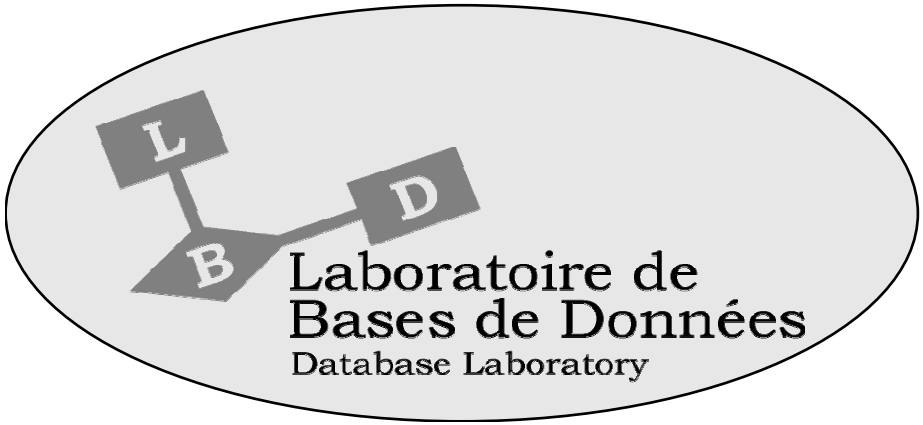
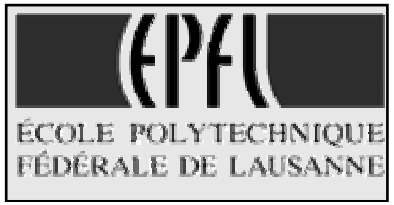
Bases de Données Relationnelles

Modélisation Conceptuelle

(Chapitre 2)

Partie 1: Concepts généraux





Cycle de vie d'une base de données



Monde réel

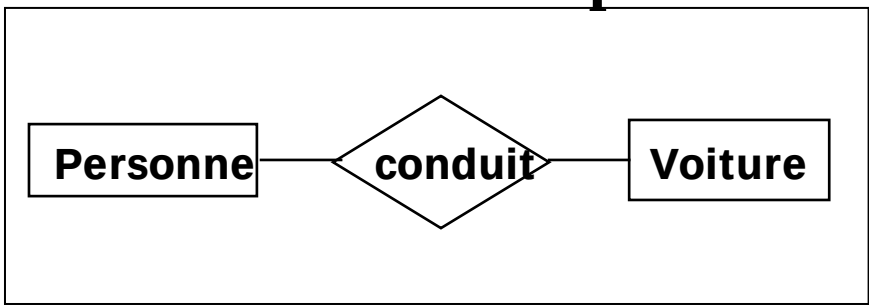
Personne
Voiture

❶

❶

Concepteur

Schéma conceptuel



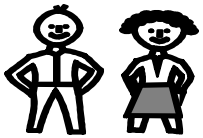
❷

Schéma logique

Table Personne
Table Voiture
Table Conduit
…

❷

❷



utilisateurs

❸

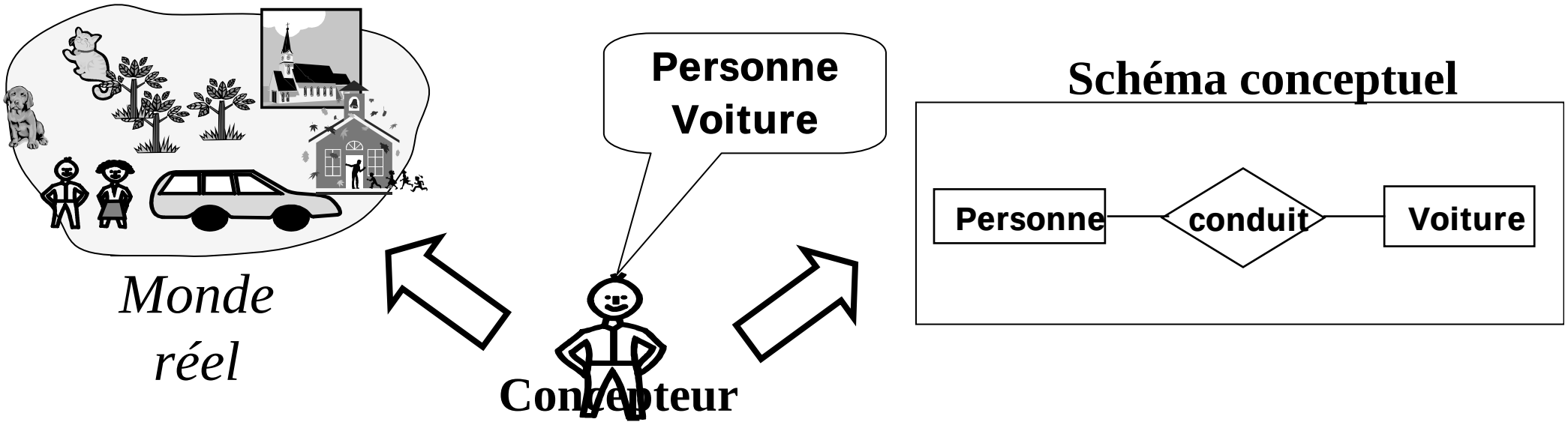
LMD

BD

Personne
Dupont
Durant
Rochat
…

Voiture
Ford KA
Peugeot 106
Toyota yaris
…

Modélisation conceptuelle



- La modélisation conceptuelle vise à la définition du schéma conceptuel de la base de données

Modèle de données (rappel)

- Ensemble de :
  - concepts permettant la description et la manipulation des données du monde réel
  - règles d'utilisation de ces concepts
- Ces concepts décrivent les aspects:
  - Statiques: structure des données
  - Dynamiques: opérations sur les données

  + contraintes explicites
- Schéma : description de la BD obtenue en utilisant un modèle de données

Pourquoi la modélisation conceptuelle?



Monde réel

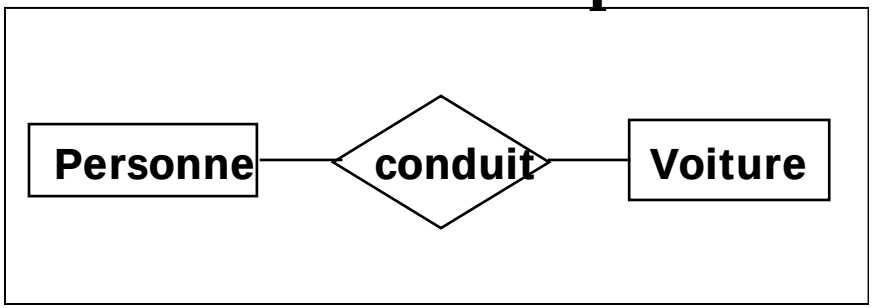
Personne
Voiture

❶

❶

Concepteur

Schéma conceptuel



❷

❷

Schéma logique

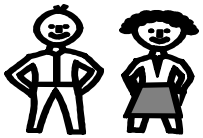
Table Personne
Table Voiture
Table Conduit
…

❷

BD

Personne
Dupont
Durant
Rochat
…

Voiture
Ford KA
Peugeot 106
Toyota yaris
…



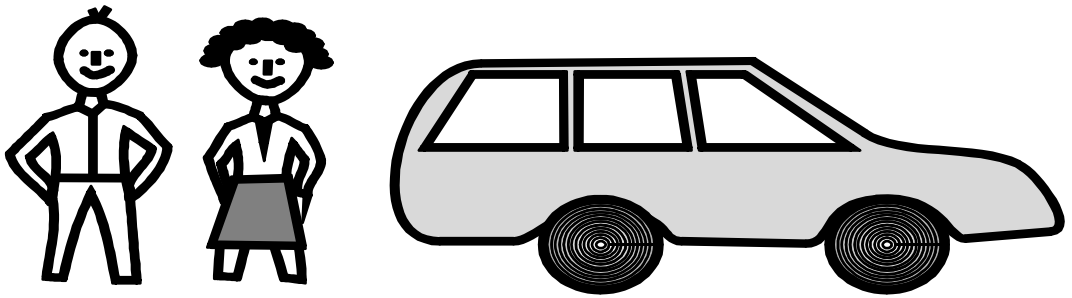
utilisateurs

❸

LMD

Pourquoi la modélisation conceptuelle

- Jean possède une Honda CRV grise
- Arlette, sa femme, est avec lui



Pourquoi la modélisation conceptuelle?

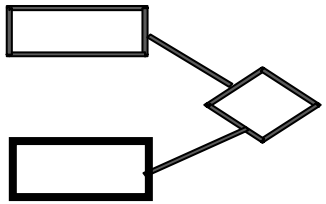
- Objectif: représenter la réalité telle qu'elle est perçue par les utilisateurs
- Contrairement aux modèles logiques qui décrivent la réalité en fonction du modèle du SGBD
- Représentation à l’aide de la trilogie de base
  - objets
  - liens
  - propriétés

Avantages

- Attention portée sur les applications
- Indépendante des technologies
  - Portabilité
  - Longévité
- Orientée utilisateur
  - Compréhensibilité
  - Support du dialogue concepteurs / utilisateurs
  - Permet la collaboration et la validation par les utilisateurs

Avantages

- Spécifications formelles, non ambiguës,
- Puissance des concepts
- Support d'interfaces visuelles (lisibilité)
  - Diagrammes de définition de données
  - Manipulation de données



- Facilite les échanges d'informations entre SGBD différents

Attention !

- La qualité de la conception de la BD est un facteur critique de réussite

Modèles conceptuels

- Entité-Association – EA

  (ER: Entity-Relationship)

- UML

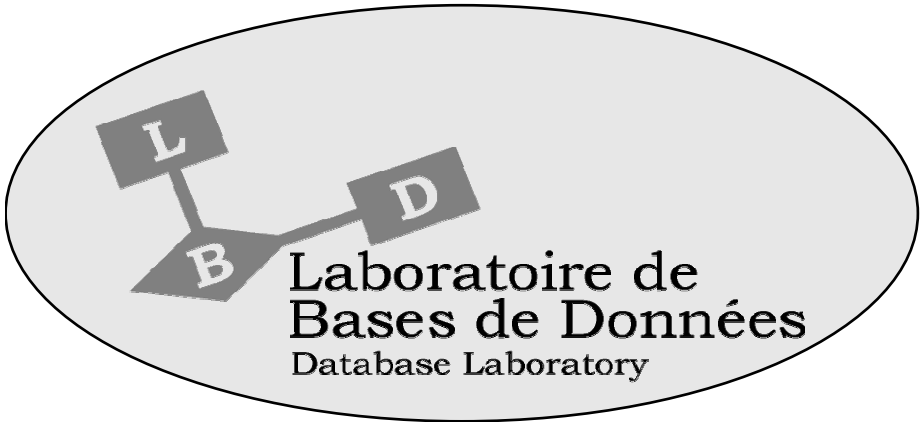
- Autres (OO, OR)
  - NB: le modèle relationnel et certains modèles orienté objets sont des modèles logiques (objectif: implémentation)

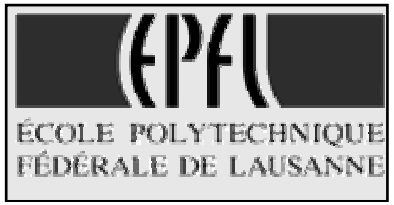
Bases de Données Relationnelles

Modélisation Conceptuelle

(Chapitre 2)

Partie 2: Le modèle Entité-Association



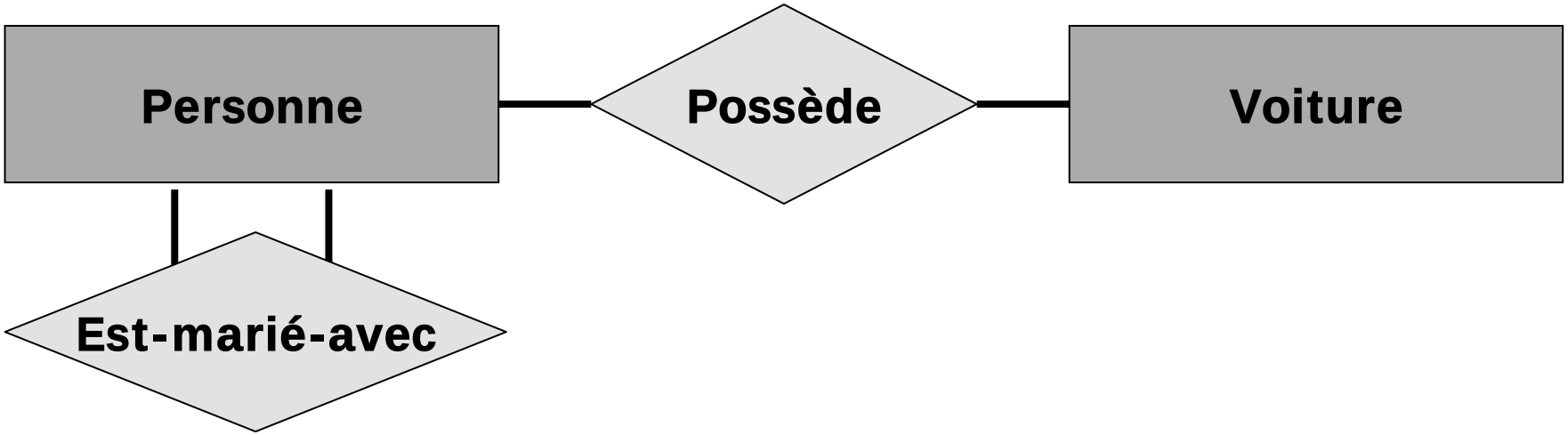


Modèle de type conceptuel

- But: permettre la description conceptuelle des structures de données d'une application
- Les concepts de base (correspondent aux concepts d’abstraction de la réalité):
  - objet <=> entité
  - lien <=> association (relationship)
  - propriété <=> attribut
- + la représentation multiple

