

Le modèle Entité-Relation : extensions

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

Oct. 2010

- **Extensions :**
 - Types et sous-types
 - Contraintes intra-relation, inter-relation, de stabilité et transition
 - Identifiant relatif
- **Mise en œuvre particulières :**
 - Liste variable de propriétés
 - Décomposition d'une relation type
 - Modélisation du temps

Plan

1. Concepts avancés :

- Types et sous-types
- Contraintes intra-relation, inter-relation, de stabilité et transition
- Identifiant relatif

2. Mises en œuvre particulières :

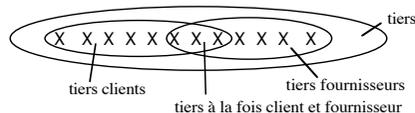
- Liste variable de propriétés
- Décomposition d'une relation type
- Modélisation du temps

Référence du cours : « Ingénierie des systèmes d'information : Merise deuxième génération », Nanci D., B. Espinasse avec la collaboration de B. Cohen, J.C. Asselborn et H. Heckenroth (2001), 4° Ed. Vuibert Informatique, Paris. ISBN : 2-7117-8674-9 (416 pages).

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, décrit par les caractéristiques communes aux clients et aux fournisseurs
- considérer les deux entités CLIENT et FOURNISSEUR comme 2 spécialisations particulières de cette entité TIERS.

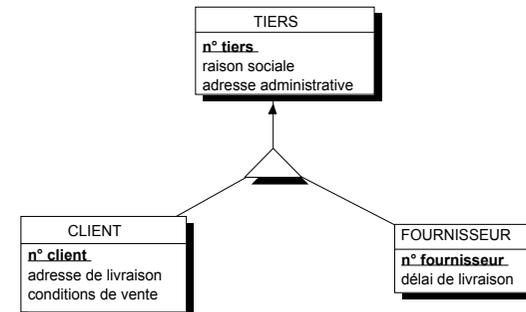
CLIENT et FOURNISSEUR sont alors sous-types de l'entité TIERS.

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

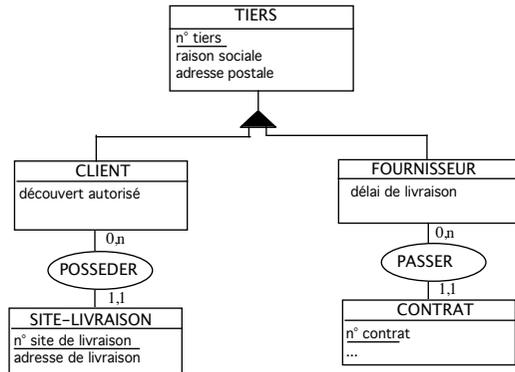
Représentation graphique :



Types et sous-types

Remarque :

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

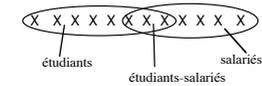


un client peut avoir plusieurs sites de livraison

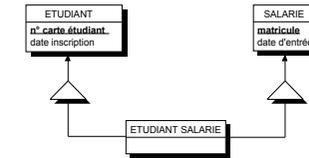
Types et sous-types

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 :



On fait émerger dans la modélisation : une entité ETUDIANT-SALARIE sous-type d'une part de l'entité ETUDIANT et d'autre part de l'entité SALARIE.



- l'entité ETUDIANT_SALARIE hérite des propriétés de ETUDIANT et de SALARIE.
- l'identifiant de l'entité ETUDIANT_SALARIE est soit l'identifiant de l'entité ETUDIANT (N°inscription), soit l'identifiant de l'entité SALARIE (N°matricule) (identifiant alternatif)

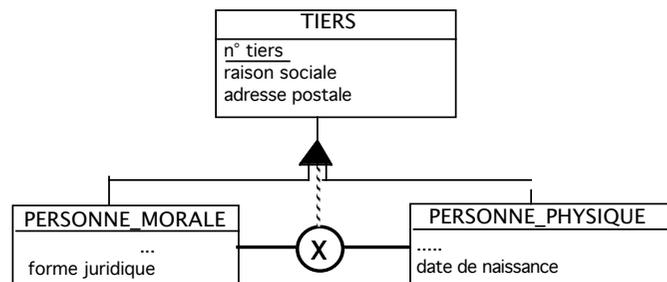
Types et sous-types

3. Exclusivité éventuelle sur spécialisations

2 spécialisations possibles d'un TIERS, peuvent être exclusives l'une de l'autre:

