

Modélisation conceptuelle des données : compléments

Bernard ESPINASSE
Professeur à l'Université d'Aix-Marseille

Plan

Extensions du formalisme Entité-Relation

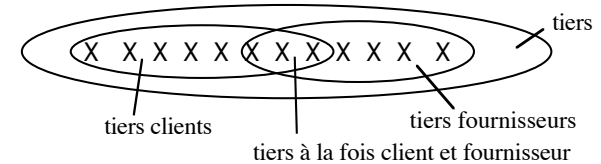
- sous-types
- contraintes intra relation
- contraintes inter relation
- contraintes de stabilité et de transition

Mise en oeuvre du formalisme Entité-Relation

- décomposition des relations
- liste variable de propriétés
- modélisation du temps

Types et sous-types : 1. Spécialisation simple

un tiers peut être à la fois fournisseur et client :



La spécialisation consiste à :

- modéliser une **entité TIERS**, décrite par les caractéristiques communes aux clients et aux fournisseurs
- considérer les **2 entités CLIENT et FOURNISSEUR** comme 2 **spécialisations** particulières de cette **entité TIERS**.

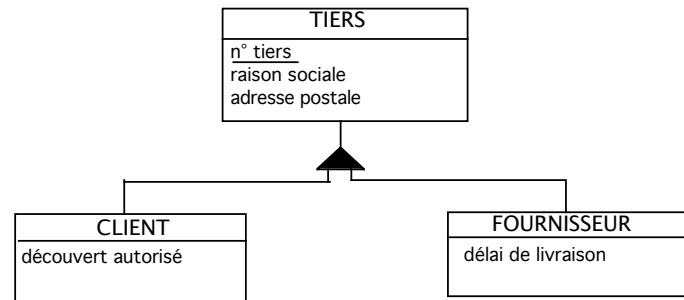
CLIENT et FOURNISSEUR = sous-types de l'entité TIERS.

héritage simple : les occurrences d'un sous-type ont automatiquement une valeur pour chaque propriété définie au niveau du sur-type

Identifiants : le mécanisme d'héritage s'applique aussi à **l'identifiant du sur-type qui est aussi l'identifiant du sous-type.**

Types et sous-types : 1. Spécialisation simple

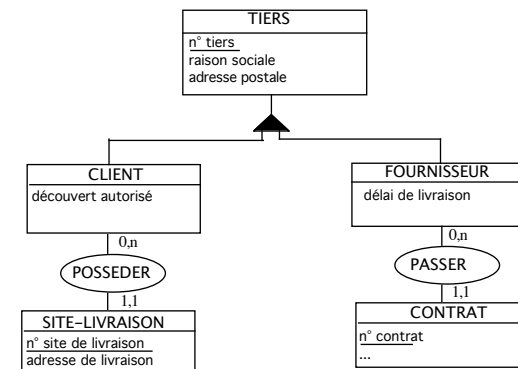
Représentation graphique :



Types et sous-types : 1. Spécialisation simple

Remarque :

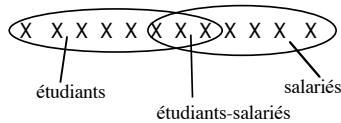
Certaines relations peuvent également n'avoir de signification que par rapport à une entité sous-type :



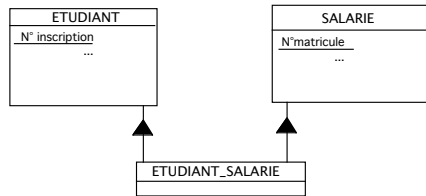
un client peut avoir plusieurs sites de livraison

2. Spécialisation multiple

Soit la population des étudiants et la population des salariés. On s'intéresse aux étudiants qui sont aussi salariés et vice-versa :



Entité **ETUDIANT_SALARIE** sous-type de l'entité **ETUDIANT** et de l'entité **SALARIE** :



