

Cours :

Systeme de Gestion de Bases Données Avancées

**Master 1, ISI.
2024-2025**

Dr. Dilekh tahar

tahar.dilekh@univ-batna2.dz

1

Modélisation Conceptuelle - Le modèle Entité-Association

Objectif : permettre la description conceptuelle des structures de données d'une application.

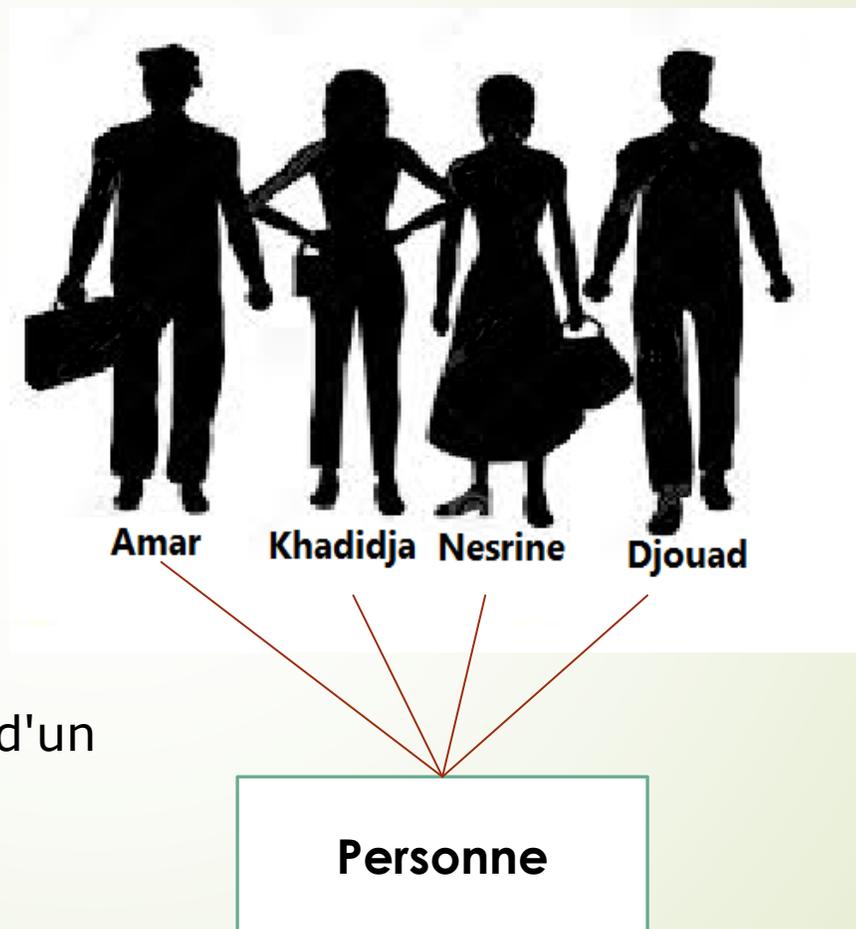
Les concepts de base :

- **Entité** : Objet
- **Association** : La relation ou Le lien
- **Attribut** : Propriété
- + le lien **est-un** : Notion de Spécification/Généralisation

Entités et types d'entités

Entité: représentation d'un objet du monde réel ayant une existence propre.

