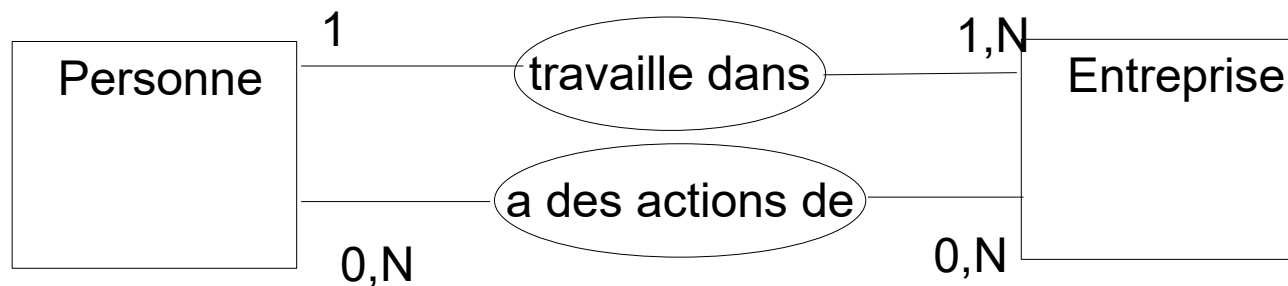
Non Simplifiable

**FAUX CYCLE**

# Modèle entité association

## Les contraintes de cycle

FAUX cycle : les associations n'ont aucun rapport entre elles.



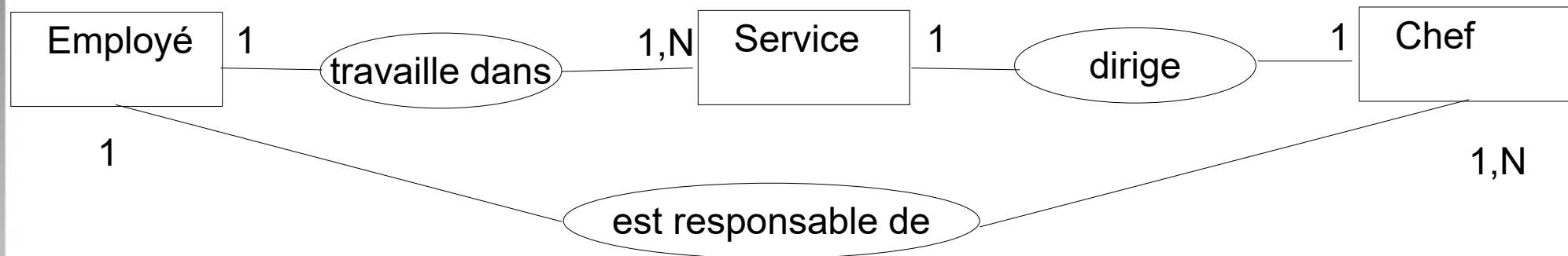
Les faux cycles ne posent donc pas de problème : pas de contrainte à y associer.



# Modèle entité association

## Les contraintes de cycle

VRAI cycle simplifiable : une (ou plus) des associations participantes est calculable.



Ici on a

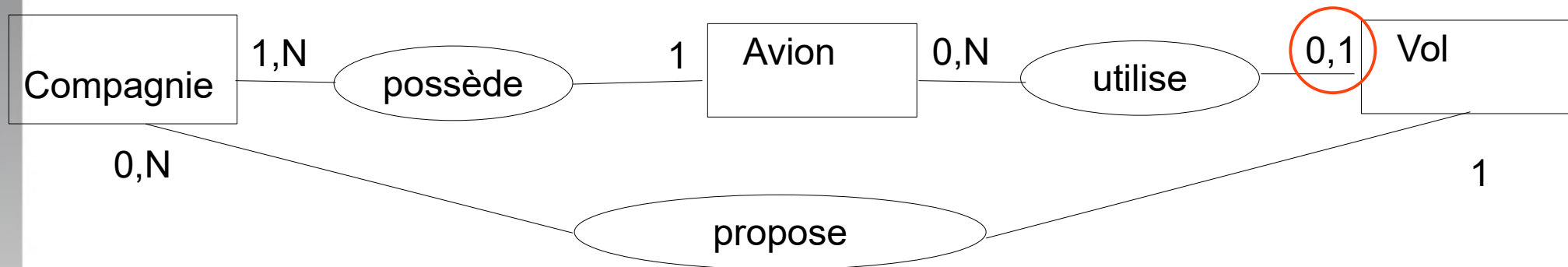
soit : un employé a pour chef, le chef qui dirige le service dans lequel il travaille.

soit : Un employé travaille dans le service dirigé par son chef.