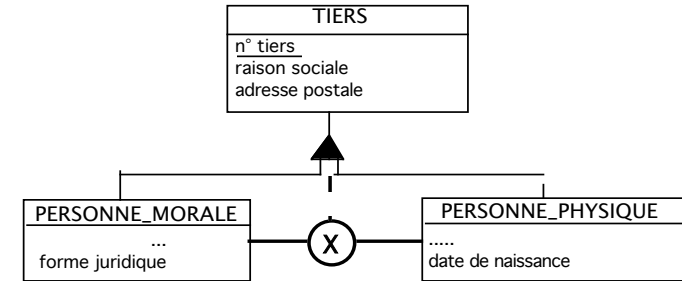
- l'entité **ETUDIANT_SALARIE** hérite des propriétés de **ETUDIANT** et de **SALARIE**.
- l'identifiant de l'entité **ETUDIANT_SALARIE** = l'identifiant de l'entité **ETUDIANT** (N°inscription) OU l'identifiant de l'entité **SALARIE** (N°matricule) (identifiant alternatif)

3 -Exclusivité éventuelle sur spécialisations

2 spécialisations possibles peuvent être exclusives l'une de l'autre :

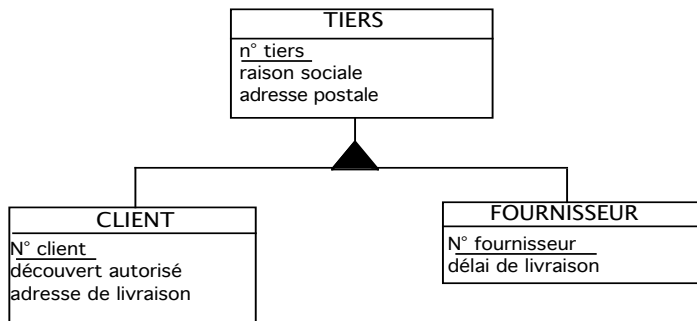
Exemple :

un **TIERS** peut être soit une **PERSONNE_MORALE** (forme juridique,...), soit une **PERSONNE_PHYSIQUE** (date de naissance, le prénom, ...):



4 - Généralisation

- dans la généralisation (contrairement à la spécialisation) les entités sous-types **préexistent**
- les entités sous-types ont alors **leurs propres identifiants** :

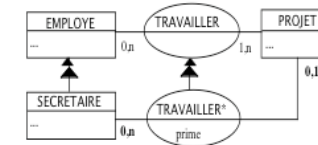


Restrictions et sous-types de relations

Concernent la **restriction de relations à des sous-types d'entités**

Exemple :

- une entité sur-type **EMPLOYE**, une entité **SECRETAIRE**, sous-type d'**EMPLOYE**
- une entité **PROJET** sur laquelle peuvent être affectés des employés par la relation **TRAVAILLER**.
- Un employé peut travailler sur aucun ou plusieurs projet(s) et un ou plusieurs employés peuvent travailler sur un même projet. Bien qu'un projet accepte plusieurs employés, supposons qu'il n'y ait au plus un secrétaire qui puisse travailler sur un projet donné.
- Pour les employés secrétaires, il y a modification des cardinalités de la relation travaille. On prendra en compte une telle situation en introduisant une **nouvelle relation, restriction de la relation TRAVAILLER, notée TRAVAILLER***, et dont les occurrences sont celles de TRAVAILLER pour lesquelles l'employé est un secrétaire. Il est alors possible sur cette restriction de la relation de préciser de nouvelles cardinalités.



- la relation (**TRAVAILLER***) peut comporter des propriétés propres qui n'auraient pas de sens pour toutes les occurrences de la relation originale (**TRAVAILLER**).

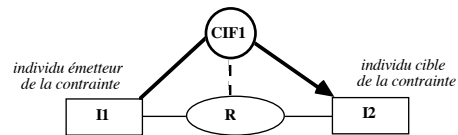
Contraintes intra-relation

- notion de dépendance fonctionnelle entre deux ensembles A et B exprime qu'à un élément a de A correspond au plus un élément b de B on note : $A \text{ -----} \rightarrow B$
- l'ensemble de départ peut être composé : $A \times B \text{ -----} \rightarrow C$
- on appelle l'ensemble (ou les ensembles) de départ **l'émetteur** et l'ensemble d'arrivée, la **cible** de la dépendance fonctionnelle