Par exemple :

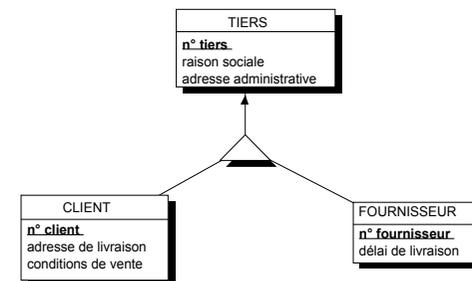
un tiers peut être soit une personne morale, dont une des caractéristiques spécifiques serait la forme juridique, soit une personne physique dont des caractéristiques spécifiques seraient la date de naissance, le prénom



Types et sous-types

4. Généralisation

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



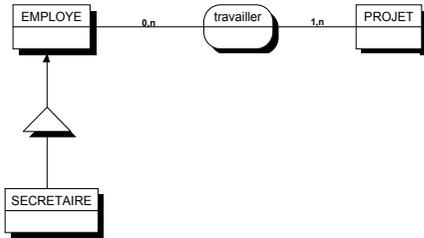
Types et sous-types de relations

Restrictions et sous-types de relations

- concernent la restriction de relations à des sous-types d'entités.

Exemple :

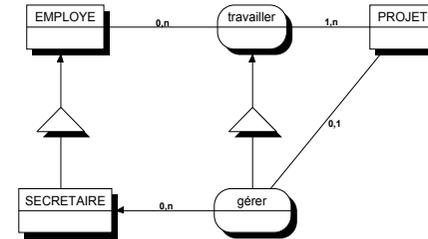
- soit une entité sur-type EMPLOYE, une entité SECRETAIRE, sous-type d'EMPLOYE
- soit un troisième entité PROJET sur lesquels peuvent être affectés des employés, au travers de la relation TRAVAILLER



- un employé peut travailler sur aucun ou plusieurs projet(s)
- et un ou plusieurs employés peuvent travailler sur un même projet.

Types et sous-types de relations

bien qu'un projet accepte plusieurs employés, supposons qu'il n'y ait au plus une secrétaire qui puisse travailler sur un projet donné :



pour les employés secrétaires, il y a modification des cardinalités de la relation travaille

=> une nouvelle relation, restriction de la relation TRAVAILLER, notée GERER

- ses **occurrences** sont celles de TRAVAILLER pour lesquelles l'employé est une secrétaire
- elle peut avoir de **nouvelles cardinalités**.
- elle peut avoir des **propriétés propres** qui n'auraient pas de sens pour toutes les occurrences de la relation originale (ex : prime).

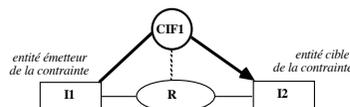
Contraintes intra-relation

- notion de dépendance fonctionnelle entre 2 ensembles A et B exprime qu'à un élément a de A correspond au plus un élément b de B on note : $A \dashrightarrow B$
- l'ensemble de départ peut être composé : $A \times B \dashrightarrow C$
- 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

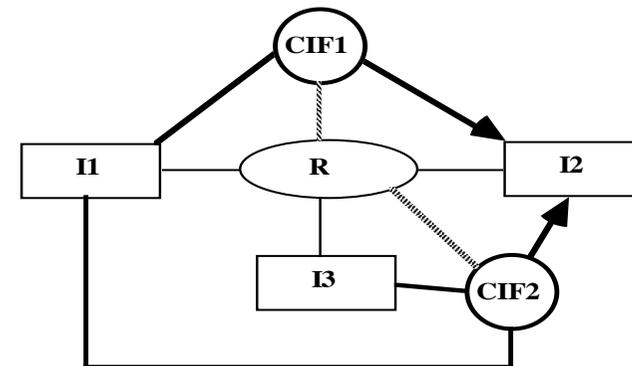
- un **cercle** dans lequel est indiqué "CIF" (éventuellement indicé)
- un **lien en pointillé** indique la relation où s'applique la contrainte
- un **lien plein non fléché** indique la (ou les) entité(s) émetteur(s) de la dépendance
- un **lien plein fléché** indique l'entité cible de la dépendance.

a) Sur une relation binaire :



Contraintes intra-relation

b) Sur une relation ternaire :



Contraintes intra-relation

1. Dépendances fonctionnelles sur relation binaire

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

relations couramment appelées **binaires fonctionnelles**.