Définition du schéma

- Un schéma est une collection de types
  - d'objet <-> objets
  - d'association <-> liens
- La bases de données contiendra les valeurs représentant les instances de ces types



Elaboration du schéma conceptuel

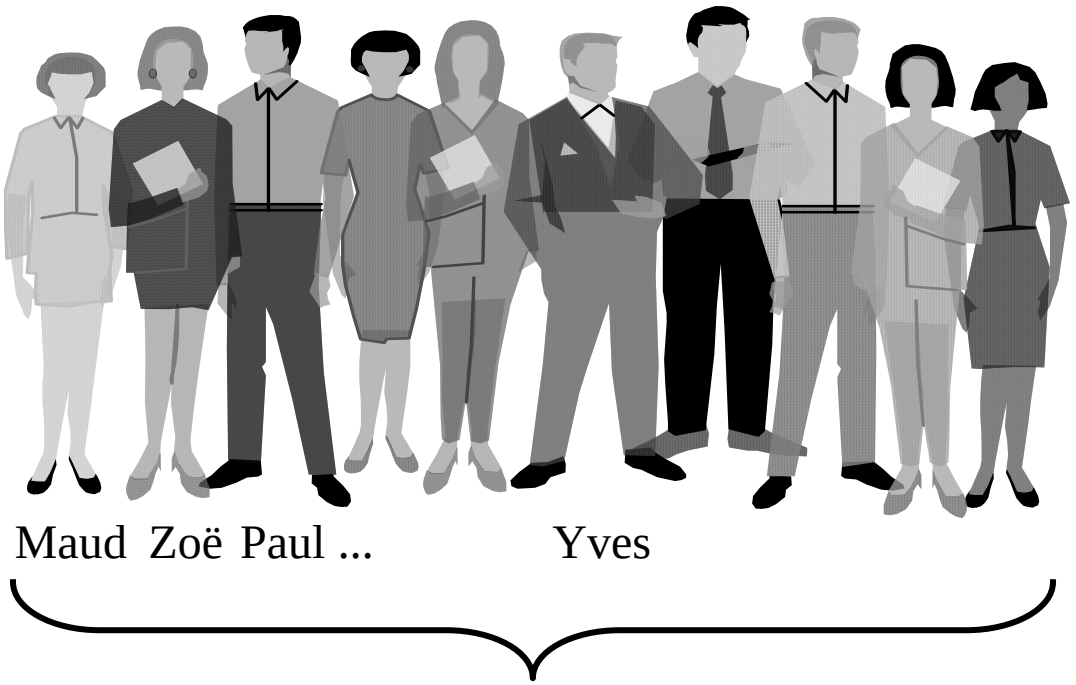
- Analyse du monde réel
  - Identification des phénomènes à représenter dans la BD
    - ☞ délimitation de l'univers du discours

- Représentation à l'aide des concepts du modèle
  - contenu
  - structure
  - règles
  - dynamique

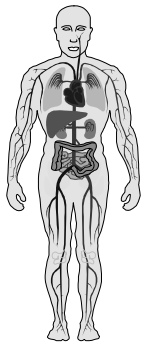
Abstraction ou classification

De la réalité perçue
à la représentation:

Faire abstraction des particularités permet de passer des objets aux types ou classes d'objets



Type d'objet: Etudiant
propriétés: - nom,
- âge, ...



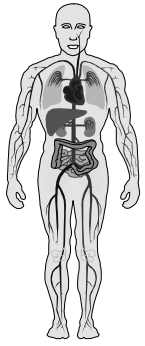
Entités et types d’entités

- **Entité**: représentation d’un objet du monde réel ayant une existence propre



Aude Zoë Yves ... Paul

- **Type d'entité (TE)**: représentation d'un ensemble d'entités perçues comme similaires et ayant les mêmes caractéristiques



Personne

Associations et types d’associations

- **Association:** représentation d'un lien non orienté entre plusieurs entités (qui jouent un rôle déterminé)

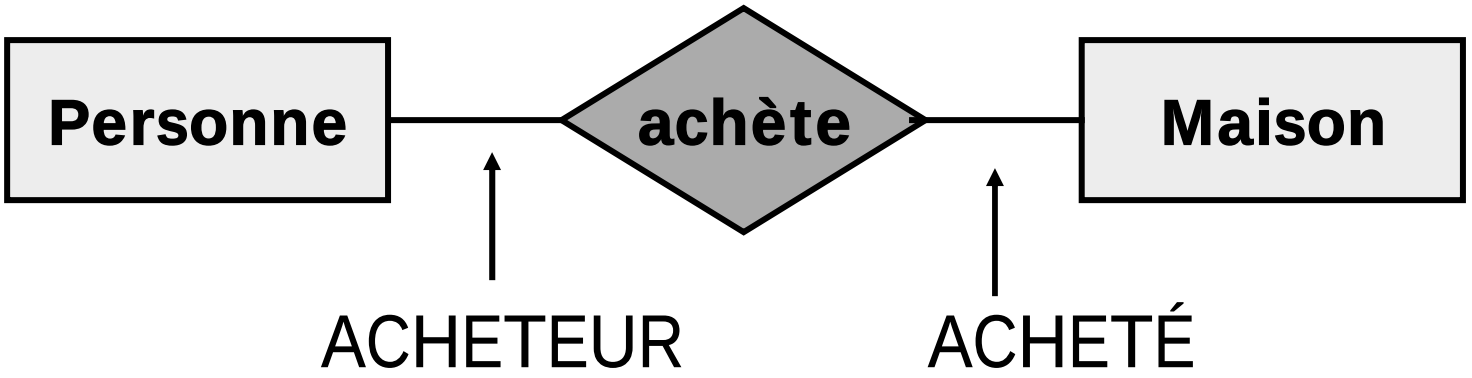
- **Type d'association (TA):** représentation d'un ensemble d'associations ayant la même sémantique et décrites par les mêmes caractéristiques



’achète ’ = < 1 personne, 1 maison >

Rôles d’une association

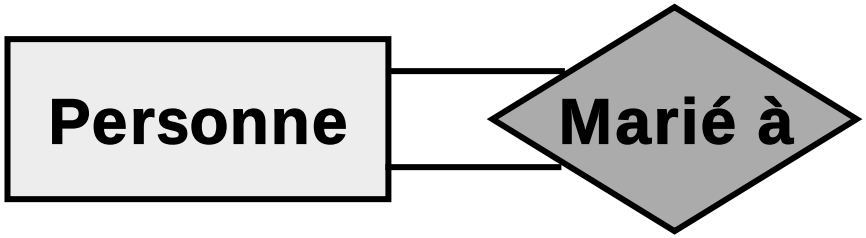
’achète’ = < 1 personne, 1 maison >



- Dans une association, chaque entité joue un rôle déterminé
- Association binaire: deux rôles

Associations Cycliques

2 rôles (au moins) lient le même type d'entité



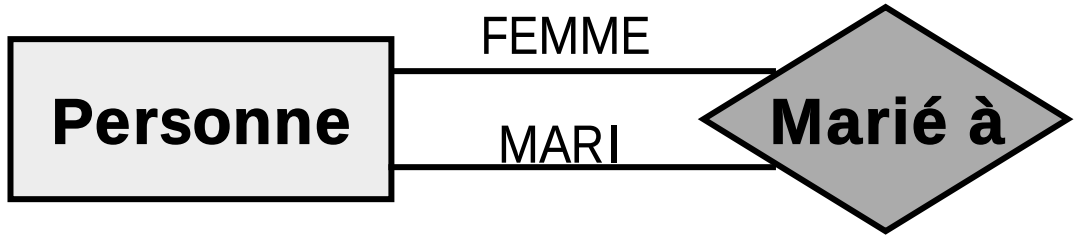
’marié à ’ = < 1 personne, 1 personne >

Problème: comment savoir dans un couple qui est le mari et qui est la femme ?

< Dupont Dominique, Dupont Dominique > **?**

Associations Cycliques: rôles nommés

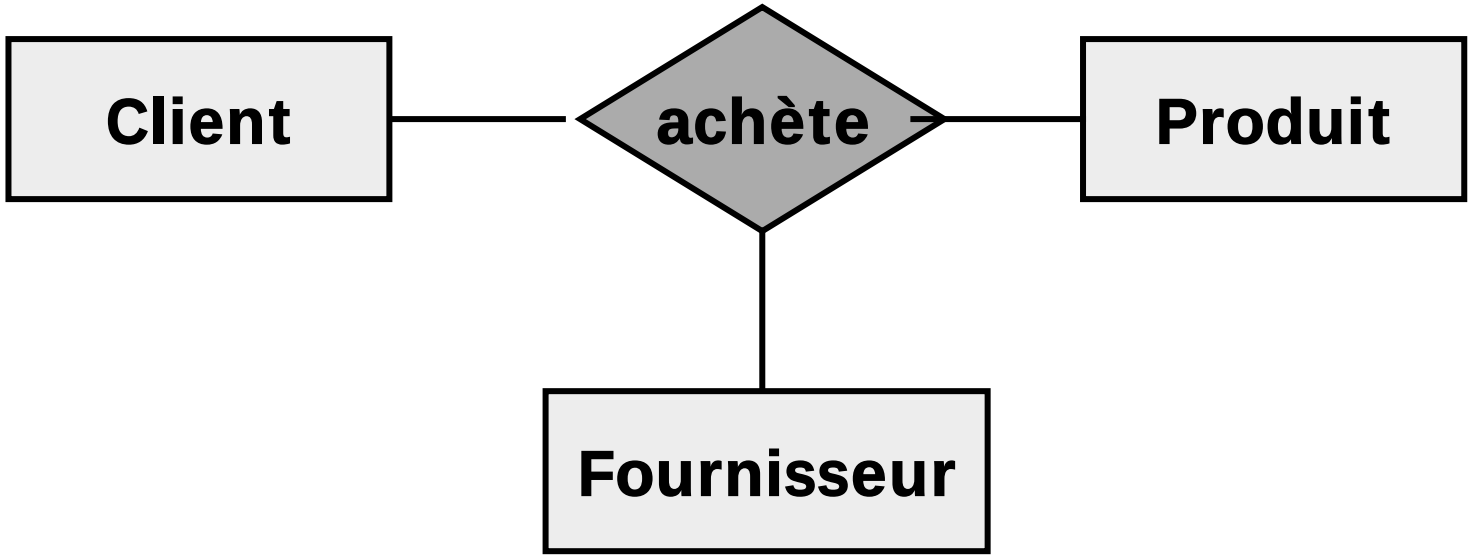
? Solution: spécifier le rôle de chaque entité pour supprimer les ambiguïtés