Représentation graphique générale

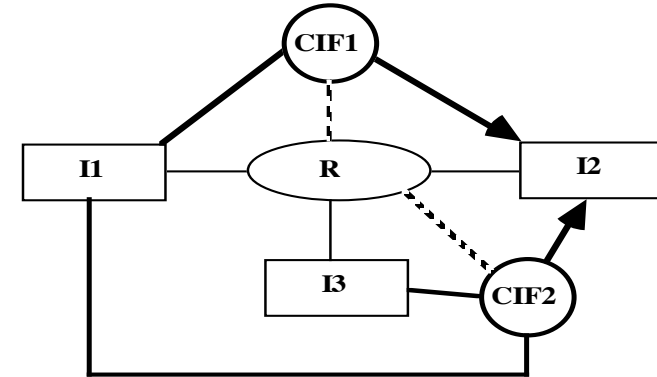
- un **cercle** dans lequel est indiqué "CIF" (éventuellement indicé)
- un **lien en pointillé** indique la relation où s'applique la contrainte
- un **lien plein non fléché** indique le (ou les) entité(s) émettrice(s) de la dépendance
- un **lien plein fléché** indique l'entité cible de la dépendance.

a) Sur une relation binaire :



Contraintes intra-relation

b) Sur une relation ternaire :



Contraintes intra-relation

1. Dépendances fonctionnelles sur relation binaire (binaires fonctionnelles)

- à partir d'une occurrence d'une entité, lui correspond (au plus) une seule occurrence de l'autre entité de la collection
- correspondance entre cardinalité maxi = 1 et existence d'une dépendance fonctionnelle



une voiture n'appartient qu'à une personne au plus

Intérêt : faire référence à une occurrence d'une entité par l'intermédiaire d'une autre entité et d'une relation (Ex: propriétaire du véhicule X).

VOITURE ----- appartient -----> PERSONNE

Représentation graphique (intégration) :



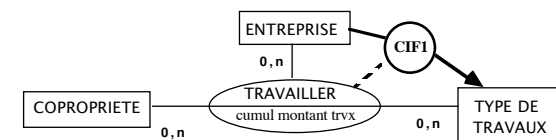
Contraintes intra-relation

2. Dépendances fonctionnelles sur une relation n-aire plusieurs catégories :

- dépendances fonctionnelles **simples** (1 émetteur),
- dépendances fonctionnelles **composées** (n-uplet d'émetteurs) **n'englobant pas la totalité de la collection** de la relation,
- dépendances fonctionnelles **composées** (n-uplet d'émetteurs) **englobant la totalité de la collection**.

Ex 1 : Dépendance Fonctionnelle Simple :

Chaque entreprise n'effectue qu'un seul type de travaux
 ENTREPRISE ----- travailler -----> TYPE_DE_TRAVAUX



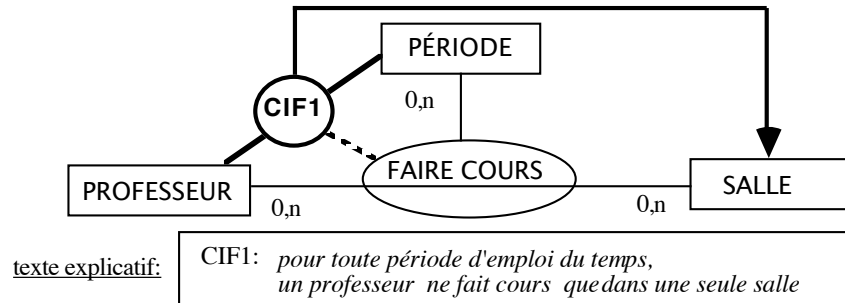
texte explicatif: CIF1 : dans la cadre de la relation TRAVAILLER, chaque ENTREPRISE n'effectue qu'un TYPE D E TRAVAUX

Contraintes intra-relation

Ex 2 : Dépendance Fonctionnelle Composée englobant la totalité de la collection

Pour toute période d'emploi du temps, (Ex : le mercredi de 9 h à 12 h), un professeur fait cours que dans une seule salle:

PERIODE x PROFESSEUR ----- faire cours -----> SALLE



texte explicatif:

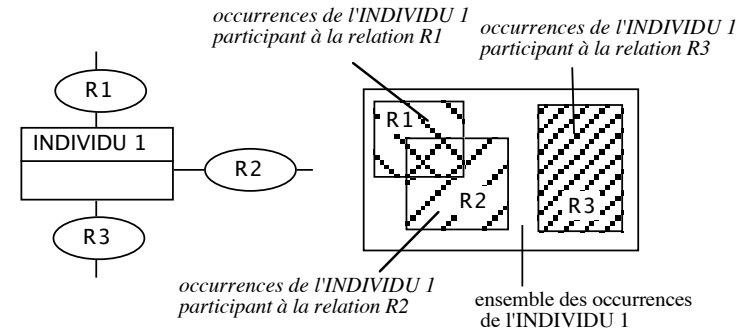
CIF1: pour toute période d'emploi du temps, un professeur ne fait cours que dans une seule salle

Contraintes inter-relation

- cardinalités et dépendances fonctionnelles concernent une même relation
- parfois nécessaire d'exprimer des contraintes entre 2 ou plusieurs relations.