# Modèle entité association

## Les contraintes de cycle

VRAI cycle non simplifiable : une (ou plus) des associations participantes dépend des autres.



On écrit une condition de faisabilité sur cette association :

Compagnie, Avion, Vol : Une compagnie ne peut proposer un vol que si elle possède un avion utilisé par ce vol

*ici la cardinalité 0 peut faire en sorte qu'un vol n'utilise pas d'avion : le lien Propose n'est pas calculable*

# Modèle entité association

## Les contraintes

D'une manière générale, il convient de rajouter en annexe au modèle, tous les éléments exprimés par le client et qu'on a pas été capable de traduire dans le modèle.

On a vu en effet que parfois le modèle E/A n'est pas assez permissif.

# Modèle entité association

## Les associations n-aires

Jusqu'à présent on a utilisé des associations binaires (utilisant deux entités).

On peut avoir besoin d'association entre plus que deux entités : on parle d'association n-aire concernant  $n$  entités.

Elles sont peu utilisées, mais sont parfois nécessaires pour modéliser correctement le domaine.

Les associations n-aires sont basées mathématiquement sur les Relation n-aires

# Modèle entité association

Les associations n-aires : bases mathématiques

Produit cartésien généralisé

On appelle produit cartésien des  $(A_i)_{i=1..n}$

noté  $\prod A_i$ , l'ensemble des n-uplets  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$

tels que

$$x_1 \in A_1, \dots, x_n \in A_n.$$

**Remarque :** *comme c'est un ensemble il ne peut y avoir deux fois le même n-uplet!*

Exemple :

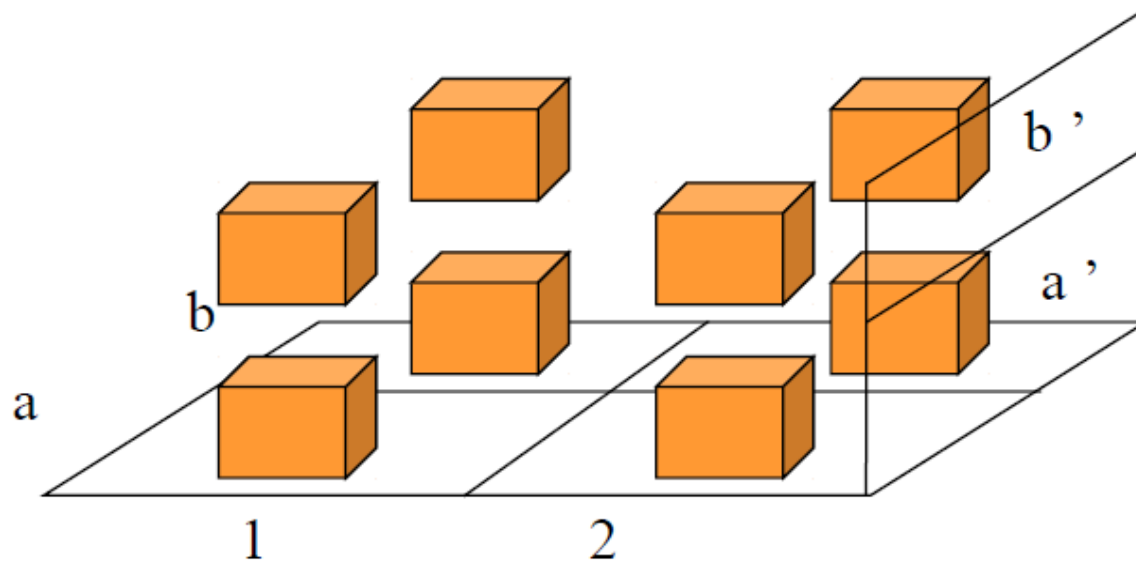
$$\{1, 2\} \times \{a, b\} \times \{a', b'\} = \{(1, a, a'), (1, a, b'), (1, b, a'), (1, b, b'), (2, a, a'), (2, a, b'), (2, b, a'), (2, b, b')\}$$