'marié à' = < 1 personne/FEMME, 1 personne/MARI >

< Dupont Dominique / femme,
Dupont Dominique / mari >

Associations Ternaires

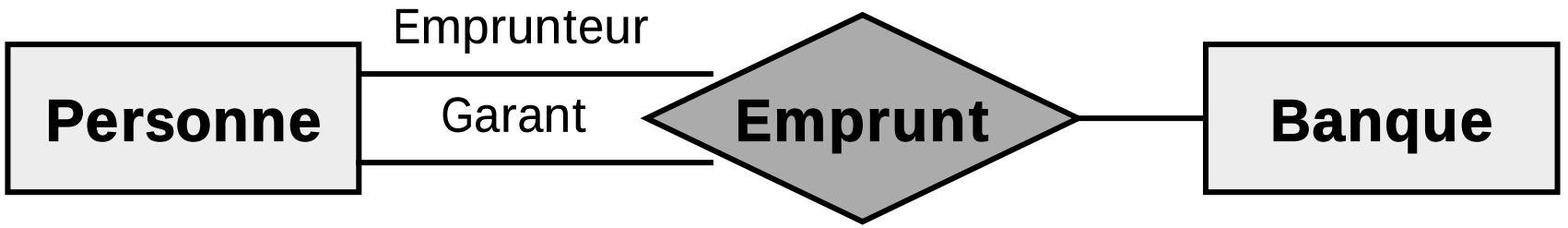


’achète’ = < 1 client, 1 produit, 1 fournisseur >

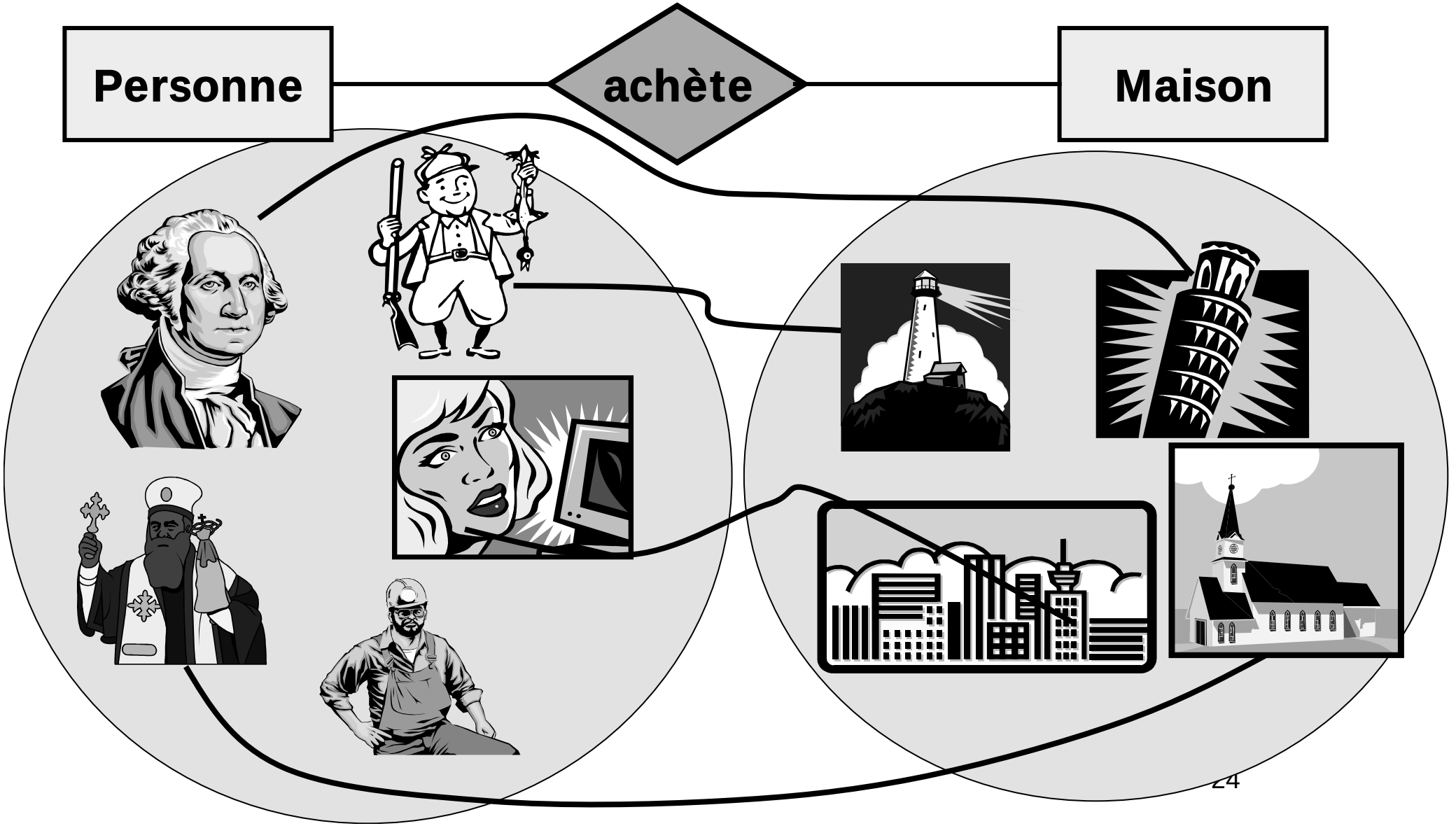
3 rôles OBLIGATOIREMENT

Associations Cycliques

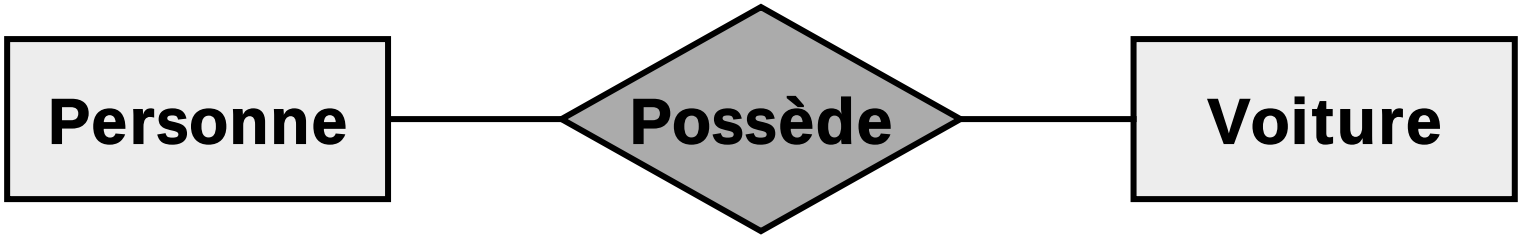
- Ternaires:



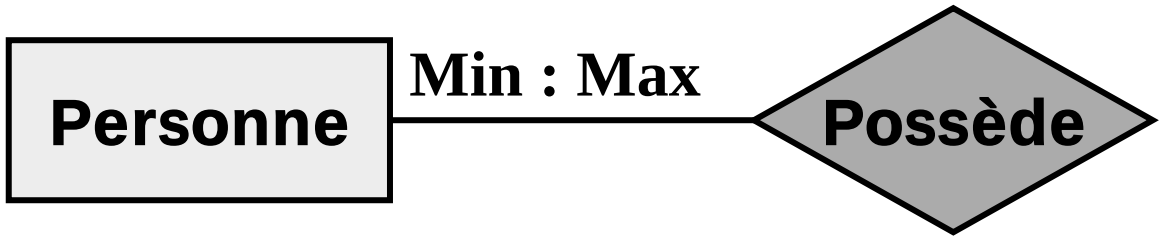
Population d'un TE et d’un TA



Cardinalité des rôles

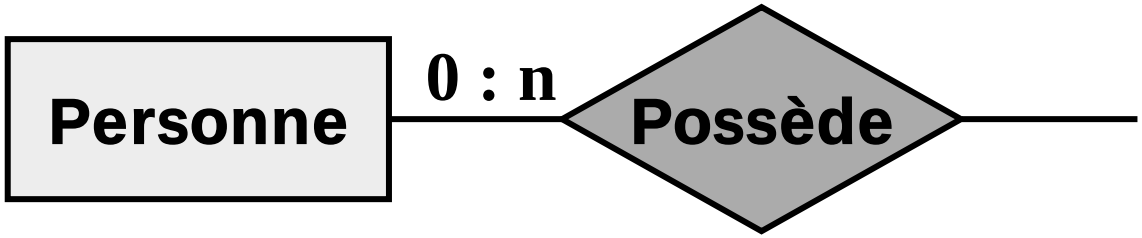


- Combien de voitures (minimum) une personne peut-elle avoir?
- Combien de voitures (maximum) une personne peut-elle avoir?

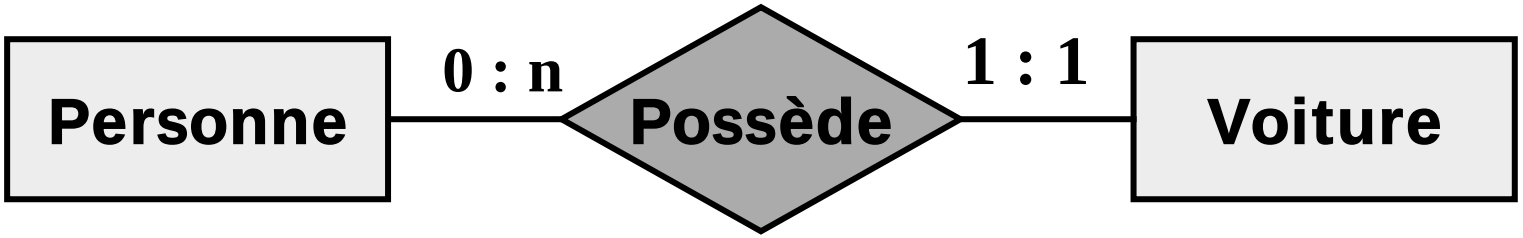


Contraintes de cardinalité

- Une personne peut ne pas avoir de voiture, en avoir 1, 2, ... n (pas de contrainte)

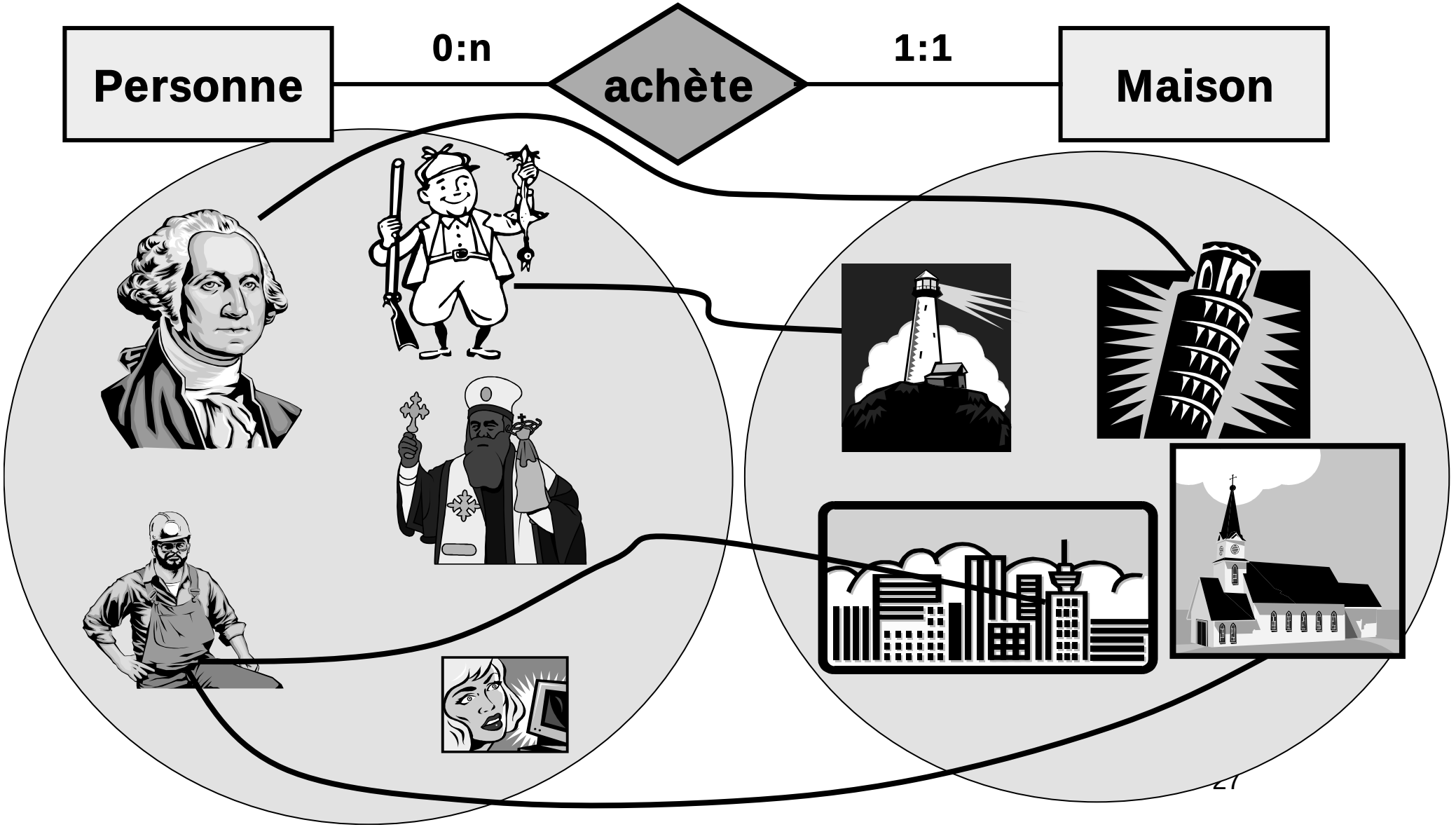


- Une voiture a un et un seul propriétaire



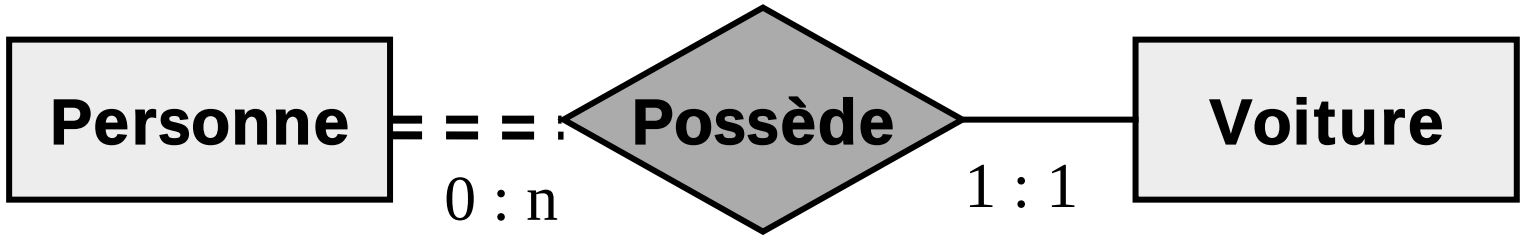
cardinalités : contraintes sur les données