Contraintes sur la participation d'une entité à plusieurs relations :

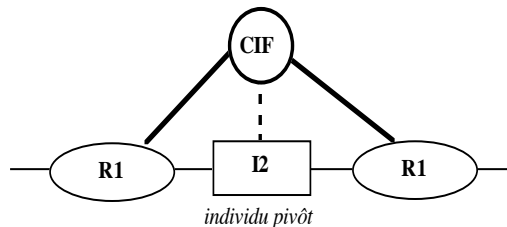
concernent la coexistence d'occurrences de relations au départ d'une entité commune



Contraintes inter-relation

Représentation graphique générale :

- un **cercle** dans lequel est indiqué "CIF" (éventuellement indicé)
- un **lien en pointillé** indique la ou les entité(s) par rapport à laquelle s'applique la contrainte
- un **lien plein** indique les relations concernées par la contrainte

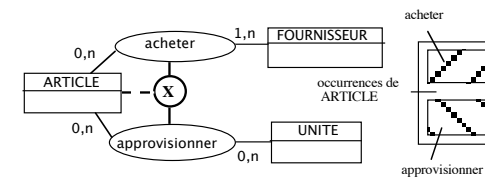


on conseille d'accompagner le modèle graphique d'un texte explicatif.

Contraintes inter-relation

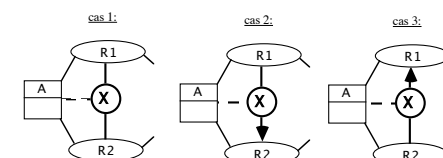
a) Exclusivité de participation d'une entité à plusieurs relations

Ex : un **ARTICLE** peut être acheté chez des **FOURNISSEURs**, approvisionné par des **UNITEs**, ou élaboré (ou assemblé) directement dans le domaine ; il ne peut être à la fois acheté et approvisionné :



Par rapport à **ARTICLE**, **ACHETER** et **APPROVISIONNER** sont mutuellement exclusives:

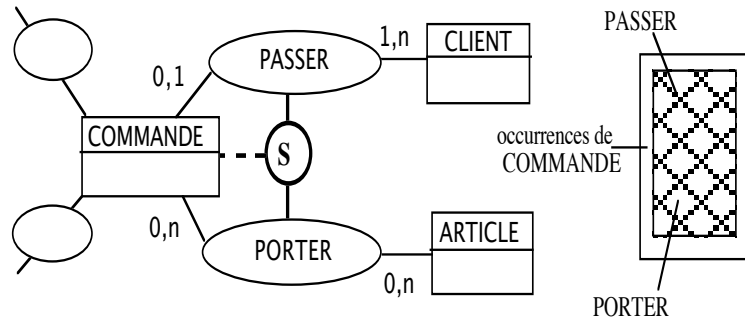
Remarque: Affinement de l'exclusion :



Contraintes inter-relation

b) Simultanéité de participations d'une entité à plusieurs relations (ET LOGIQUE)

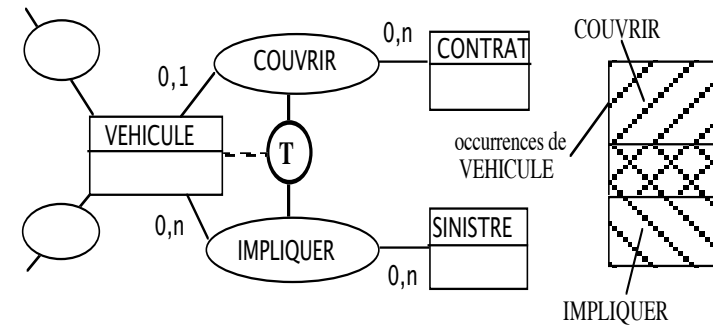
Ex : une COMMANDE portant sur des ARTICLES est obligatoirement passée par un CLIENT et réciproquement :