# Modèle entité association

Les associations n-aires : bases mathématiques

## Diagramme cartésien ternaire

$$\{1,2\} \times \{a,b\} \times \{a',b'\} = \\ \{(1,a,a'), (1,a,b'), (1,b,a'), (1,b,b'), (2,a,a'), (2,a,b'), (2,b,a'), (2,b,b')\}$$



# Modèle entité association

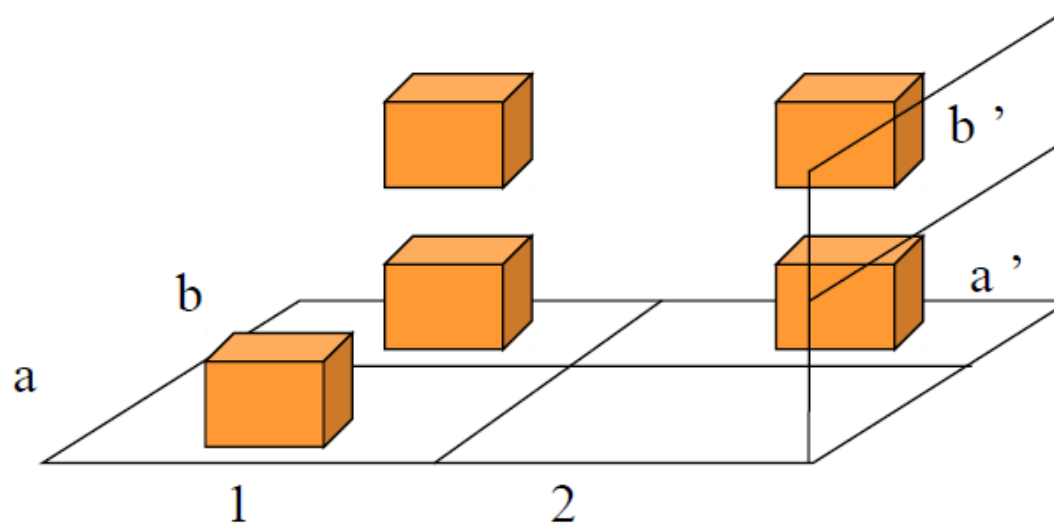
Les associations n-aires : bases mathématiques

## Relation n-aire

Une partie du produit cartésien de  $n$  ensembles

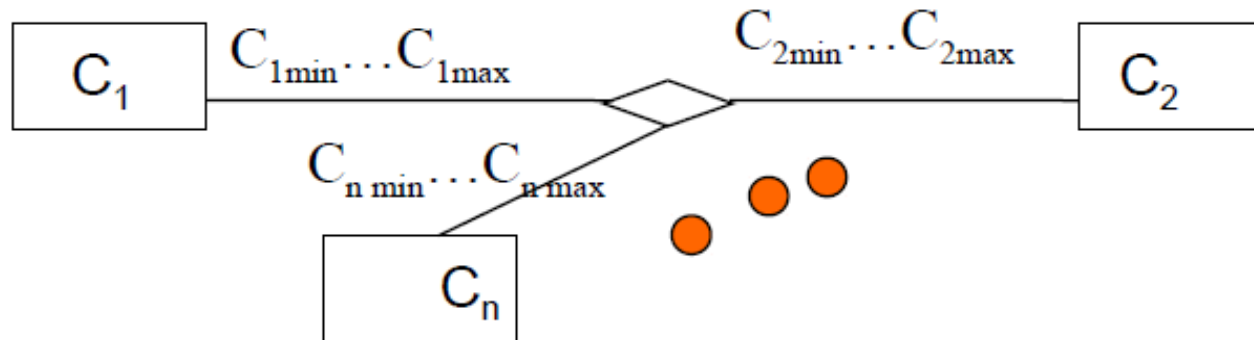
$\mathcal{R} \in \mathcal{P}(\mathcal{A} \times \mathcal{B} \times \mathcal{C} \dots)$  ou de façon équivalente  $\mathcal{R} \subset (\mathcal{A} \times \mathcal{B} \times \mathcal{C} \dots)$