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



Associations et types d'associations

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



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



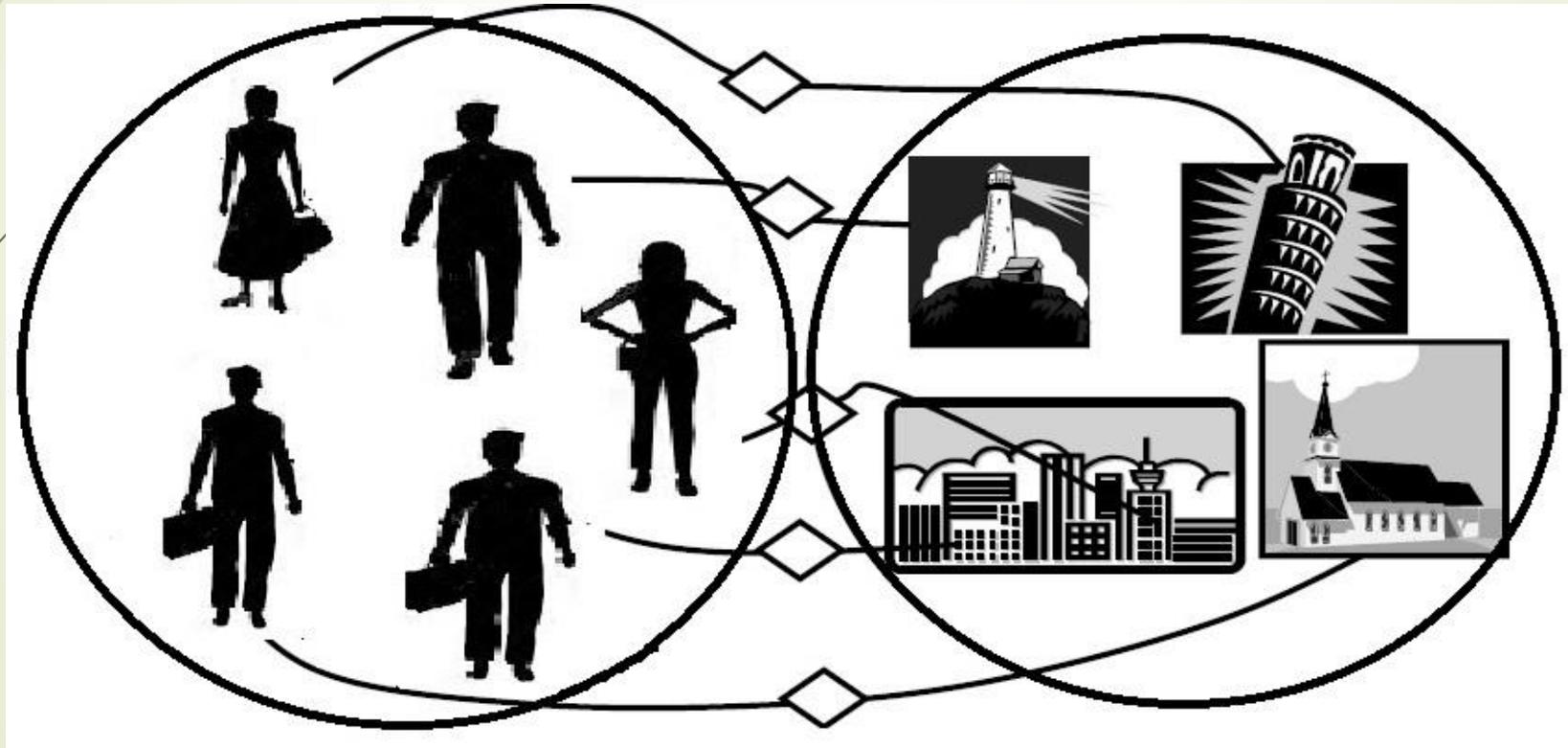
5

Population d'un TA

Personnes

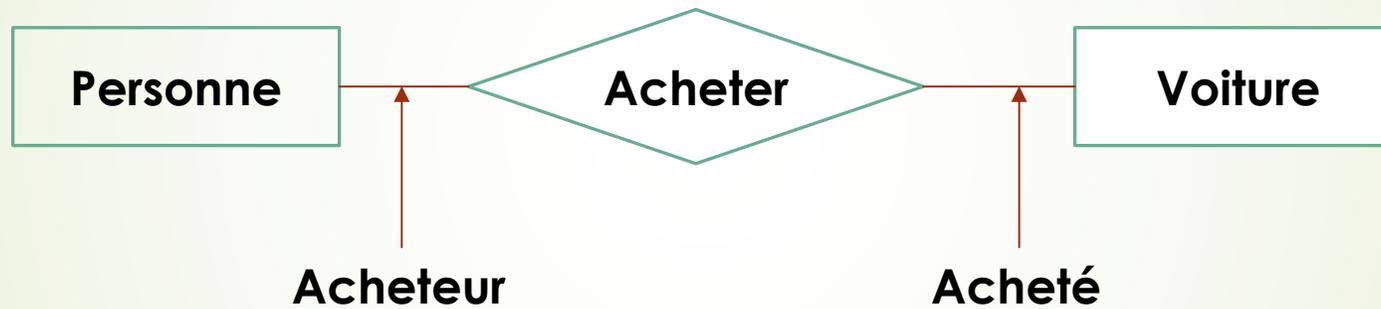
Acheter

maisons

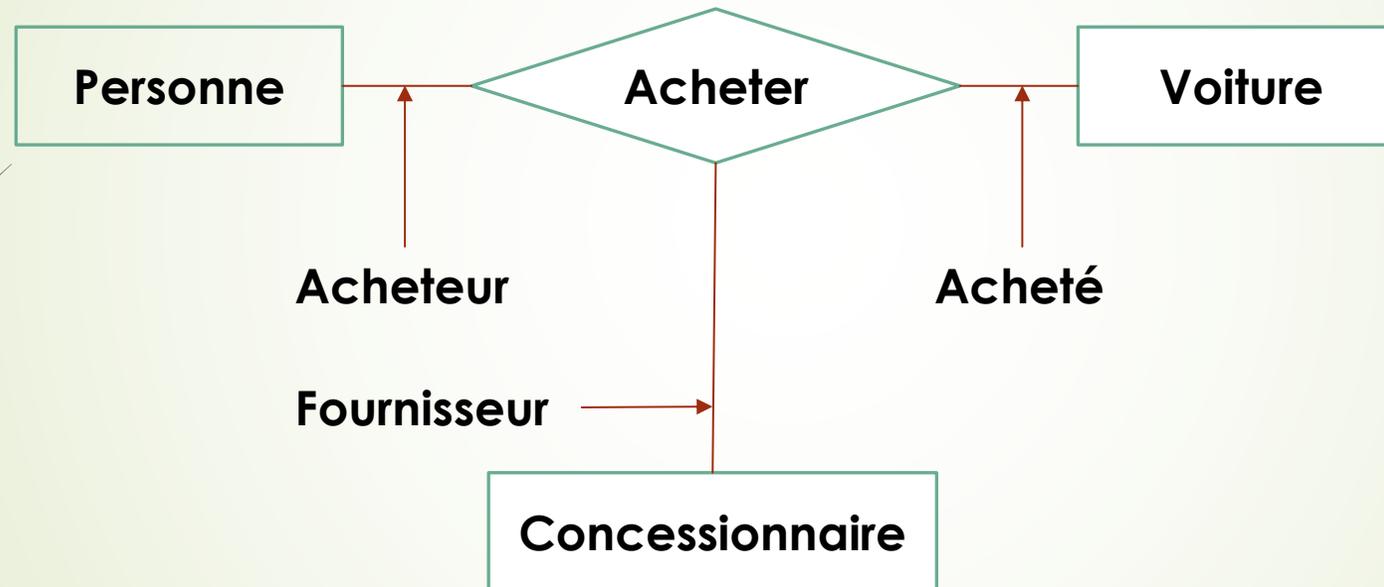


Rôles

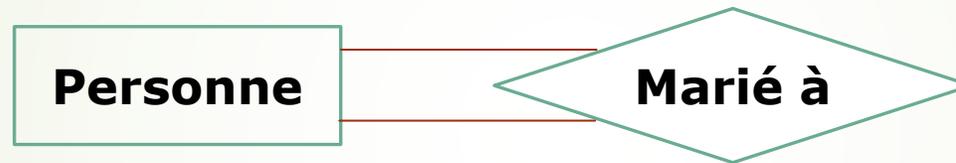
- **Association binaire** : deux rôles



- **Associations ternaires** : trois rôles.



- **Associations cycliques** : deux rôles (au moins) lient le même type d'entité.

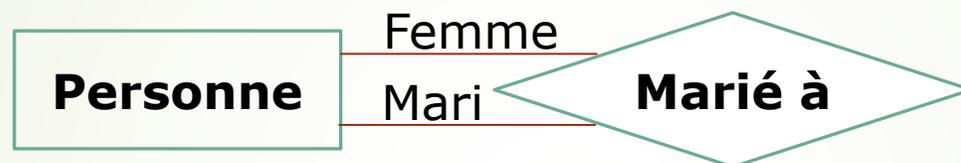


- Comment savoir dans un couple qui est le mari et qui est la femme ?

Rôles

- **Associations cycliques : rôles nommés**