Population d'un TA



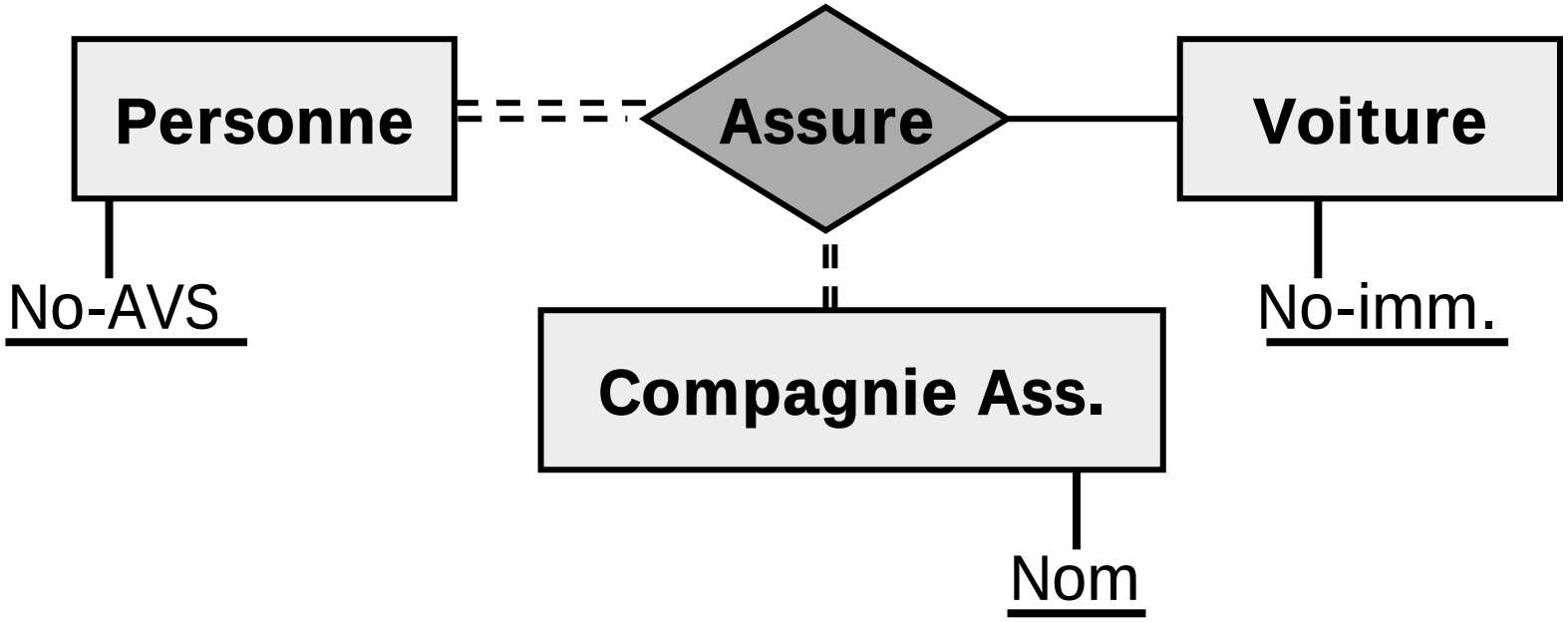
Valeurs et notations des cardinalités

	Minimum	Maximum
– – – – – –	0	1
———	1	1
= = = = = =	0	n
– – – – – –	1	n
═══	n	m



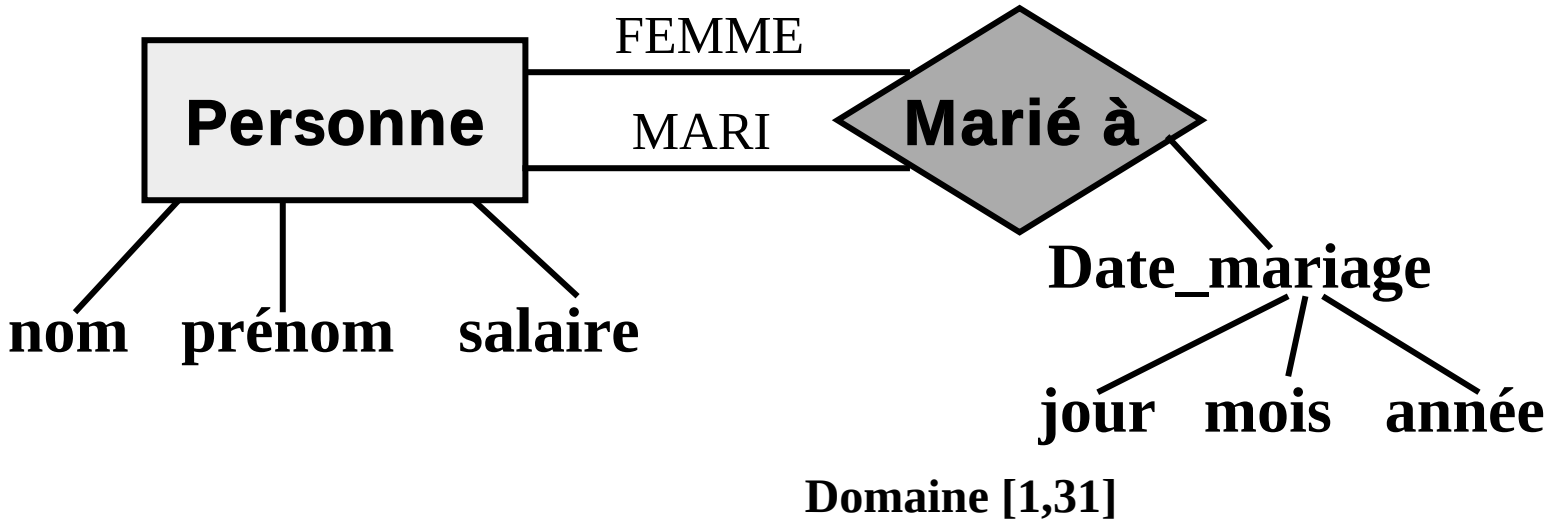
Associations ternaire : cardinalités

- Plus difficiles à lire sur le schéma
- Nombre mini et maxi d'occurrences du TA qui peuvent lier une occurrence donnée du TE



Attributs

- Décrivent les propriétés associées à:
  - un type d'entité
  - un type d'association
  - un autre attribut



Attributs simples

- **simple (atomique)**: non décomposable
  - Exemples: jour, prénom

- Le domaine de valeurs est constitué de valeurs atomiques
  - Ex.: jour - domaine de valeurs: {1, 2, ..., 31}
  - Domaines prédéfinis standard, intervalles, énumérés

Attributs complexes

- **complexe**: décomposé en d'autres attributs
  - Exemples: date (jour, mois, année),
    adresse (rue, ville, code postal)
- Un attribut complexe ne porte pas de valeur propre (pas de domaine directement associé)
- La valeur d'un attribut complexe est la composition des valeurs de ses attributs composants.
- Un composant d'attribut complexe peut être lui-même un attribut complexe.

Attributs mono- ou multivalués

- **monovalué**: une seule valeur par occurrence (cardinalité max=1)

  Exemples: date de naissance, numéro AVS

- **multivalué**: plusieurs valeurs par occurrence (cardinalité max>1).

  Exemples: prénoms, téléphones

  Une valeur d'attribut multivalué est un ensemble (ou liste ou multi-ensemble) de valeurs, prises chacune dans le domaine de valeurs associé à l'attribut.

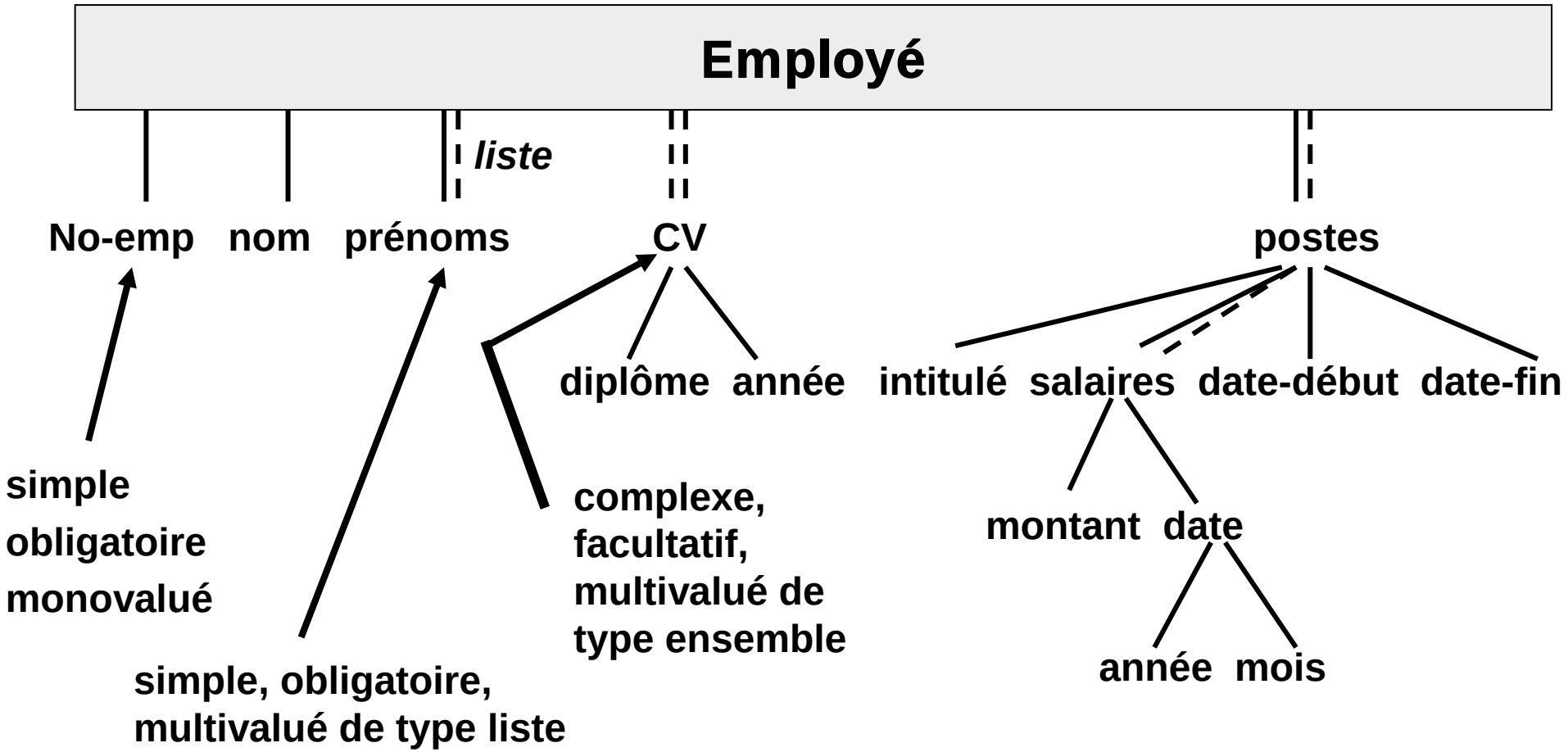
Attributs obligatoires ou facultatifs

- **obligatoire**: une valeur au moins par occurrence (cardinalité min>=1).
  - Exemples: nom, prénoms
- **facultatif**: peut ne pas prendre de valeur (cardinalité min=0).
  - Exemples: salaire, téléphones

Attributs : cardinalité

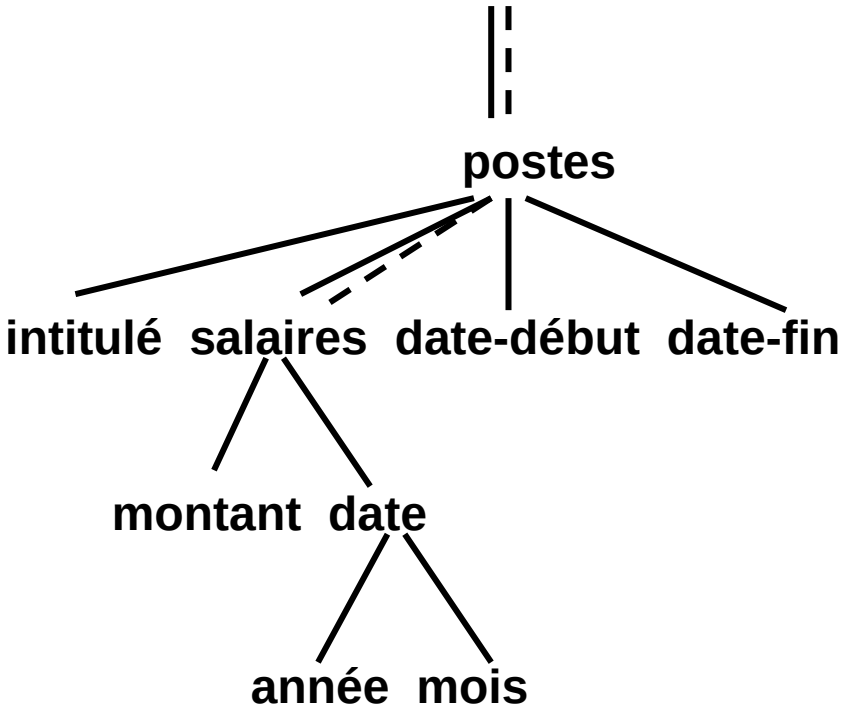
- MIN: caractère facultatif ou obligatoire de l'attribut
- MAX: caractère mono-valué ou multi-valué de l'attribut
- Même notation pour les attributs que pour les cardinalités des rôles:
  - nom d'une personne 1:1 ——
  - prénoms 1:n ═══
  - téléphone fixe 0:1 - - -
  - natel 0:n = = =