$$R = \{(1, a, a'), (1, b, a'), (1, b, b'), (2, b, a'), (2, b, b')\}$$



# Modèle entité association

Les associations n-aires : définition formelle



Soit  $I(C_1, t)$ ,  $I(C_2, t)$ , ...,  $I(C_n, t)$  respectivement l'ensemble des instances des classes  $C_1$ ,  $C_2$ , ...,  $C_n$  à l'instant  $t$ .

Soit  $R(t)$  la relation n-aire issue des liens instances de l'association entre  $C_1$ ,  $C_2$ , ...,  $C_n$  à l'instant  $t$



# Modèle entité association

## Les associations n-aires : définition formelle

$\forall t,$

$\forall i \in [1,n],$

$\forall$  le n-1 uplet sans i-ème composante

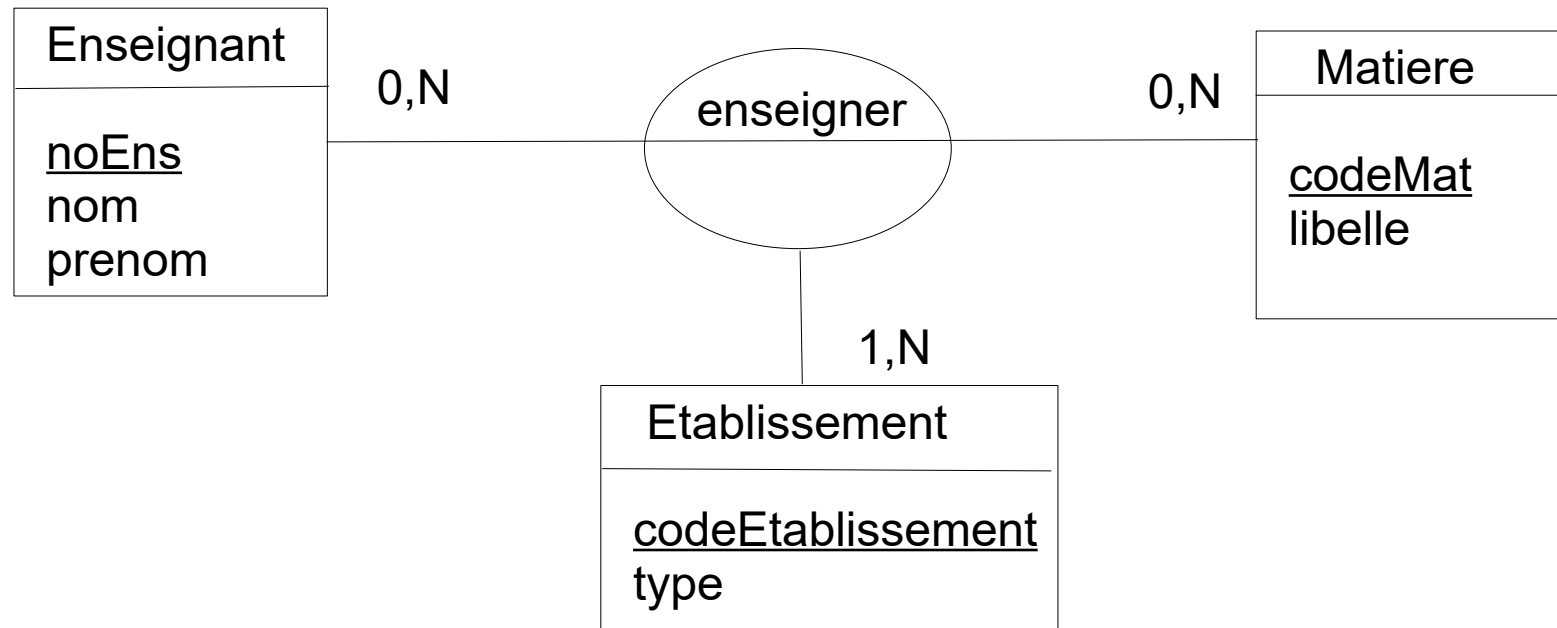
$(c_1, c_2, c_3, \dots, c_{i-1}, c_{i+1}, \dots, c_n) \in I(C_1, t) \times \dots \times I(C_{i-1}, t) \times I(C_{i+1}, t) \times \dots \times I(C_n, t)$