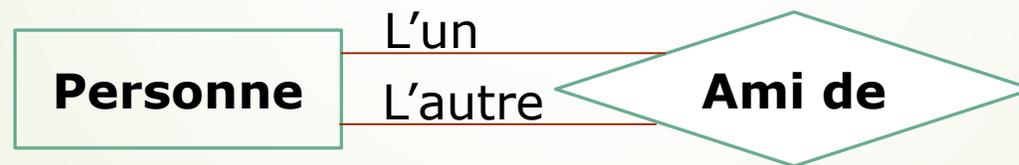
Solution : spécifier le rôle de chaque entité pour supprimer les ambiguïtés.



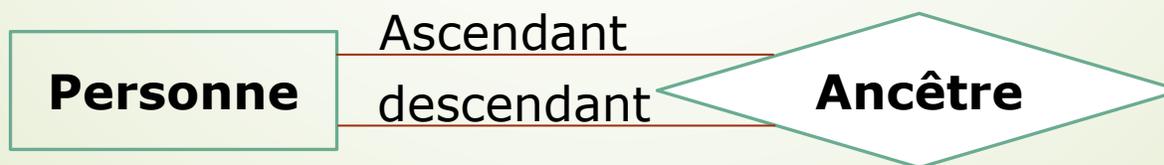
- **Ternaires (ou n-aires) :**



- **Symétriques :**



- **Transitives :**



Contraintes de cardinalité



Une voiture a un et un seul propriétaire

Une personne peut ne pas avoir de voiture, en avoir 1, 2, ... n

- 0:n pas de contrainte
- i:j contrainte sur le TE lié

Cardinalités : notations possibles

Minimum Maximum

0

1

1

1

0

n

1

n

N

m

Cardinalités : notations alternatives

Minimum Maximum

0

1

1

1

—————

0

n

=====

1

n

N

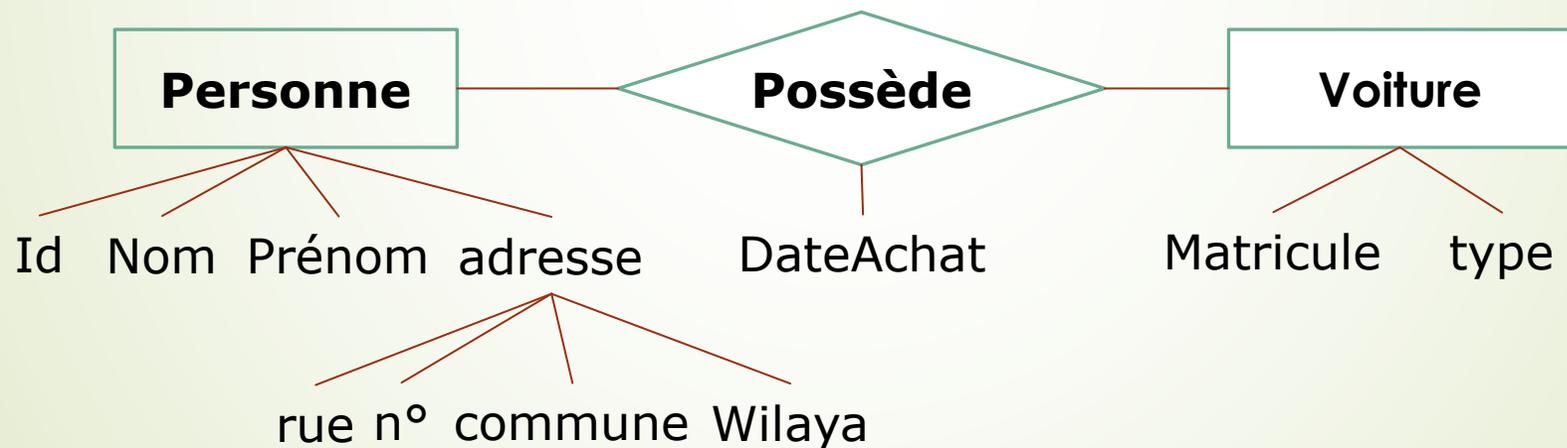
m

=====

Attributs

Décrivent l'information (les propriétés) à conserver sur :

- un objet
- une association
- un attribut.