Attributs: exemple



Attributs: exemple

```
/* intitulé      ( doctorant,
                    (2000, 1997, 10)
/* salaires        (2500, 1998, 10)
                    (3000, 1999, 10)
/* date début    '01/01/1997',
/* date fin      '31/12/1999' ),
                ( assistant-doctorant,
                    (3500, 2000, 10)
                    (4000, 2001, 10)
                  '01/01/2000',
                  '31/12/2001' ),
                ( assistant,
                    (4500, 2002, 10)
                  '01/01/2002',
                  '31/12/2002' )
```

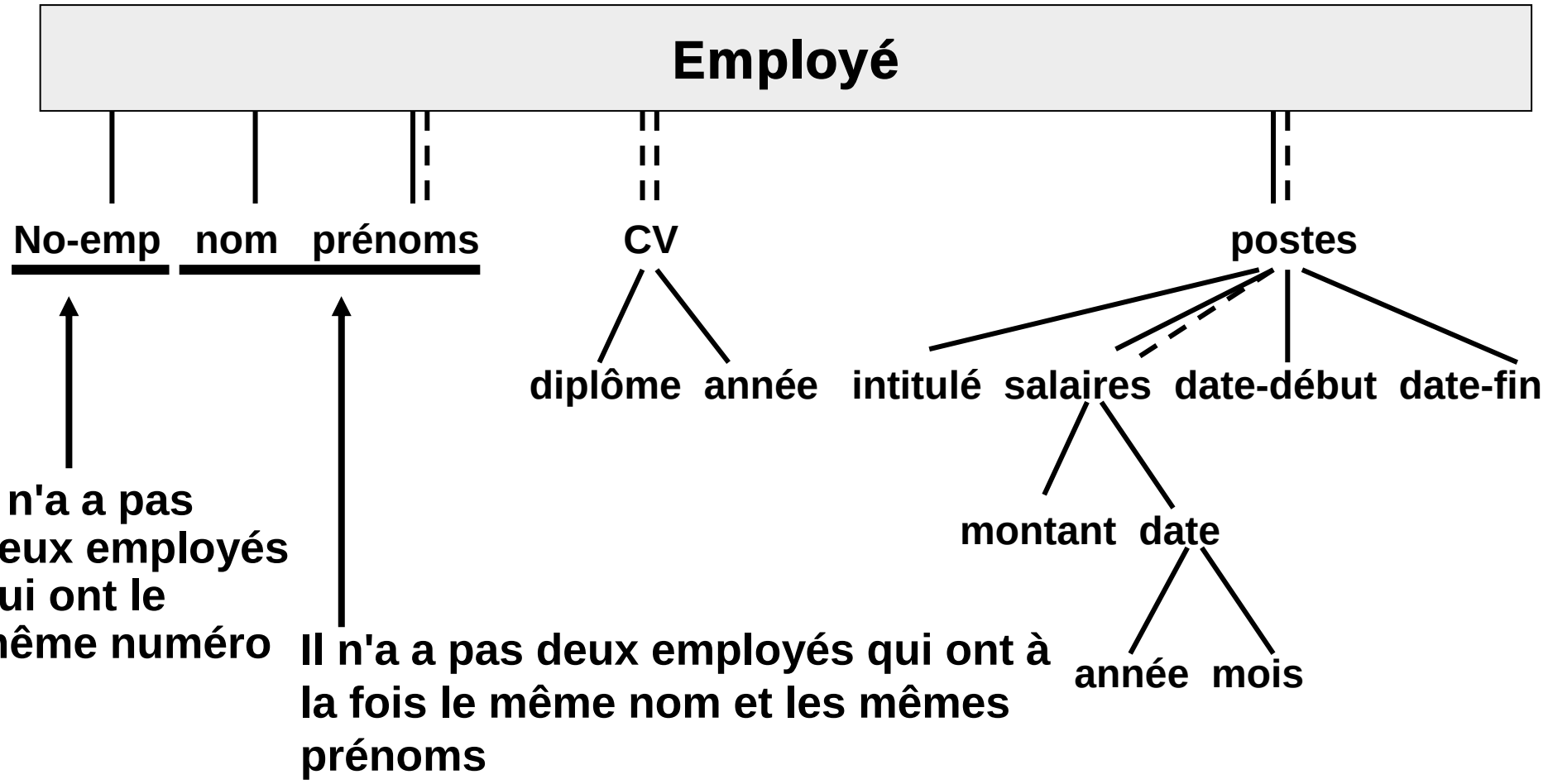


Identifiants de TE et TA

- Nécessité de pouvoir désigner une entité (une association) de façon univoque
- Identifiant:
  - Ensemble minimal d'attributs tel qu'il n'existe pas deux instances du TE (TA) où ces attributs aient la même valeur

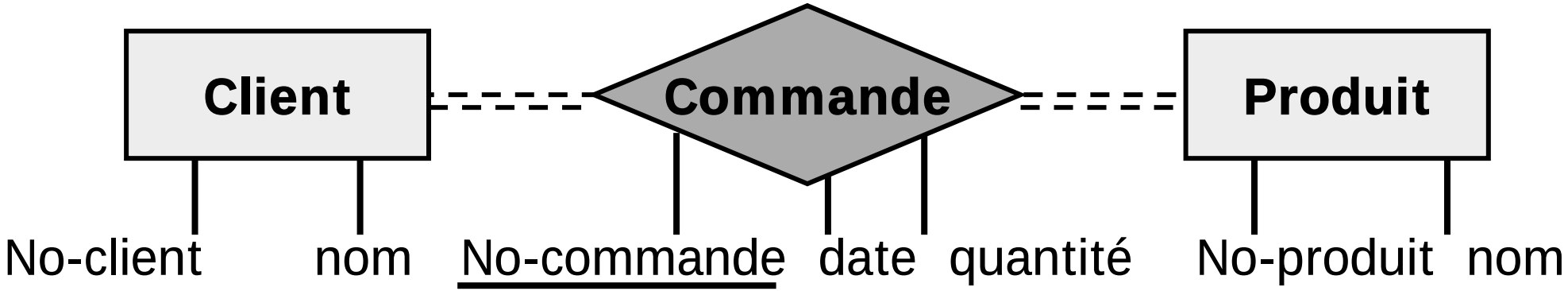
Identifiants du TE Employé

Deux identifiants de Employé: No-emp, nom+prénoms



Identifiant d'un TA: attribut propre

- id.TA = attribut du TA

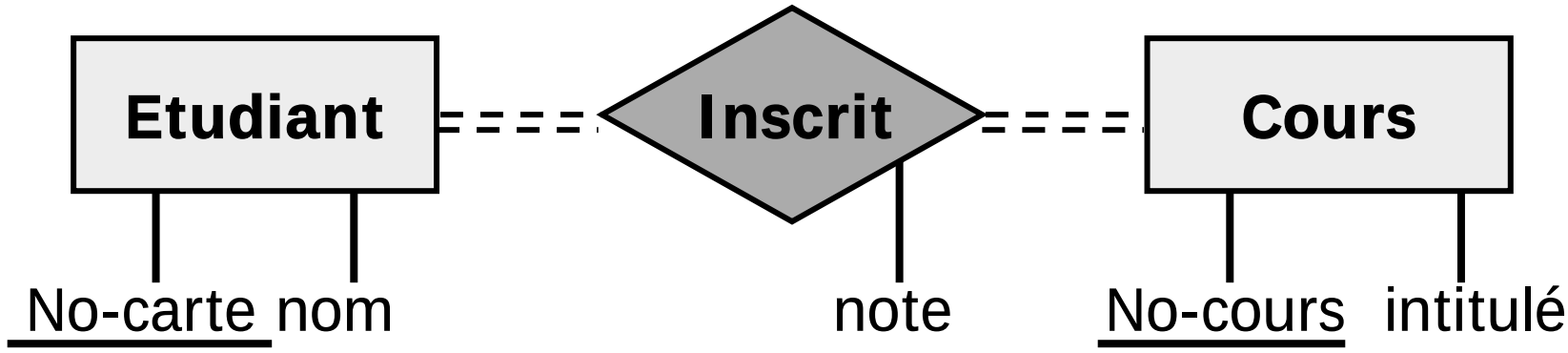


Identifiant pour Commande: No-commande

Identifiant d'un TA: rôles multivalués

- Cas le plus fréquent:

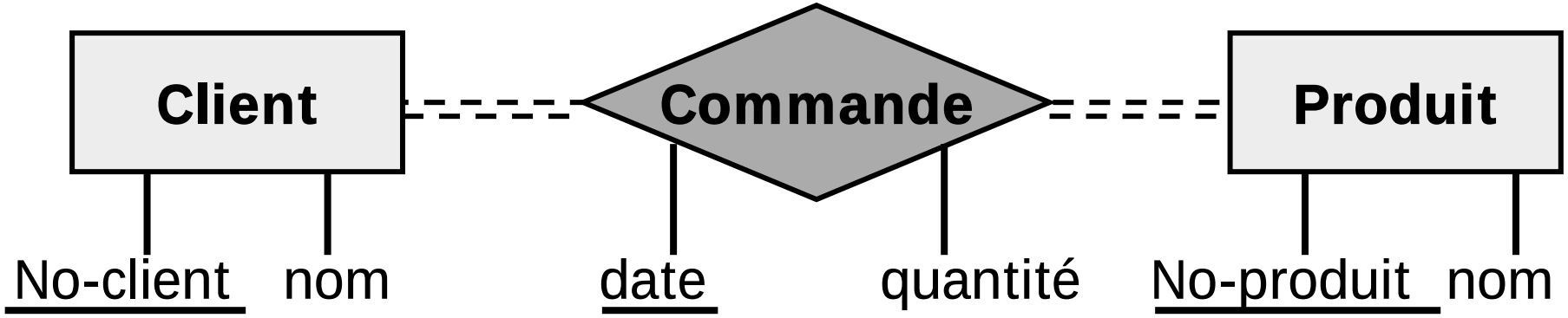
  id.TA = ensemble des identifiants des TE liés



Identifiant de Inscrit: Etudiant.No-carte + Cours.No-cours

Identifiant d'un TA: id.TE +attribut propre

- Un client peut commander le même produit plusieurs fois à des dates différentes



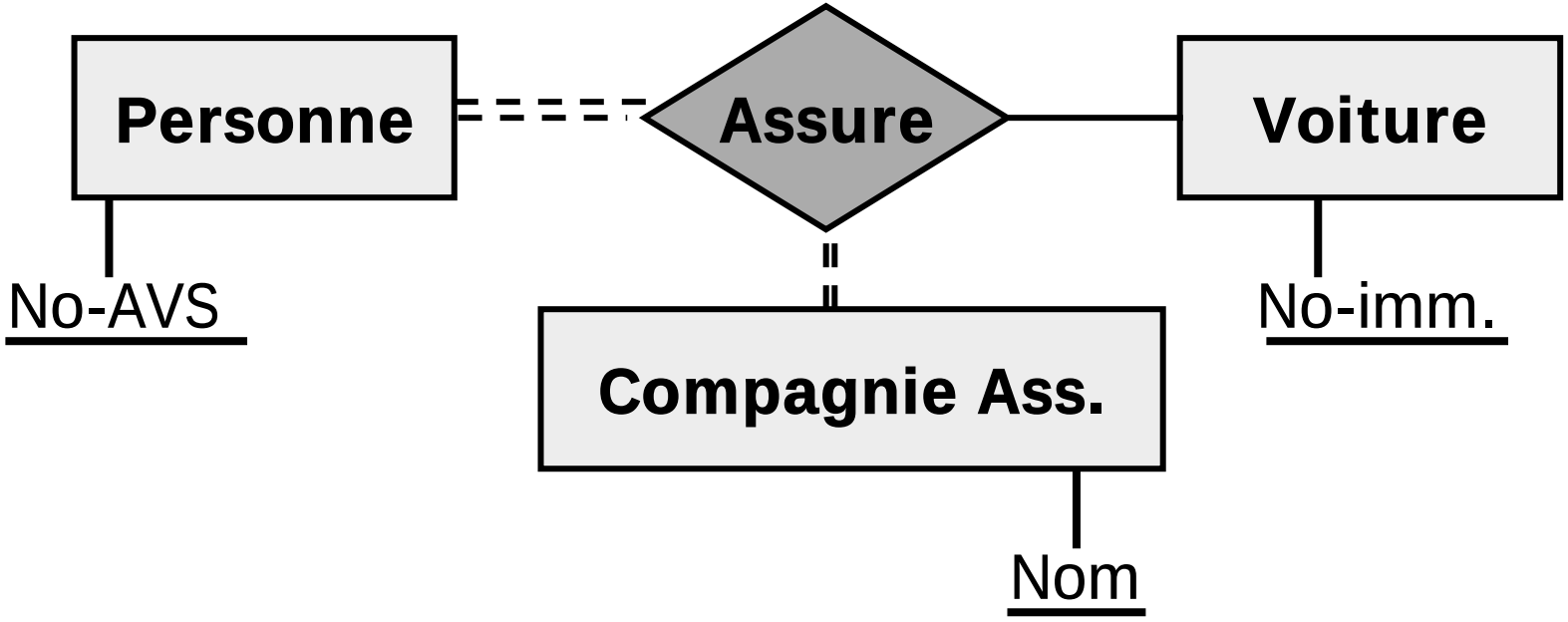
Identifiant de Commande:

Client.No-client + Produit.No-produit + Commande.date

Identifiant d'un TA: rôle monovalué

- Règle:

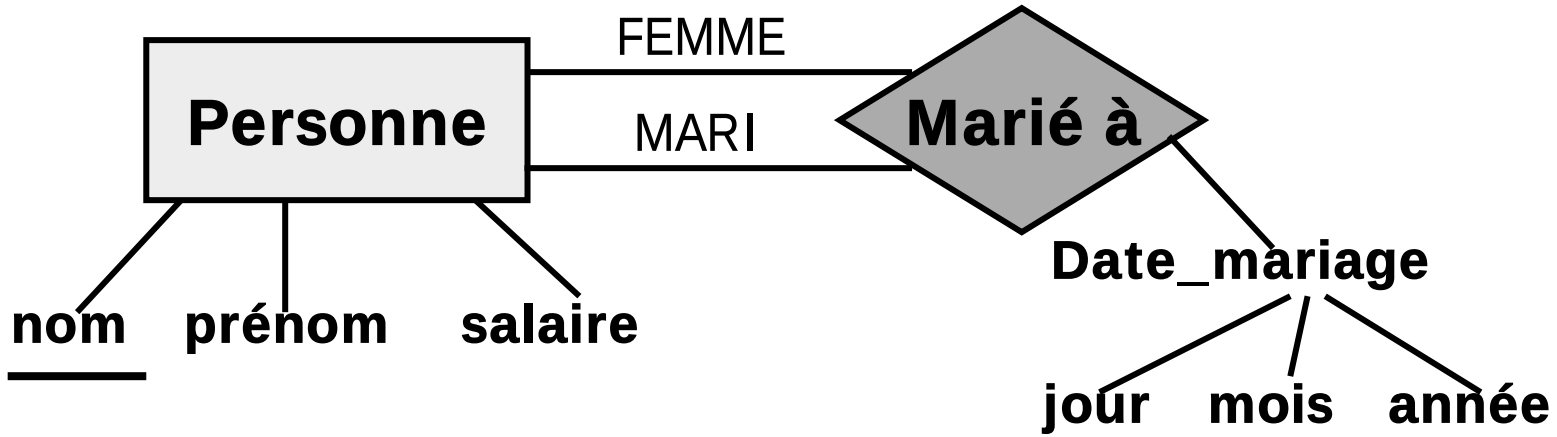
  Tout rôle monovalué induit un identifiant du TA
  (l'identifiant du TE lié est aussi identifiant du TA)



Identifiant de Assure: Voiture.No-imm.

Identifiant d'un TA cyclique

- Comme pour les autres TA

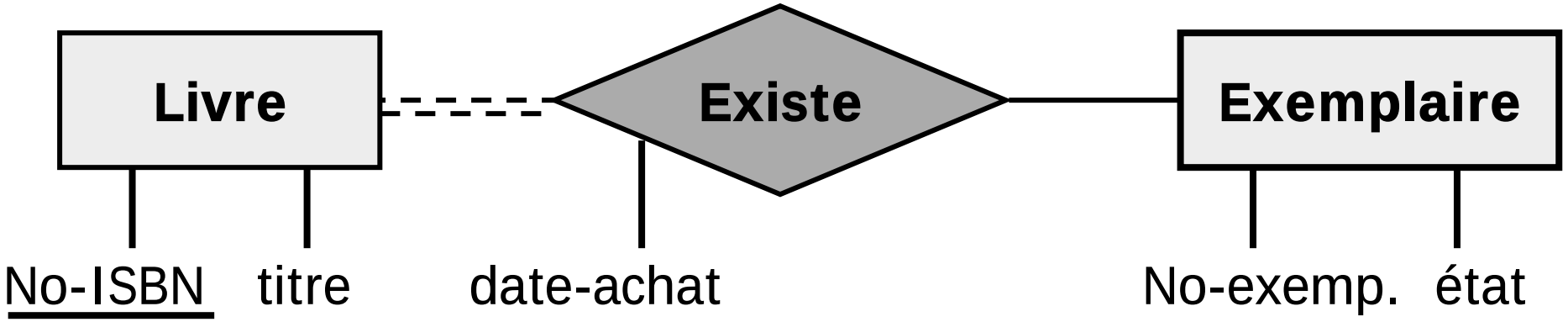


Deux rôles monovalués:
deux identifiants pour Marié à:

1) Personne/Femme.nom
2) Personne/Mari.nom

Identifiant de TE faible

- Un TE qui ne peut être identifié par ses seuls attributs propres est appelé TE faible

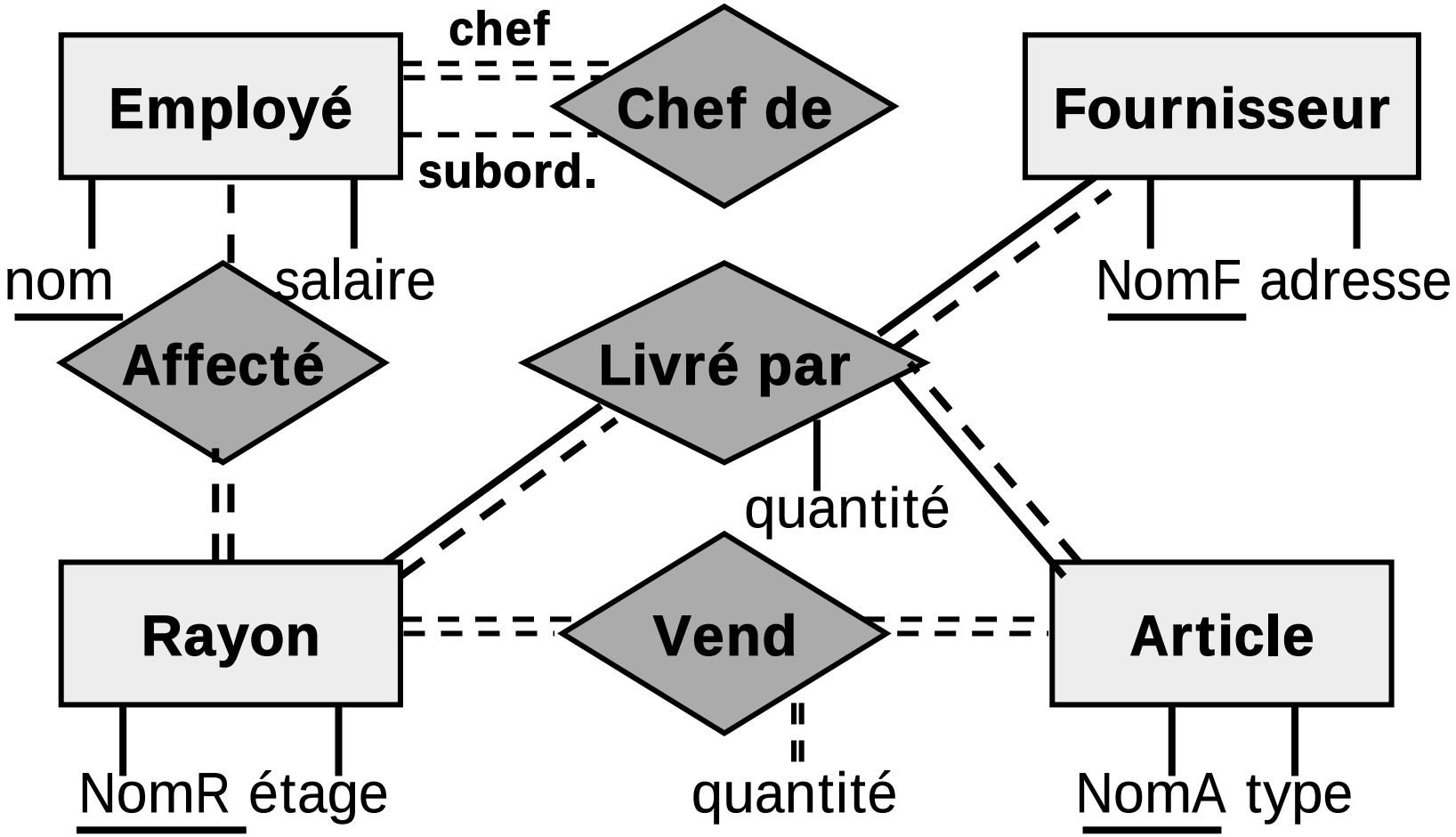


Identifiant de Exemplaire: (Livre.No-ISBN + No-exemp.)

Identifiant de Existe: (Livre.No-ISBN + No-exemp.)

Exemple de schéma EA

Gestion d'un hypermarché



Exercice: Bibliothèque

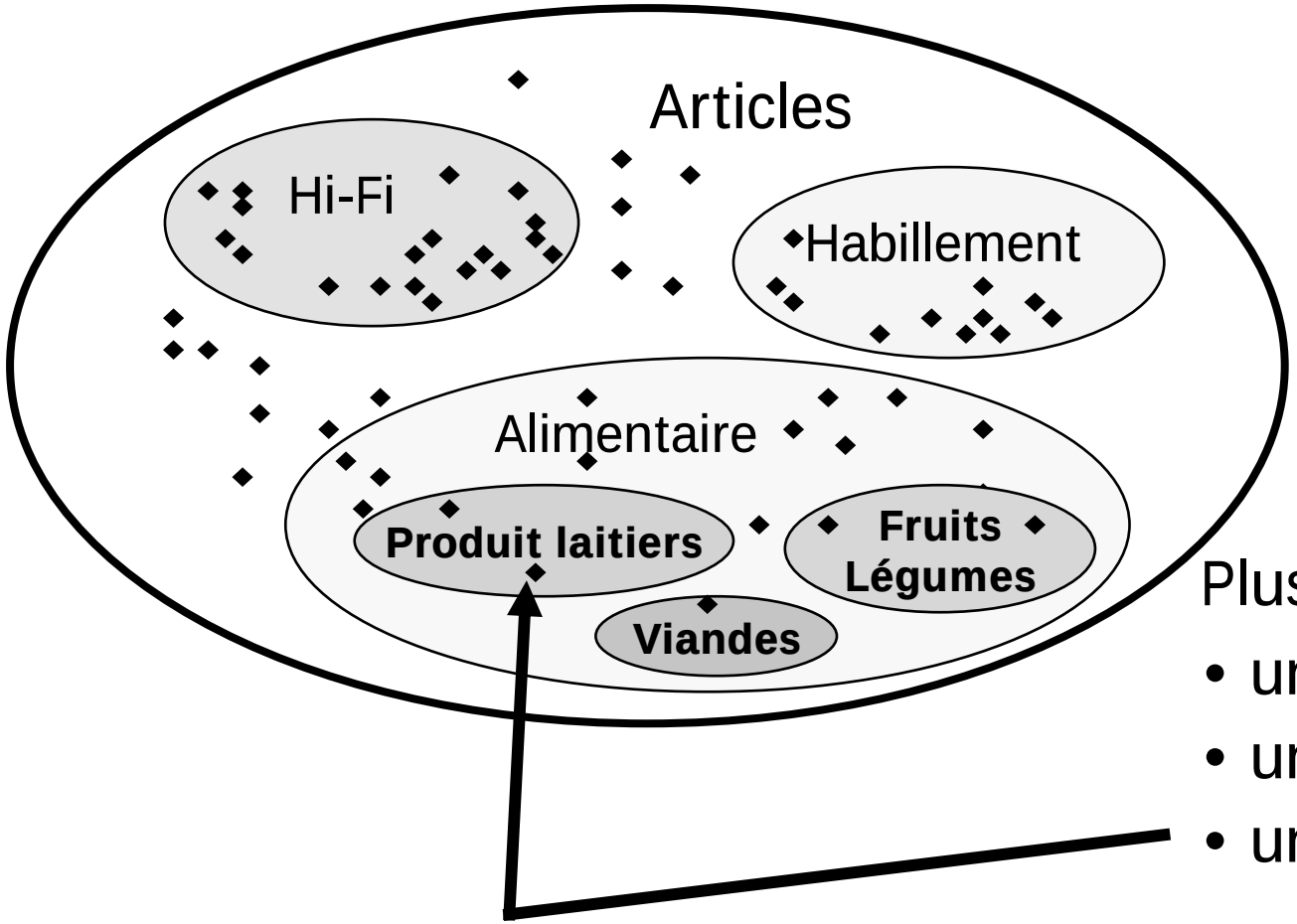
- Un client qui s'inscrit à la bibliothèque verse une caution. Suivant le montant de cette caution il aura le droit d'effectuer en même temps 10 emprunts au maximum.
- Les emprunts durent au maximum 15 jours
- Un livre est caractérisé par son numéro dans la bibliothèque (identifiant), son titre, son éditeur et son (ses) auteur(s).
- On veut pouvoir obtenir, pour chaque client les emprunts qu'il a effectués (nombre, numéro et titre du livre, date de l'emprunt).
- Toutes les semaines, on édite la liste des emprunteurs en retard : nom et adresse du client, date de l'emprunt, numéro(s) et titre du (des) livre(s) concerné(s).
- On veut enfin pouvoir connaître pour chaque livre sa date d'achat et son état.