Contraintes inter-relation

c) Totalité de participations d'une entité à plusieurs relations (OU INCLUSIF)

Ex : tout VEHICULE est au minimum relié soit à un CONTRAT par la relation COUVRIR, soit à un SINISTRE par la relation IMPLIQUER, soit les deux :

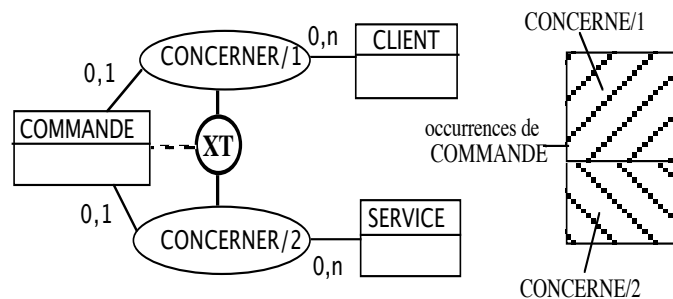


Contraintes inter-relation

d) Exclusivité et totalité de participations d'une entité à plusieurs relations

= Cumul des contraintes d'exclusion (X) et de totalité (T)

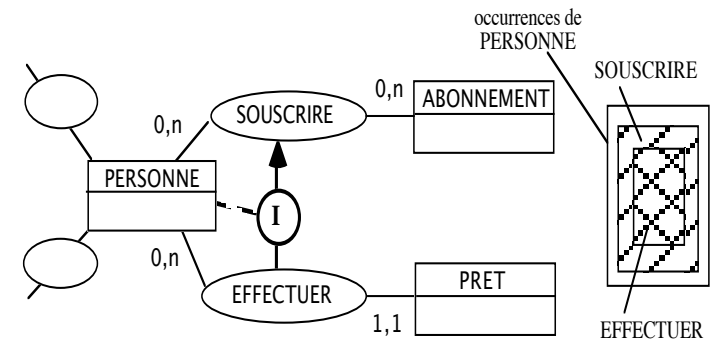
Ex : soit une entité COMMANDE participant à deux relations CONCERNE/1 et CONCERNE/2, toute occurrence de l'entité COMMANDE participe soit à la relation CONCERNE/1 soit à la relation CONCERNE/2. On l'exprime par une contrainte XT :



Contraintes inter-relation

e) Inclusion de participations d'une entité à plusieurs relations

Ex : une PERSONNE qui effectue un PRET doit avoir souscrit un ABONNEMENT

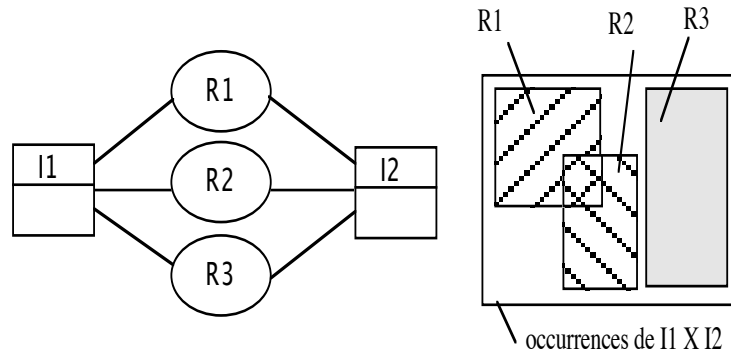


Par rapport à l'entité PERSONNE, la relation EFFECTUER est incluse dans la relation SOUSCRIRE.

Contraintes inter-relation

2. Contraintes sur la participation de plusieurs entités à plusieurs relations

permettent d'exprimer des conditions d'existence d'occurrences de relations selon la présence ou l'absence de participations à d'autres relations ayant des entités communes dans leur collection.