Attributs

- **Attributs simples (atomique)**: non décomposable
Exemples: Nom, prénom, jour
- Seuls les attributs simples portent des valeurs
- Le domaine de valeurs est constitué de valeurs atomiques
Ex.: jour-N^o - domaine de valeurs: [1:31]
Domaines prédéfinis standard, intervalles, énumérés
Ex. : jours : {dimanche, lundi, mardi, mercredi, jeudi, vendredi, samedi}

Attributs

- **Complexe:** décomposé en d'autres attributs

Exemples: date (jour, mois, année)

adresse (rue, n°, ville, CP)

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

- **Attributs obligatoires ou facultatifs**

- **Obligatoire** : une valeur au moins par occurrence (cardinalité $\text{min} \geq 1$).

Exemples: nom, prénoms

- **Facultatif** : peut ne pas prendre de valeur (cardinalité $\text{min} = 0$).

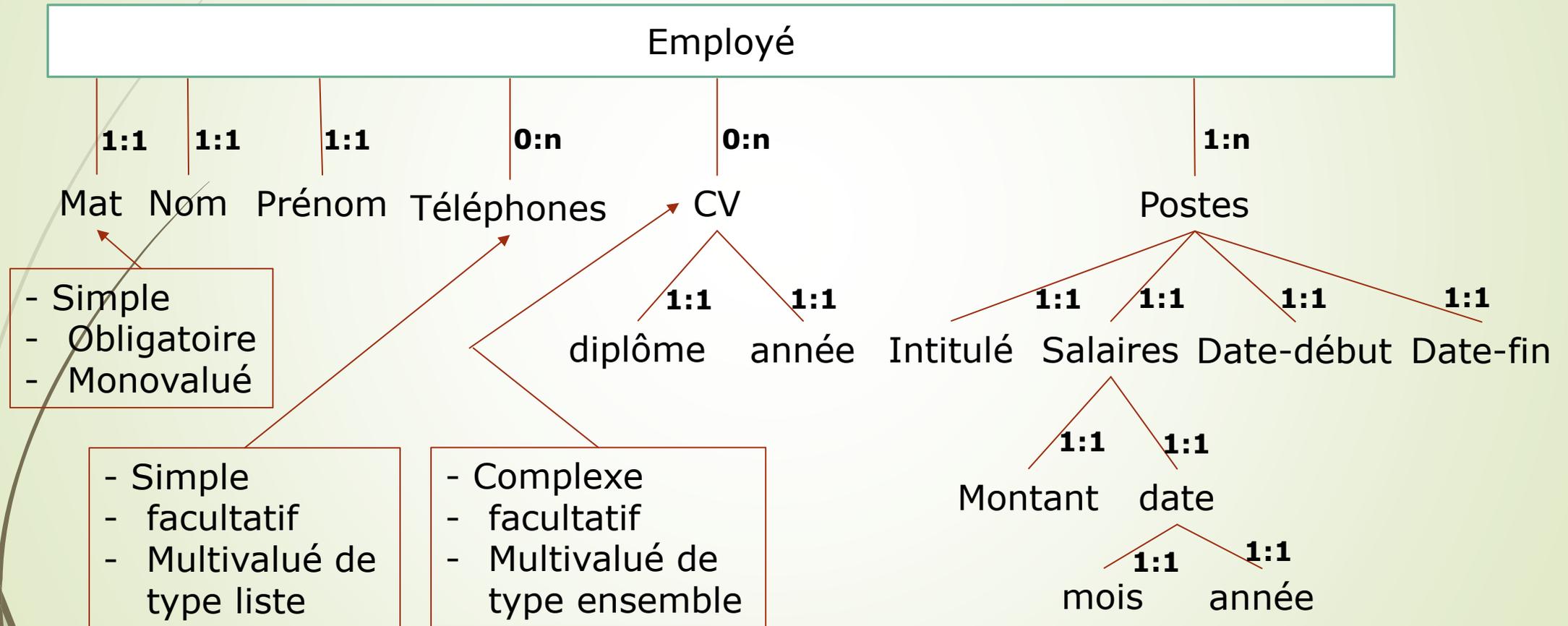
Exemples : téléphones

- Le caractère obligatoire ou facultatif est déterminé par les besoins de l'application :

Si l'on accepte d'enregistrer une personne sans connaître son numéro de téléphone, alors l'attribut téléphone sera facultatif; sinon, il sera obligatoire.