Contraintes d'intégrité (CI)

- règles définissant les états (CI statiques) et les transitions d'état (CI dynamiques) possibles de la BD
- doivent être décrites explicitement (avec un langage approprié) si elles ne peuvent pas être décrites avec les concepts du modèle de données
- une BD est cohérente si toutes les CI définies sont respectées par les valeurs de la BD.

Représentation multiple

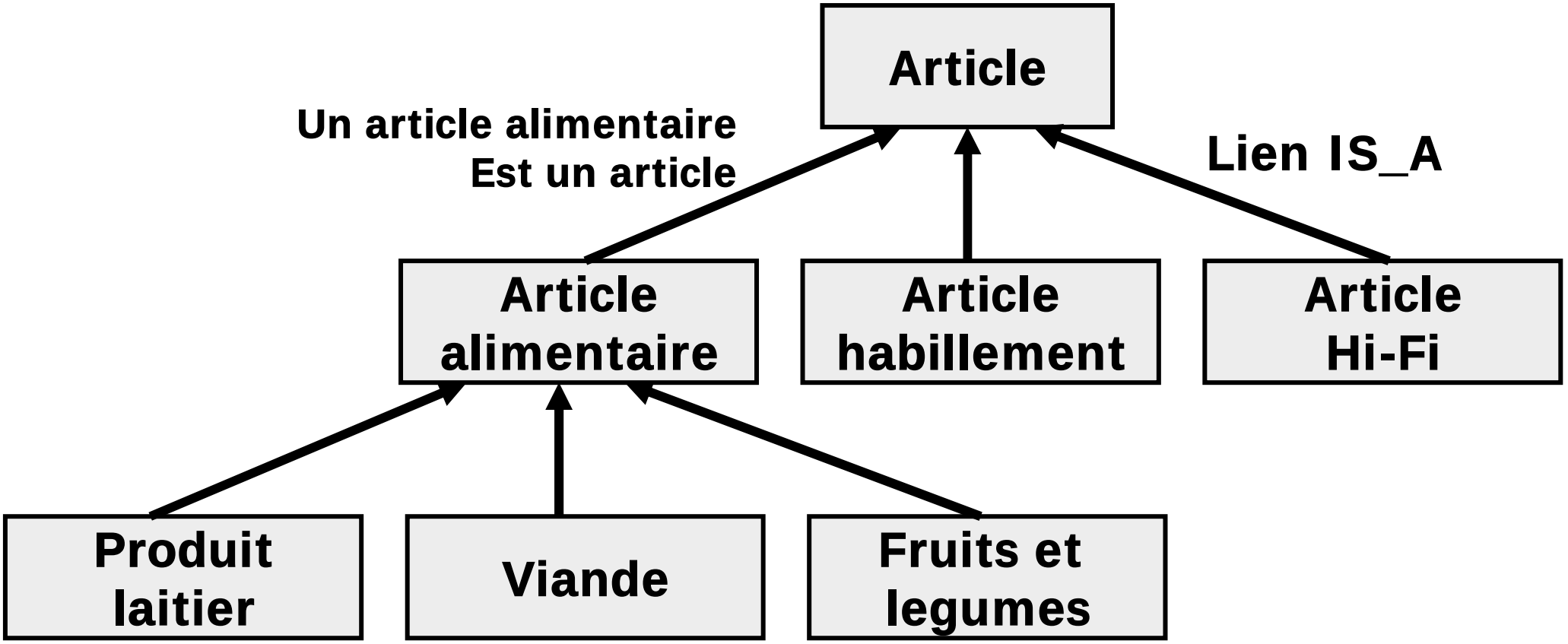
- Un objet peut avoir plusieurs représentations



Plusieurs points de vues:

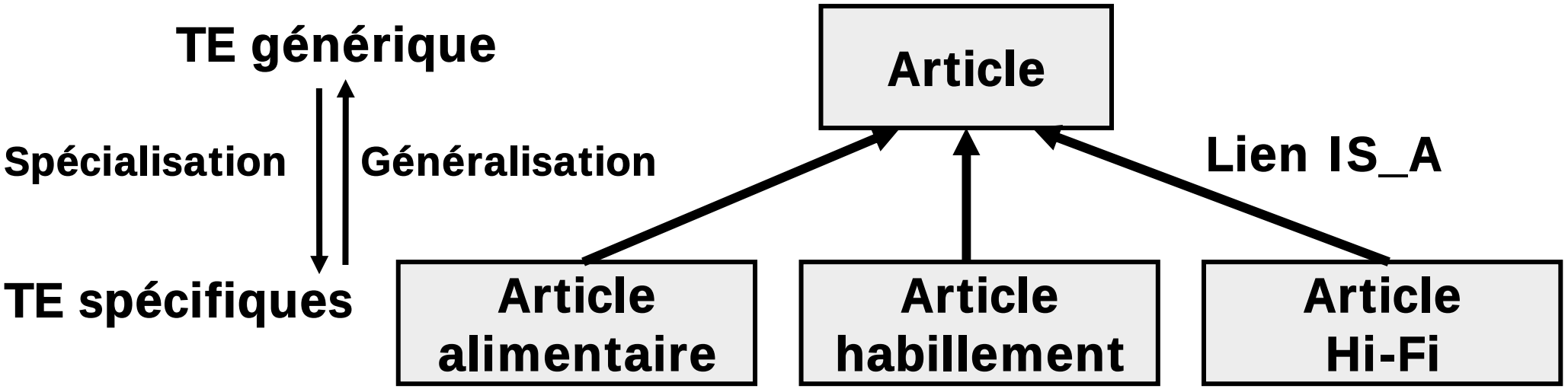
- un article
- un article alimentaire
- un produit laitier

Lien de Généralisation / Spécialisation



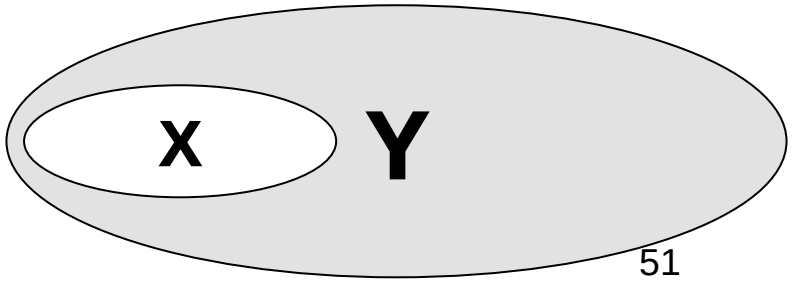
Raffinement de classification

Hiérarchie de Généralisation/Spécialisation

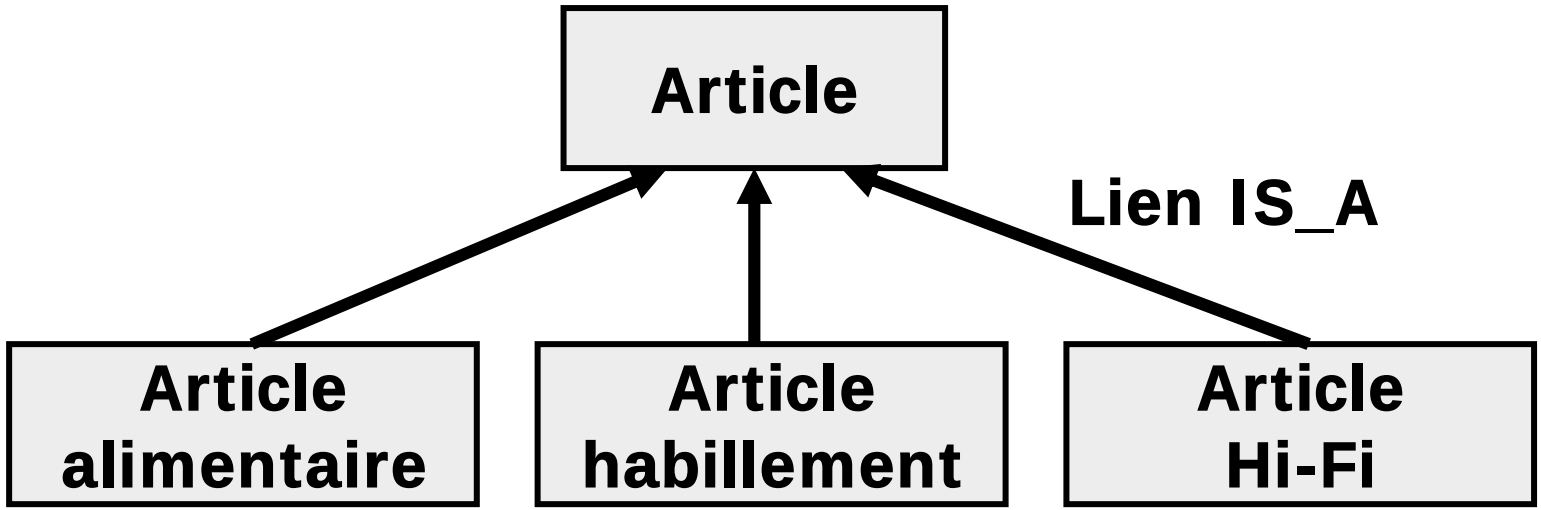


X Est un Y
X sous-type de Y
Y sur-type de X

Inclusion de populations:
tout X est un Y



Contraintes d'intégrité sur Is-a

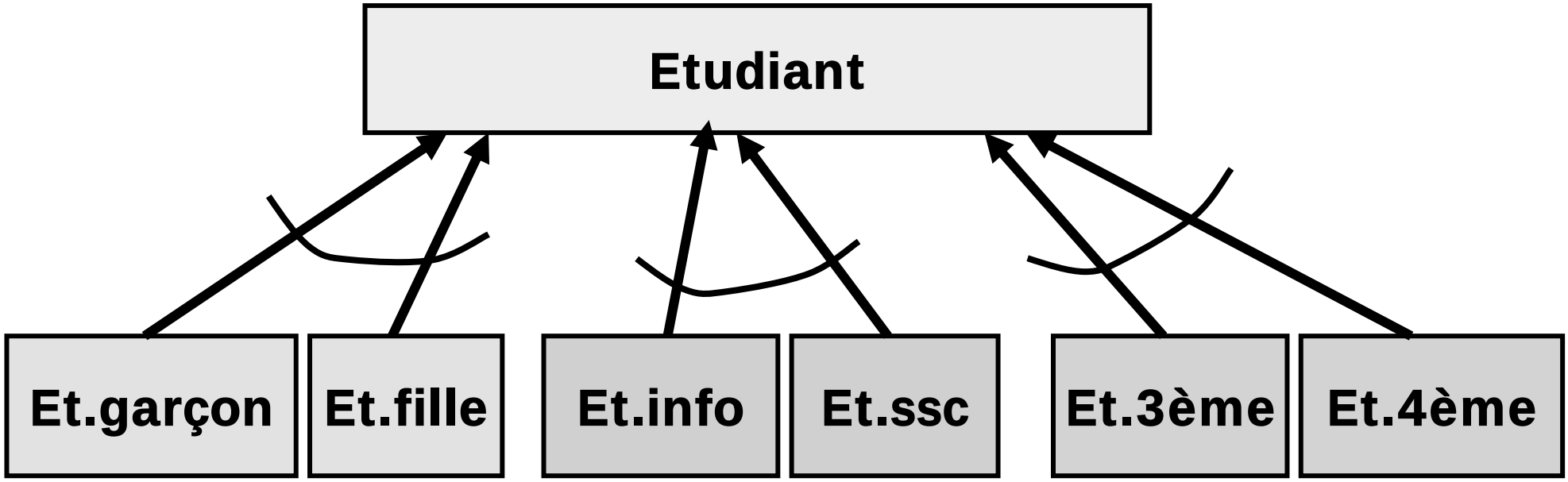


Disjonction: les articles alimentaires et les articles d'habillement n'ont pas d'instances communes