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

Remarque : relations très utiles car permettent de 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 -----> personne
appartient

Représentation graphique (intégration) :



Contraintes intra-relation

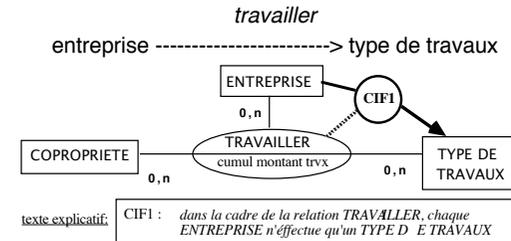
Dépendances fonctionnelles sur une relation n-aire : plusieurs catégories :

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

la mise en évidence de ces dépendances fonctionnelles doit être une opération systématique pour les relations de dimension supérieure à 2.

Dépendance fonctionnelle simple

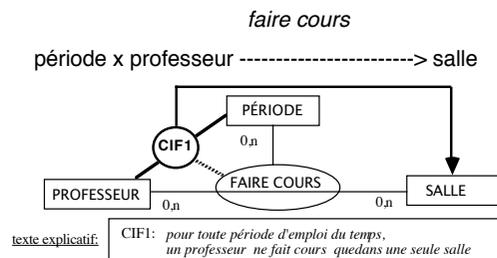
Chaque entreprise n'effectue qu'un seul type de travaux



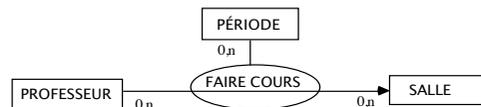
Contraintes intra-relation

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** :



• lorsque ce type de contrainte est la seule portée par la relation, on peut "l'intégrer" à la relation en fléchant la patte la connectant à l'entité cible :

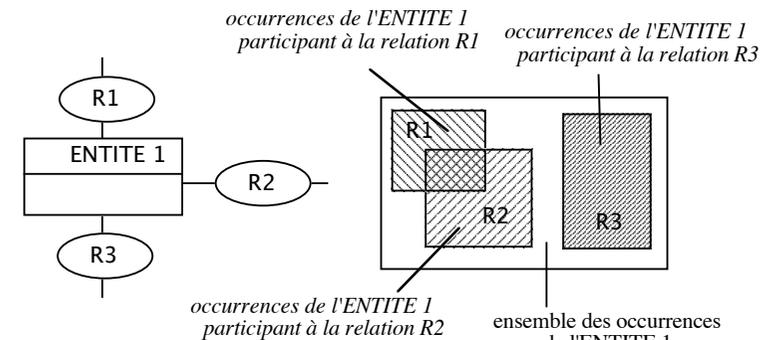


Contraintes inter-relation

- cardinalités et dépendances fonctionnelles s'appliquent à une même relation-type
- certaines situations nécessitent d'exprimer des contraintes entre deux 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

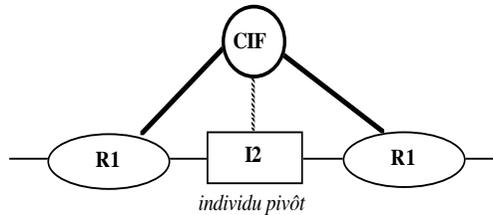


Contraintes inter-relation

Représentation graphique générale :

Ce type de contraintes est symbolisée par :

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

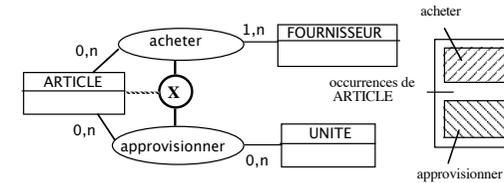


on conseille d'accompagner le modèle graphique d'un texte explicatif.

Contraintes inter-relation

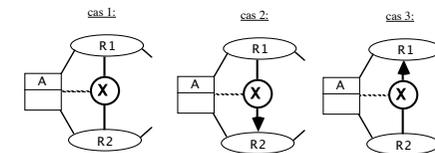
a) Exclusivité de participation d'une entité à plusieurs relations

Exemple : 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 :

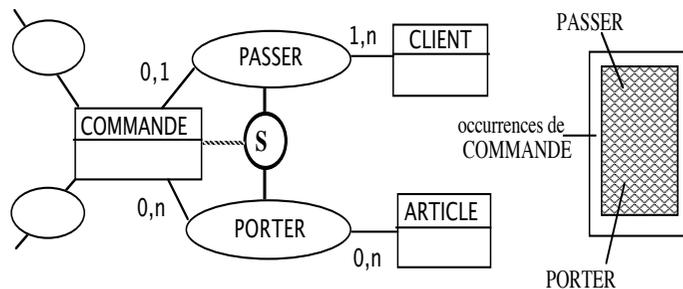


Contraintes inter-relation

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

Exemple :