Attributs

Exemple:



Identifiants de TE et TA

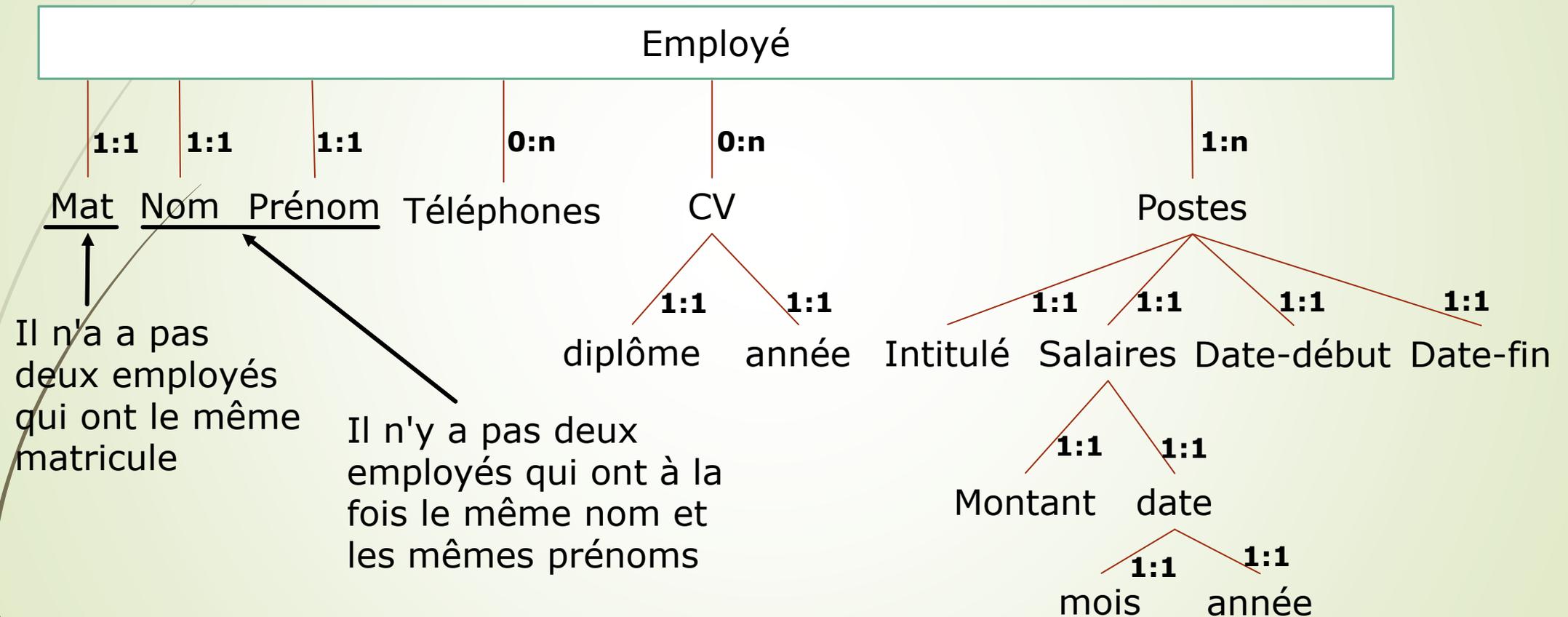
- ▶ Permet de désigner une entité (ou une association) de façon univoque

Identifiant :

- ▶ Ensemble minimal d'attributs tel qu'il n'existe pas deux instances du TE (TA) où tous ces attributs aient la même valeur

Identifiants

Exemple:

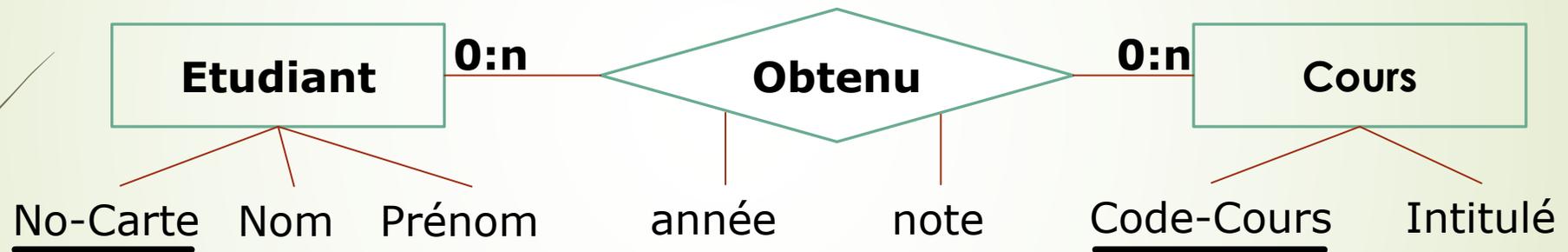


Identifiants

Identifiant d'un TA: rôles multivalués

- Cas fréquent :

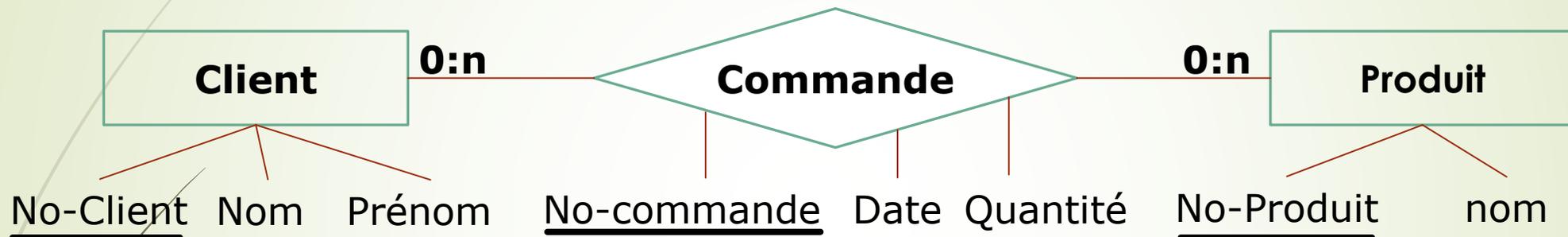
id.TA = ensemble des identifiants des TE liés