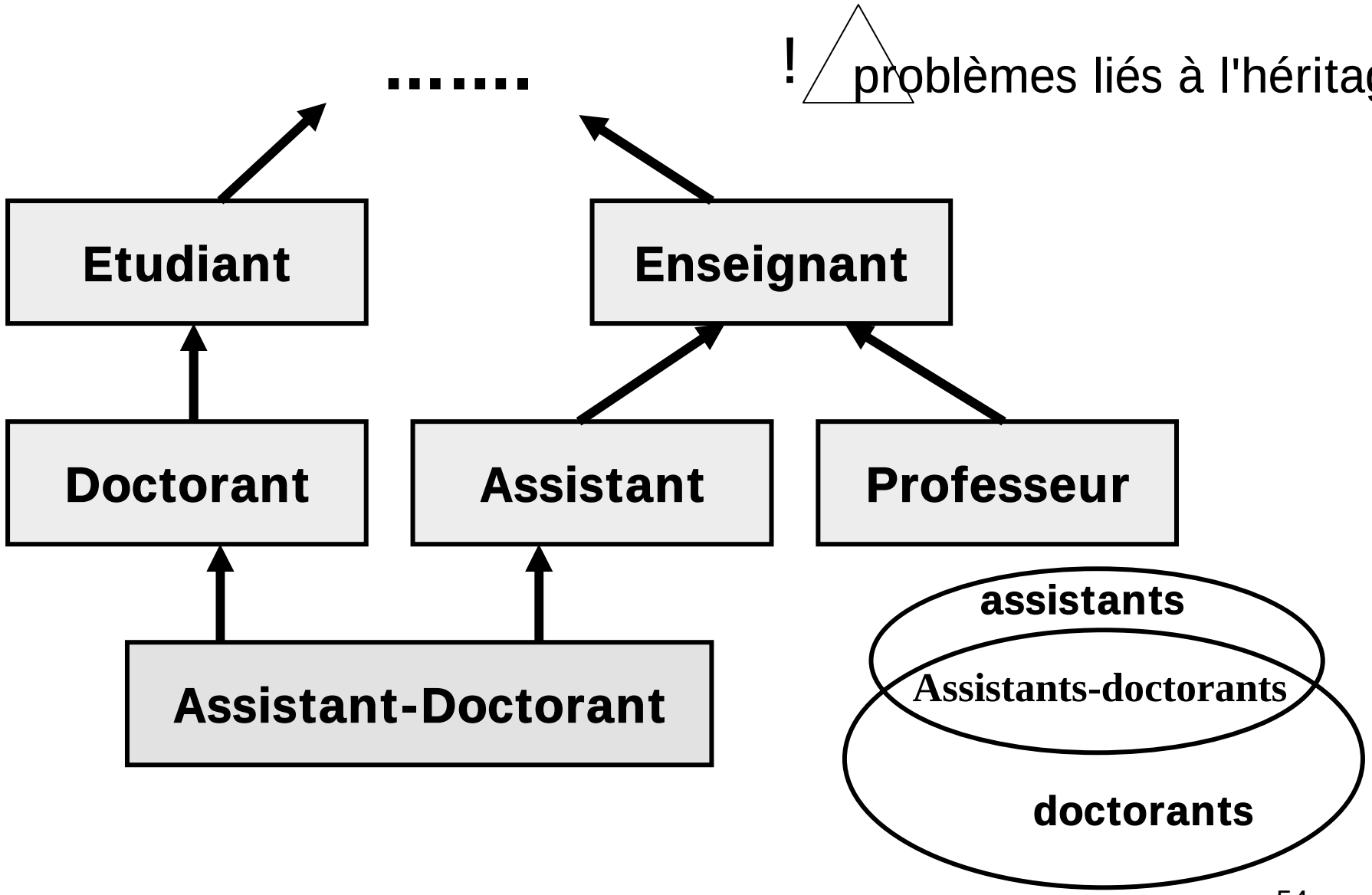
Couverture: tout article appartient à l'un des sous-types (alimentaires, d'habillement ou Hi-Fi)

Partition: disjonction + couverture

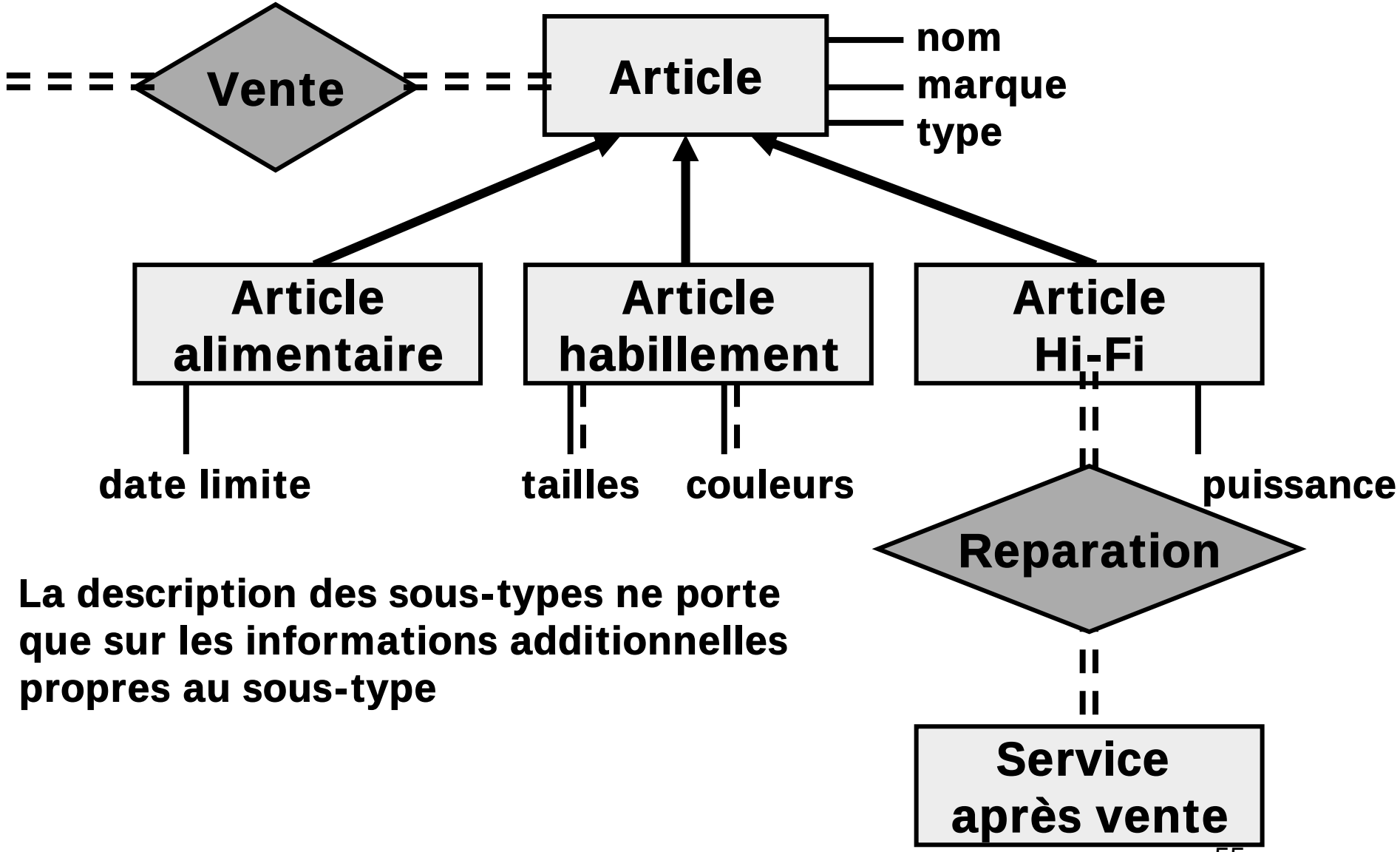
Clusters de spécialisation



Généralisation multiple



Héritage



La description des sous-types ne porte que sur les informations additionnelles propres au sous-type

DESCRIPTION D'UN SCHÉMA EA

- Types d'entités
- Types d'association
- Attributs
- Liens is-a
- Types d'identifiant
- Domaines d'attribut
- Contraintes d'intégrité

schéma conceptuel

EA = ({TE}, {TA}, {CI})

Description d'un TE

- nom du type d'entité;
- nom du (ou des) type(s) d'entité sur-type de ce type d'entité, s'il en existe;
- une définition libre (commentaire) précisant la sémantique du TE
  - caractérisation exacte de la population du type d'entité
- description des attributs du TE
- composition des identifiants du TE, s'il en existe
- contraintes d'intégrité propres au TE

Les entités dans le temps

TE Client: qu'est qu'un client ???

- Toute personne qui a une commande en cours
- Toute personne qui a fait une commande dans les six derniers mois
- Toute personne qui a fait une commande dans le passé ou qui est susceptible de faire une commande dans le futur
- .....

Description d'un TA

- nom du type d'association
- une définition libre (commentaire) précisant la sémantique du TA
- noms des TE participant au TA, avec le nom du rôle les associant au TA
- pour chaque rôle, sa cardinalité
- description des attributs du TA , s'il en existe
- composition des identifiants du TA, s'il en existe
- contraintes d'intégrité propres au TA

Les associations dans le temps

TA Personne – Emprunte – Livre

- Quels emprunts veut-on dans la BD?
- Seulement les emprunts en cours
- Les emprunts des trois derniers mois
- Aussi les emprunts à venir (réservations)
- ....

Exemple: TA "Affecté" (BD hypermarché)

- nom: Affecté
- définition: "lie un employé au rayon dans lequel cet employé travaille aujourd'hui"
- TE participants: <Employé, > , <Rayon, >
- cardinalités: Employé : min=0, max=1
  Rayon : min=0, max=n
- attributs: /
- identifiant: Employé.nom
- contraintes d'intégrité: /

Description d'un attribut

- nom de l'attribut
- définition libre de sa sémantique
- cardinalités
- si attribut simple: domaine de valeurs
- si attribut complexe: description des attributs composants

Domaine de valeurs d’un attribut simple

- Le domaine de valeurs d’un attribut définit l'ensemble des valeurs permises pour cet attribut.

- Le domaine d’un attribut simple peut être
  - un domaine de base: entiers, réels, string, booléen, date, ...
  - un domaine de base avec restriction:

    Entier [>=1,<=12] pour l'attribut mois
  - un domaine énuméré:

    {janvier, février, ..., décembre}
  - un domaine de type défini par l’utilisateur

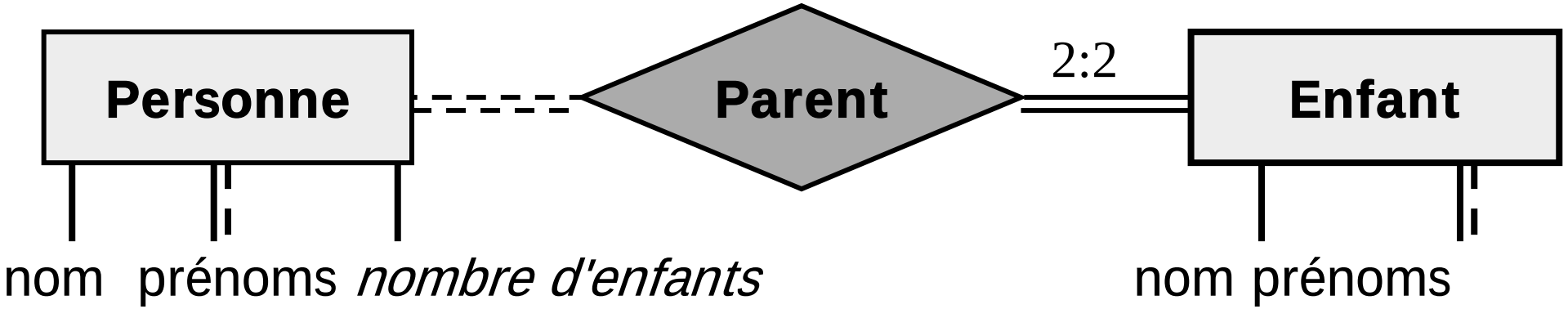
Contraintes d'intégrité (CI)

- règles définissant les états (CI statiques) et les transitions d'état (CI dynamiques) possibles de la BD
- doivent être décrites explicitement (avec un langage approprié) si elles ne peuvent pas être décrites avec les concepts du modèle de données
- une BD est cohérente si toutes les CI définies sont respectées par les valeurs de la BD.

CI sur les attributs

- Restrictions de domaine fixes :
  - âge $\in$ [0 : 130]
- Restrictions selon le contexte :
  - SI mois $\in$ {4, 6, 9, 11} ALORS jour $\in$ [1:30] ,
    SINON SI mois=2 ALORS jour $\in$ [1:29],
    SINON jour $\in$ [1:31]
  - $\forall$ x,y $\in$ Personne, <x,y> $\in$ Mariage
    => x.état-civil = "marié" & y.état-civil = "marié"
  - $\forall$ x $\in$ Personne, $\forall$ y $\in$ Voiture, <x,y> $\in$ Conduit
    => x.âge >=18
  - $\forall$ x $\in$ Personne,
    (x.sexe=F OR x.age<18) => x.statut_milit.=NUL

Attributs dérivés



nombre d'enfants =

nombre d'occurrences du TA “Parent” qui lient cette Personne