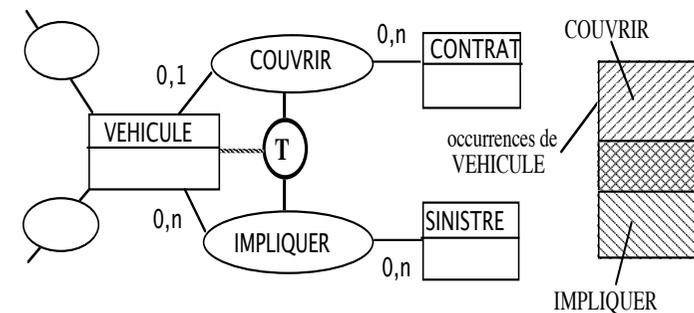
une COMMANDE portant sur des ARTICLEs est obligatoirement passée par un CLIENT et réciproquement :



Contraintes inter-relation

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

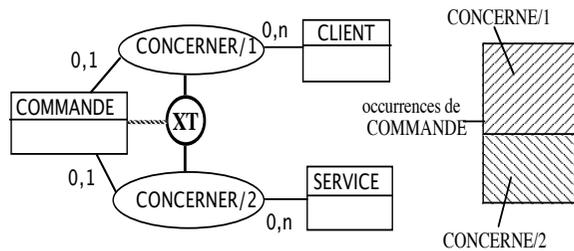
tout VEHICULE est au minimum relié soit à un CONTRAT par la relation COUVRIR, soit à un SINISTRE par la relation IMPLIQUER, soit les deux :



Contraintes inter-relation

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

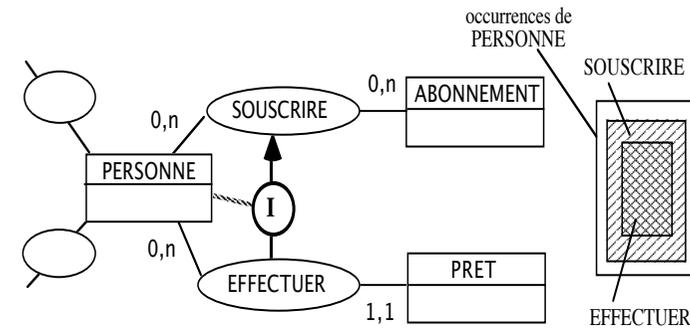
- le cas du OU EXCLUSIF est en fait un cumul des contraintes d'exclusion (X) et de totalité (T).
- soit une entité-type COMMANDE participant à deux relations-types CONCERNE/1 et CONCERNE/2, toute occurrence de l'entité COMMANDE participe soit à la relation CONCERNE/1 soit à la relation CONCERNE/2. On l'exprime par une contrainte XT :



Contraintes inter-relation

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

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

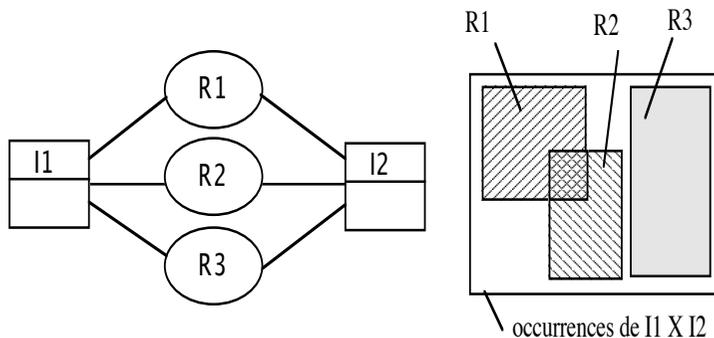


Par rapport à l'entité PERSONNE, la relation EFFECTUER est incluse dans la relation SOUSCRIRE.