- Identifiant de Obtenu : Etudiant.No-Carte + Cours.Code-Cours

Identifiants

► Identifiant d'un TA: attribut propre



Deux identifiants pour Commande:

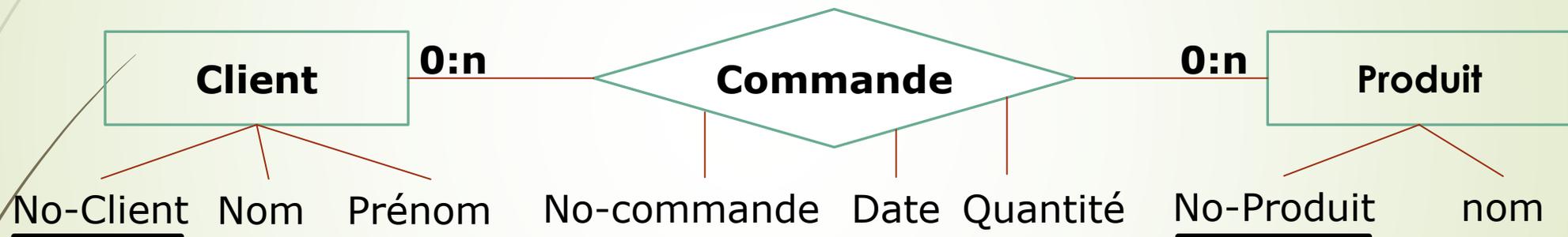
- 1) No-commande
- 2) Client.No-client + Produit.No-produit

► (Hypothèse : Il n'existe qu'une seule commande d'un client donné pour un produit donné)

Identifiants

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

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

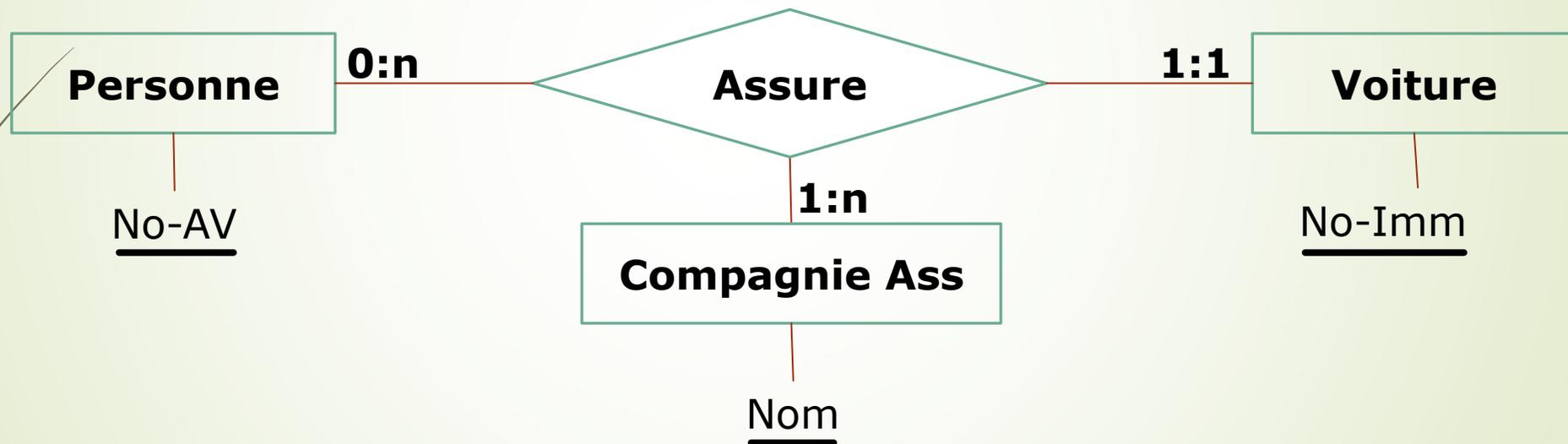


► Identifiant de Commande:

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

Identifiants

- **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.

Identifiants

► Identifiant d'un TA cyclique

Comme pour les autres TA



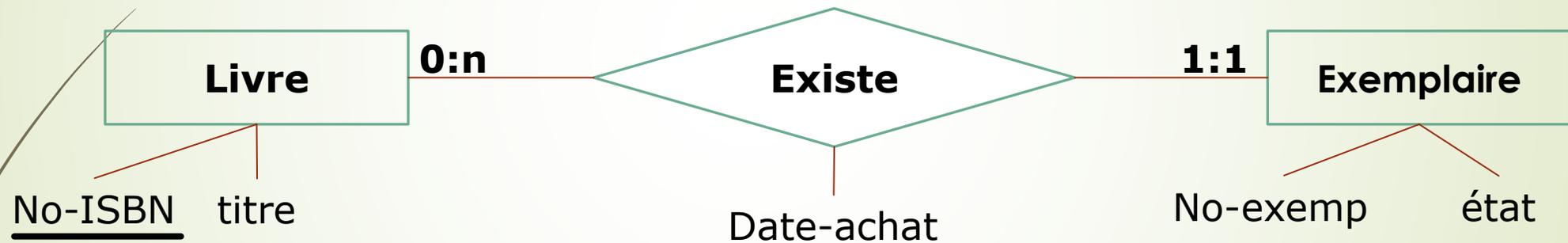
Deux rôles monovalués : deux identifiants pour Marié à :