$C_{i,min} \leq \text{card}(\{(c_1, c_2, c_3, \dots, c_{i-1}, c_{i+1}, \dots, c_n) \mid c_i \in I(C_i, t)\}) \leq C_{i,max}$

cad : à tout instant t, toute entité  $C_i$  en relation avec les autres n-1 uplets est compris entre  $C_{i,min}$  et  $C_{i,max}$ .

# Modèle entité association

## Les associations n-aires : exemple de ternaire



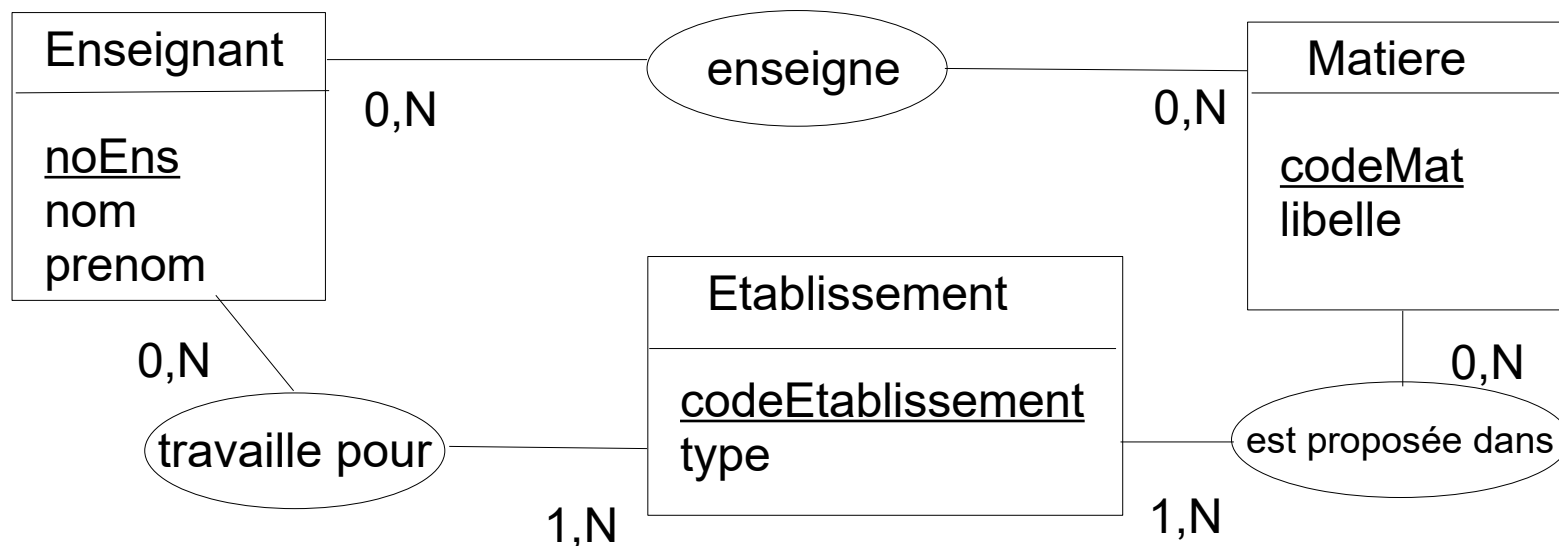
Lecture des cardinalités : à un instant t donné,

- Pour un enseignant e, on peut associer un **nb quque** de couples (etablissement, classe)
- Pour un établissement e on peut associe **au moins un** couple (enseignant,matiere)
- Pour une matière m on peut associer un **nb quque** de couples (etablissement,classe)

# Modèle entité association

Les associations n-aires : ternaire ou binaires ?

Quelle différence avec (en rajoutant une contrainte de cycle) :



Avec cette modélisation, nous savons qu'un professeur enseigne certaines matières et travaillent dans certains établissements.