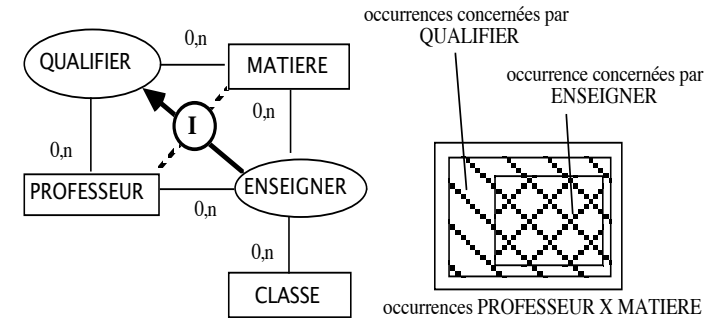


Contraintes inter-relation

1. Contraintes d'inclusion de relations sur d'autres relations

Ex : Tout professeur qui enseigne une matière à une classe donnée, est qualifié pour cette matière

-> contrainte d'inclusion de la relation ENSEIGNER sur la relation QUALIFIER :

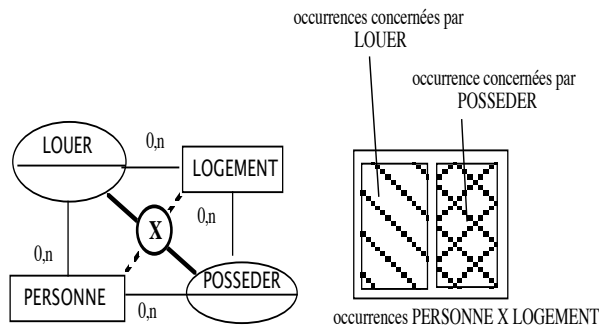


Par rapport aux entités MATIERE et PROFESSEUR, la relation ENSEIGNER est incluse dans la relation QUALIFIER.

Contraintes inter-relation

2. Contraintes d'exclusion de relations sur d'autres relations

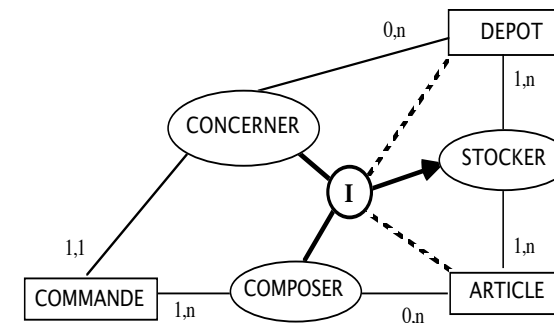
Ex : Une personne ne peut pas être locataire et propriétaire d'un même logement



Par rapport aux entités LOGEMENT et PERSONNE, les relations LOUER et POSSEDER sont mutuellement exclusives.

Contraintes d'exclusion de relations sur d'autres relations

Exemple plus élaboré (cas Société X) :



Par rapport aux entités ARTICLE et DEPOT, un article composant une commande et concernant un dépôt est obligatoirement stocké dans ce dépôt.

Contraintes inter-relation

	EXCLUSION Si une occurrence de l'entité I participe à la relation R1, elle ne peut pas participer à la relation R2 et réciproquement. (Voir remarque sur l'orientation possible de cette exclusion)		SIMULTANÉITÉ Toute occurrence de l'entité I participant à la relation R1, participe simultanément à la relation R2.
	TOTALITÉ Toute occurrence de l'entité I participe au moins à l'une des deux relations R1 ou R2.		INCLUSION Si une occurrence de l'entité I participe à la relation R1, elle participe à la relation R2 (mais pas réciproquement)
	EXCLUSION et TOTALITÉ		

Contraintes de stabilité et transition

Ces stabilités ou transitions d'états concernent principalement:

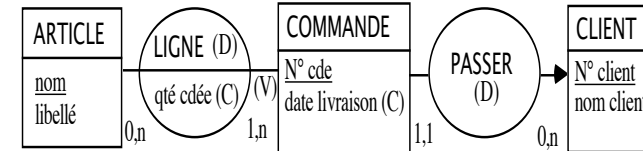
- l'évolution des valeurs des propriétés du modèle dans le temps
- le rattachement et le détachement d'occurrences d'entités via des occurrences de relations dans le temps.

Contrainte de stabilité liée aux propriétés

Propriété constante (C) Remarque sur l'identifiant

Contrainte de stabilité liée aux relations

Relation définitive (D) - Patte verrouillée (V)

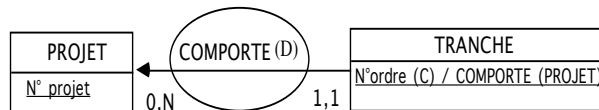


Ex : une fois créée une COMMANDE (et obligatoirement, les LIGNES de commande et leur lien avec le client qui la passe), il n'est plus possible, ni de supprimer des LIGNES (sauf évidemment en supprimant une COMMANDE ou un ARTICLE), ni de rajouter, ni de changer de CLIENT, ni de modifier la date de livraison ou les quantités commandées.