- 1) **Personne/Femme.Id**
- 2) **Personne/Mari.Id**

Identifiants

► Identifiant de TE faible

Un TE qui ne peut être identifié par ses seuls attributs propres, mais qui l'est par ses attributs plus une occurrence d'un autre TE, occurrence à laquelle il est lié, est appelé « TE faible »



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

Exercice

Proposer un diagramme EA qu'illustre le schéma d'une base de données pour la gestion d'un hypermarché. Dans ce diagramme, sont représentés quatre types d'entité:

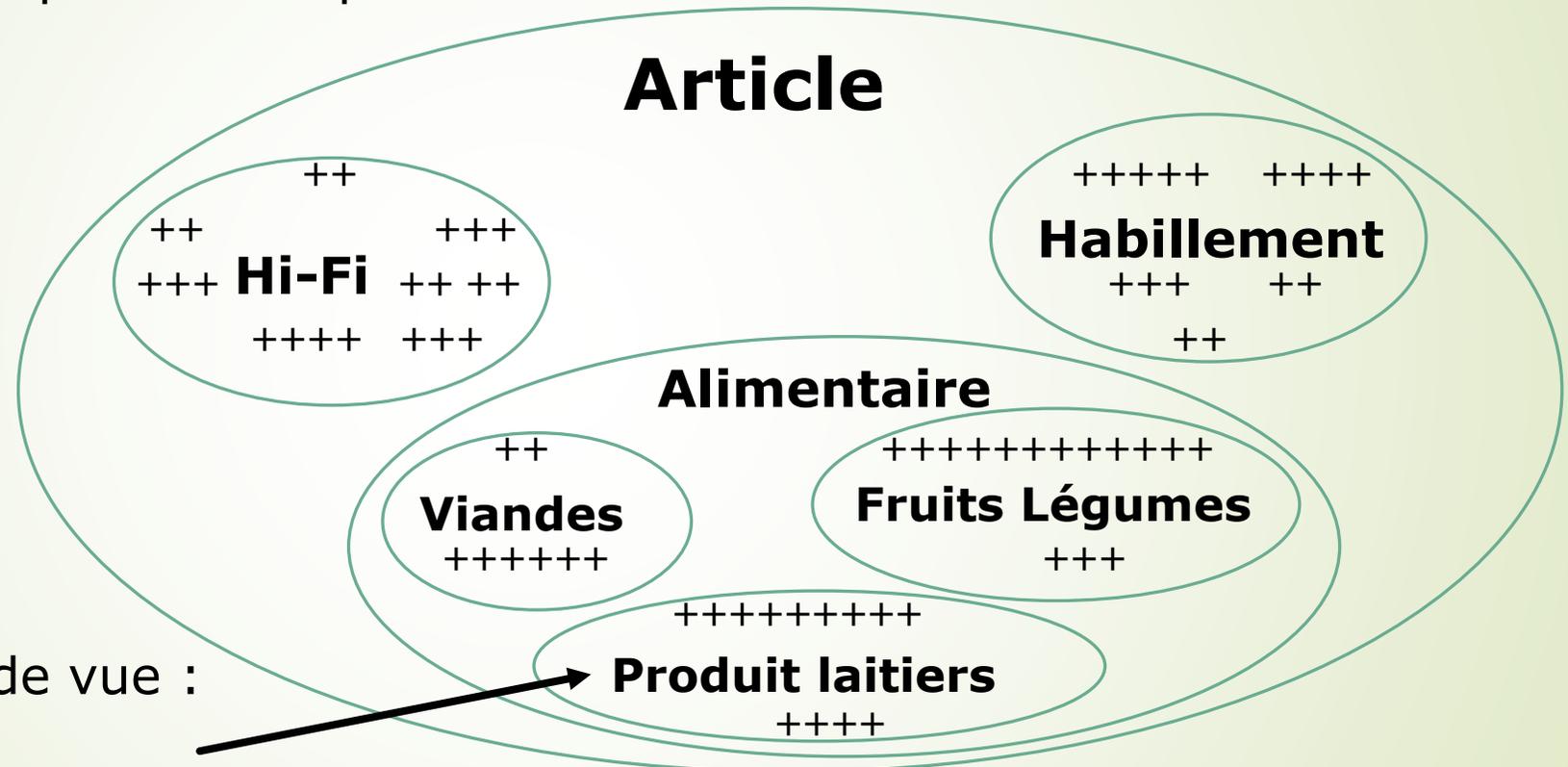
- Employé, d'attributs nom et salaire;
- Rayon, d'attributs nomR et étage;
- Article, d'attributs nomA et type;
- Fournisseur, d'attributs nomF et adresse.

Ces types d'entité sont reliés par les types d'association suivants:

- Livraison, d'attribut quantité, liant Fournisseur, Article et Rayon;
- Vente, d'attribut quantité, liant Rayon et Article;
- Emploi, liant Employé et Rayon;
- Chef, cyclique, liant Employé (avec le rôle Inf) et Employé (avec le rôle Sup).