Le professeur Dupont enseigne les mathématiques et l'informatique.

Le professeur Dupont travaille à l'UC et au lycée Bellevue.

Mais nous ne savons pas quelles matières sont enseignées par le professeur Dupont au lycée Bellevue !

D'où l'intérêt de la modélisation avec une ternaire ici.

# Modèle entité association

Les associations n-aires : ternaire ou binaires ?

En fait la différence fondamentale est que la modélisation avec une ternaire est mathématiquement vue via des triplets, tandis qu'avec les binaires la vue mathématique se fait à l'aide de trois couples :

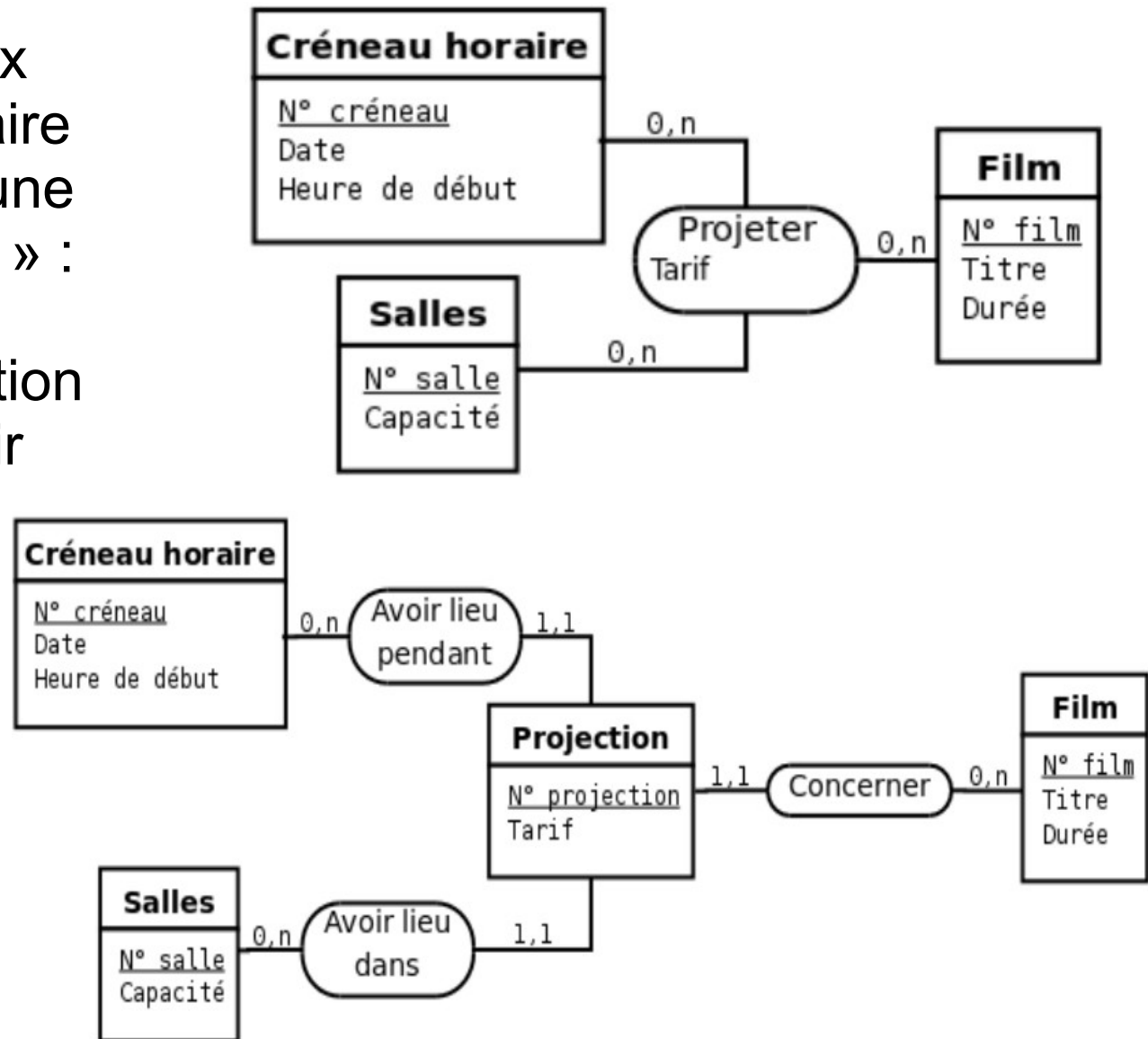
$(ens1, mat1, et1) \leftrightarrow (ens1, mat1) \text{ avec } (ens1, et1) \text{ et } (mat1, et1)$