Identifiant relatif

L'identification relative d'une entité s'effectue :

- par une propriété constante de cette entité (qui ne remplit pas les conditions d'un identifiant absolu) dite identifiant relatif
- via une relation binaire porteuse d'une **dépendance fonctionnelle obligatoire** (c.a.d. cardinalité 1,1) vers une entité dit "maître" ; cette relation doit également être **définitive** (contrainte de stabilité D)



l'identifiant relatif identifie une tranche par son ordre (ou rang) dans le projet et sera spécifié de la façon suivante :

on note l'identification relative par :

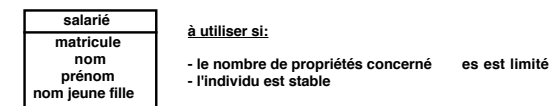
[nom identifiant relatif] / [nom relation] (nom entité maître)

Soit pour notre exemple précédent :

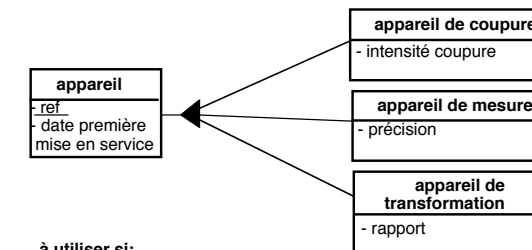
N°ordre / COMPORTE (PROJET)

Liste variable de propriétés

Solution 1: tolérer l'absence de signification



Solution 2: modélisation des sous-populations en terme de sous-types

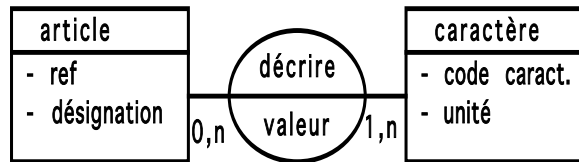


à utiliser si:

- les sous-populations sont stables et en nombre limité
- les propriétés descriptives des entités sont stables

Liste variable de propriétés

Solution 3: méta-modélisation des propriétés



à utiliser si:

- grande variété de propriétés
- sous-population évolutives

Décomposition d'une relation type

Réduire la dimension de relations :

- d'ordre > 2
- dotées de dépendances fonctionnelles
- ceci sans perte d'information

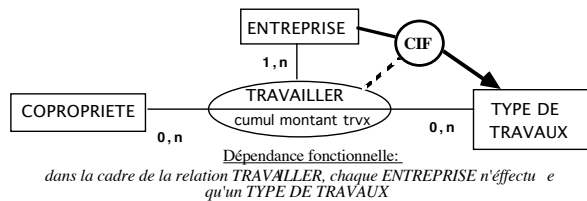
Procédure :

- 1 - sortir l'entité(s) cible de la DF de la collection initiale de la relation
- 2 - créer une nouvelle relation impliquant l'entité(s) cible
- 3 - affecter des cardinalités à cette nouvelle relation
- 4 - faire suivre les propriétés rattachées

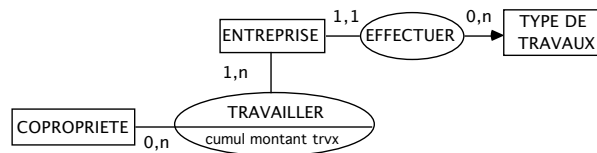
Décomposition d'une relation type

Ex 1: Décomposition par dépendance fonctionnelle

avant décomposition:



après décomposition:

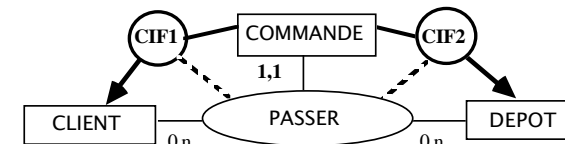


Décomposition d'une relation type

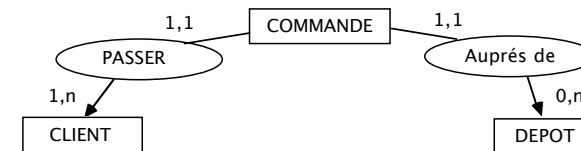
Ex 2 : Décomposition par cardinalité 1,1