Contraintes inter-relation

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

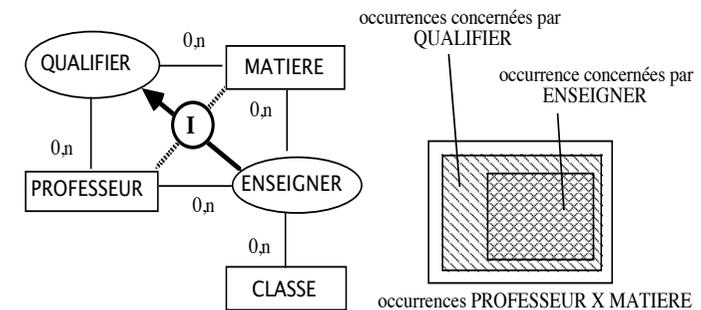
permettent d'exprimer des conditions d'existence d'occurrences de relations-types selon la présence ou l'absence de participations à d'autres relations-types ayant des entités communs dans leur collection.



Contraintes inter-relation

a) Contraintes d'inclusion de relations sur d'autres relations

Exemple : Tout professeur qui enseigne une matière à une classe donnée, est qualifié pour cette matière. On a ici une contrainte d'inclusion de la relation ENSEIGNER sur la relation QUALIFIER, que l'on modélisera de la façon suivante :

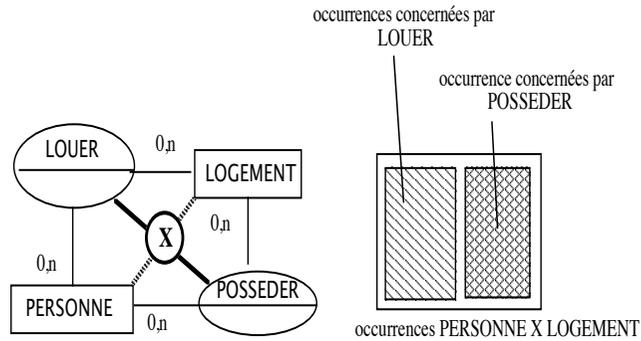


Par rapport aux entités MATIERE et PROFESSEUR, la relation ENSEIGNER est incluse dans la relation QUALIFIER.

Contraintes inter-relation

Contraintes d'exclusion de relations sur d'autres relations

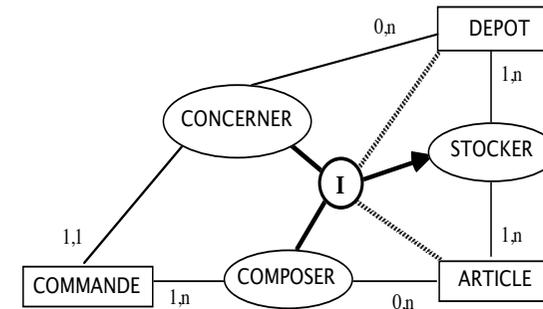
Exemple : Une personne ne peut pas être locataire et propriétaire d'un même logement:



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 SociétéX) :



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

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

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.

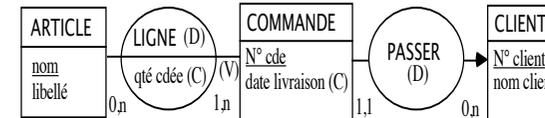
Contrainte de stabilité liée aux propriétés

Propriété constante (C) Remarque sur l'identifiant

Contrainte de stabilité liée aux relations

Relation définitive (D)

Patte verrouillée (V)



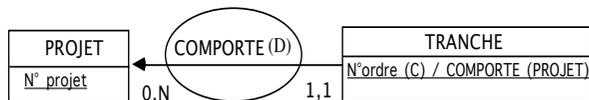
Par exemple:

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 d'en 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

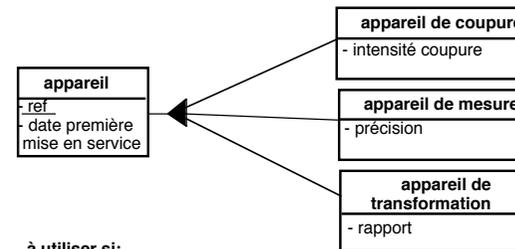
Solution 1 : tolérer l'absence de signification



à utiliser si:

- le nombre de propriétés concernées est limité
- l'entité est stable

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

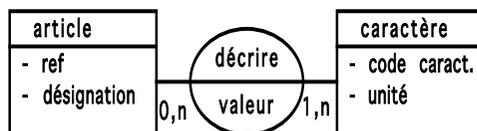


à utiliser si:

- 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

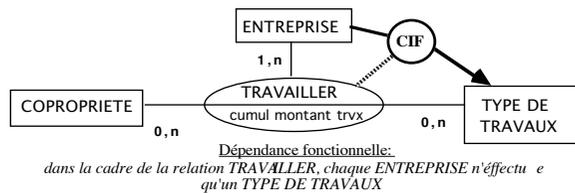
Procédure :

- 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

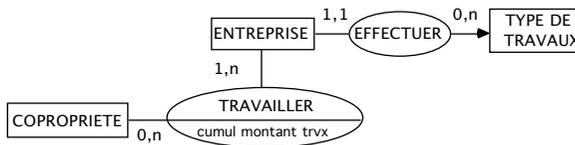
Décomposition d'une relation type

Exemple 1: décomposition par dépendance fonctionnelle

avant décomposition:



après décomposition:

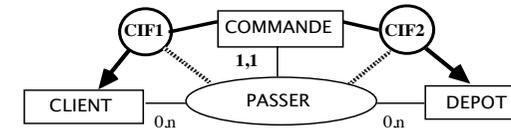


Décomposition d'une relation type

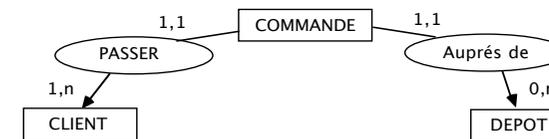
Exemple 2: décomposition par cardinalité 1,1

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

avant décomposition:



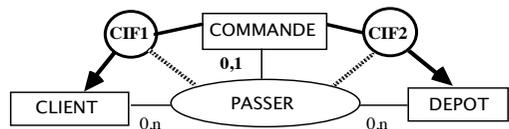
après décomposition:



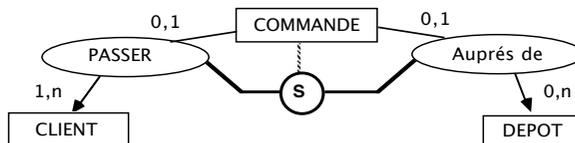
Décomposition d'une relation type

Exemple 3: décomposition par cardinalité 0,1

avant décomposition:



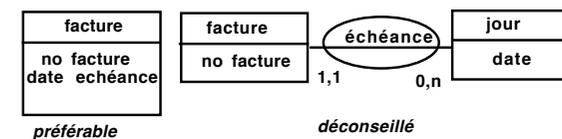
après décomposition:



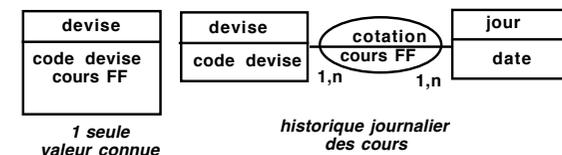
Dans cas d'une cardinalité (0,1), nécessité d'ajouter une contrainte de simultanéité S.

Modélisation du temps

1) propriété à valeur calendaire



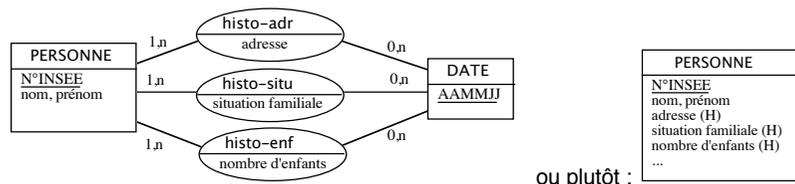
2) chronique de valeurs dans le temps:



Modélisation du temps

Conservation systématique de chroniques de valeurs prises par plusieurs propriétés

a) On désire 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.

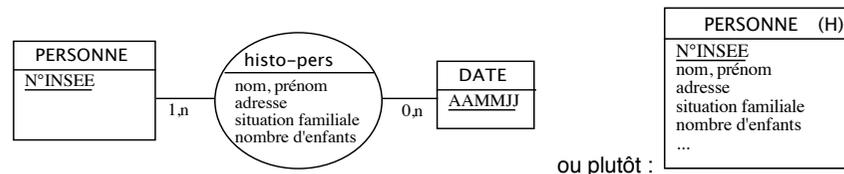
=> Connaître la situation des valeurs des propriétés d'une personne à une date donnée, oblige à une reconstitution à partir des changements successifs.

Modélisation du temps

Conservation systématique de chroniques de valeurs prises par plusieurs propriétés

b) 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.

la modélisation correcte est la suivante :



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.

- dans les 2 cas, la spécification de propriétés, d'entités et relations historisables aura des conséquences sur le chiffage en volume dans le MOD, et sur la traduction en MLD.