# Modèle entité association

Les associations n-aires : ternaire ou binaires ?

examinons ces deux modèles ou la ternaire est remplacée par une entité « association » :

Cette entité association permet en fait d'avoir à un instant t, plusieurs fois la même association entre 3 entités ...



# Modèle entité association

Les associations n-aires : ternaire ou binaires ?

En effet, ici l'association ternaire (créneau1,salle1,film1)

est remplacée par : (projection1,créneau1), (projection1,salle1), et (projection1, film1).

Mais on peut aussi avoir : (projection2,créneau1), (projection2,salle1), et (projection2, film1)

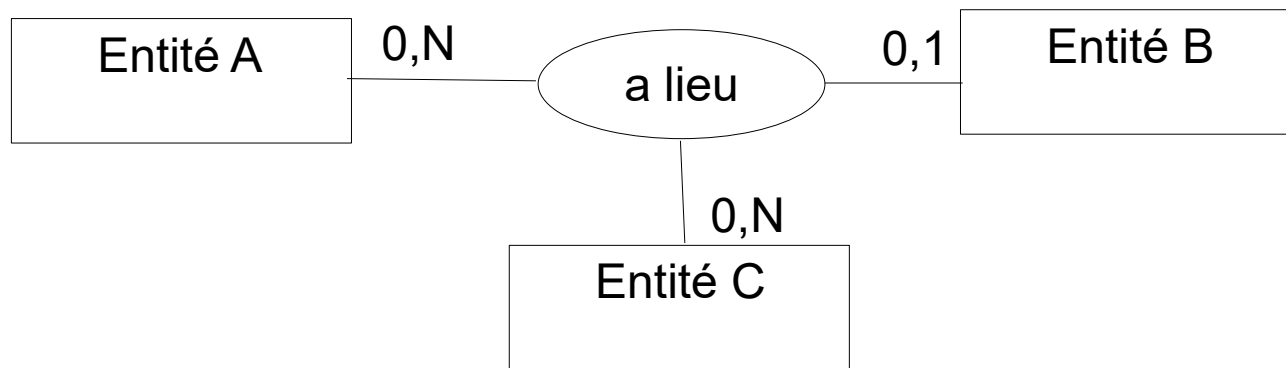
et ainsi avoir deux projections différentes du même film dans la même salle au même moment !!!

Dans d'autres contextes cela peut être judicieux (et on ne fera alors pas de ternaire), mais certainement pas ici ...

# Modèle entité association

Les associations n-aires : attention aux cardinalités !

Regardons le modèle suivant :



Ce modèle veut modéliser l'organisation de Meetings d'athlétisme.

Pour une entité a donnée on peut associer un nb quque couple (b, c)

Pour une entité b donnée on peut associer au plus un couple (a,c)

Pour une entité c donnée on peut associer un nb quque de couples (a,b)

# Modèle entité association

Les associations n-aires : attention aux cardinalités !

Si on souhaite exprimer le 0,N côté entité A, on peut avoir les associations (triplets) :

(a1,b1,c1)

(a1,b2,c1)

Mais pas (a1,b1,c2) à cause de la cardinalité 0,1 côté entité B !

Ainsi, la cardinalité 0,1 côté entité B influe sur la façon dont la cardinalité 0,N s'exprime côté entité A : seule l'entité B peut varier pour exprimer la cardinalité 0,N.

De même la cardinalité 0,1 côté entité B influe sur la façon dont la cardinalité 0,N s'exprime côté entité C : seule l'entité B peut varier pour l'exprimer.

**Dans une ternaire les cardinalités max sont nécessairement N.**