Une cardinalité maxi à 1 dans une relation implique, par définition, des dépendances fonctionnelles.

avant décomposition:



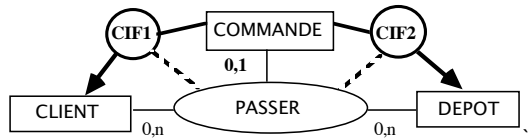
après décomposition:



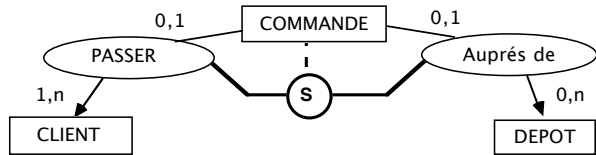
Décomposition d'une relation type

Ex 3: décomposition par cardinalité 0,1

avant décomposition:



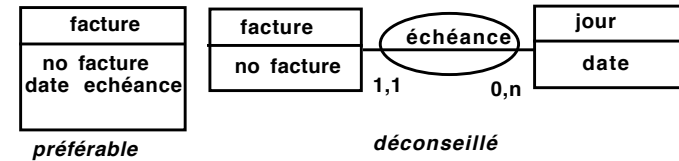
après décomposition:



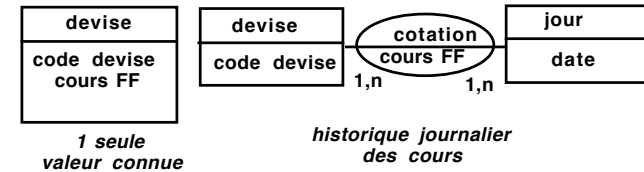
Dans cas d'une cardinalité (0,1), il est nécessaire d'ajouter une contrainte de simultanéité S.

Modélisation du temps

1. Propriété à valeur calendaire



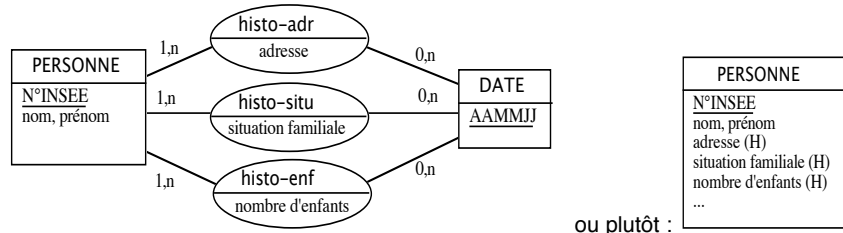
2. Chronique de valeurs dans le temps:



Modélisation du temps

Conservation systématique de chroniques de valeurs prises par plusieurs propriétés

Ex 1 : On veut conserver les variations datées d'une ou de quelques propriétés d'une entité ou d'une relation :



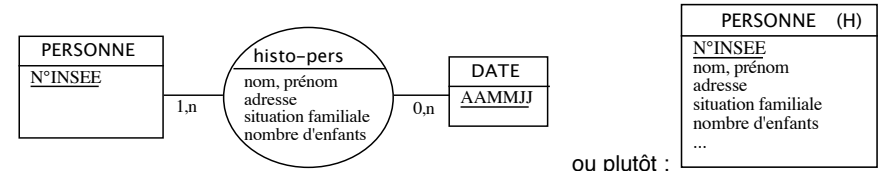
Pour toute personne, on mémorise les adresses, les situations familiales et le nombre d'enfants successifs, avec leurs dates de changement de valeur.

Connaître la situation des valeurs des propriétés d'une personne à une date donnée, oblige à une reconstitution à partir des changements successifs.

Modélisation du temps

Conservation systématique de chroniques de valeurs prises par plusieurs propriétés

Ex 2 : On désire conserver l'état daté de l'ensemble des valeurs des propriétés de l'entité ou de la relation pour chaque changement de l'une d'entre elles.



ou plutôt :

Pour toute personne, on mémorise l'ensemble des valeurs des propriétés à chaque changement de l'une d'entre elles, avec la date de changement

- on connaît facilement la situation des valeurs des propriétés d'une personne à une date donnée, mais on ignore (sauf reconstitution) quelle propriété a conduit au changement.
- la spécification de propriétés, d'entités et relations historisables aura des conséquences sur le chiffrage en volume dans le MOD, et sur la traduction en MLD.