Représentations multiples

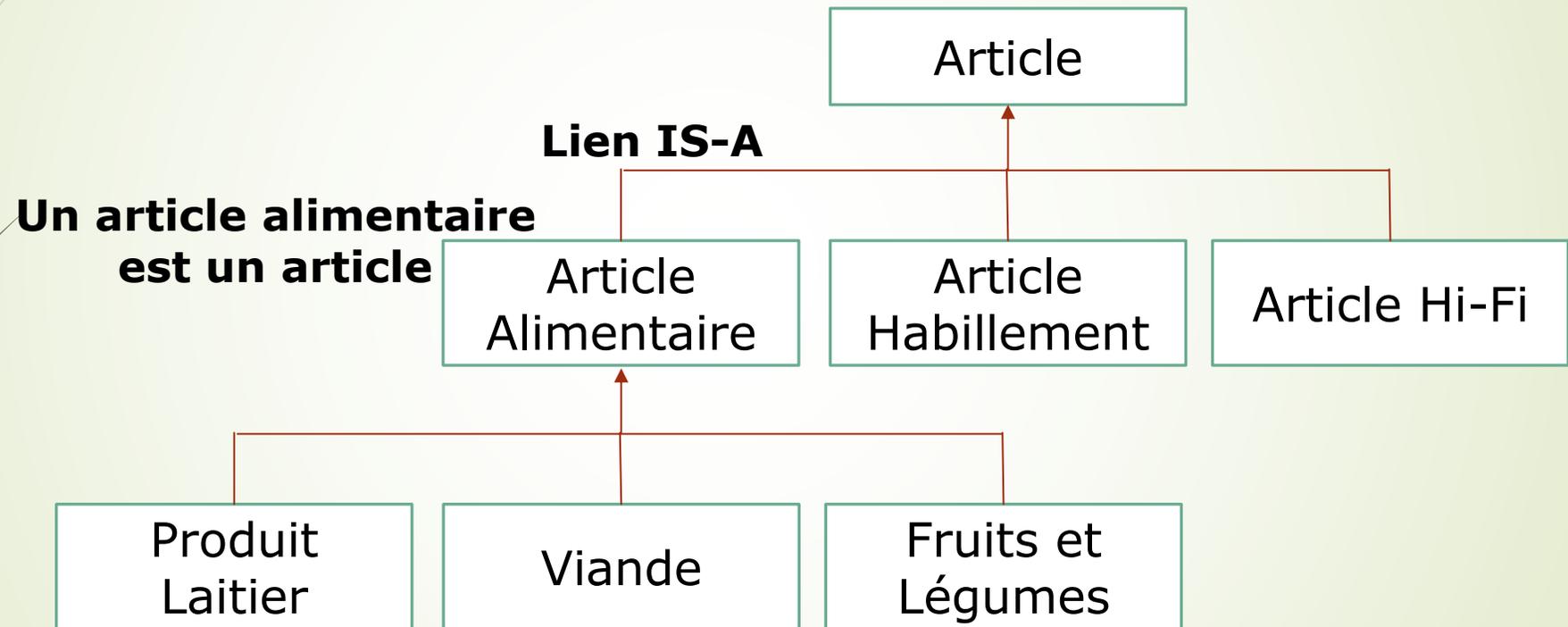
Un objet peut avoir plusieurs représentations



Plusieurs points de vue :

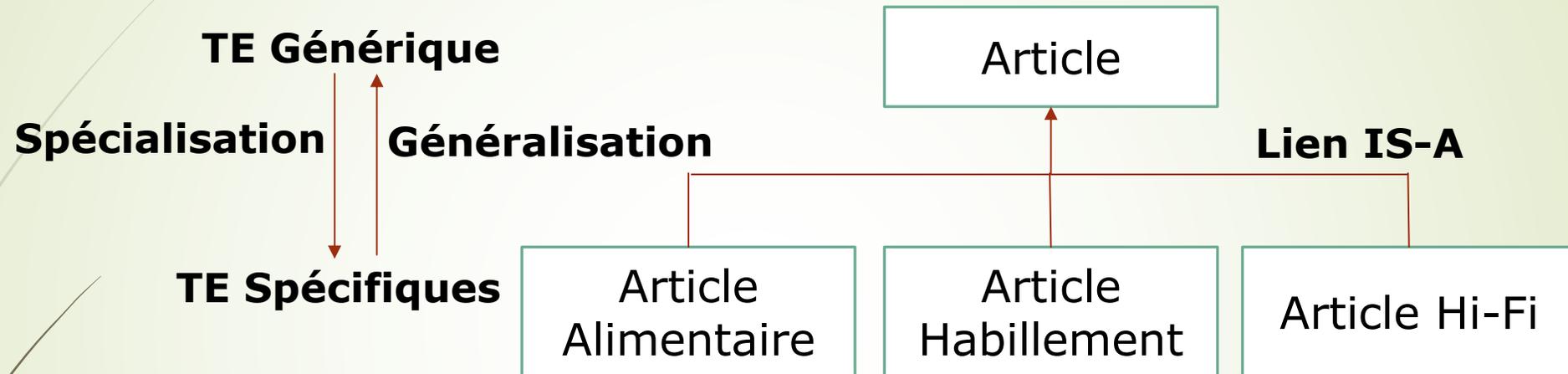
- un article
- un article alimentaire
- un produit laitier

Lien de généralisation / spécialisation



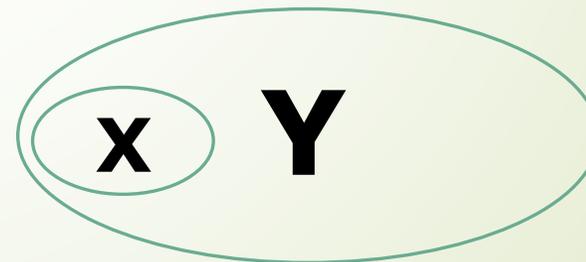
Raffinement de classification

Hiérarchie de Généralisation/Spécialisation

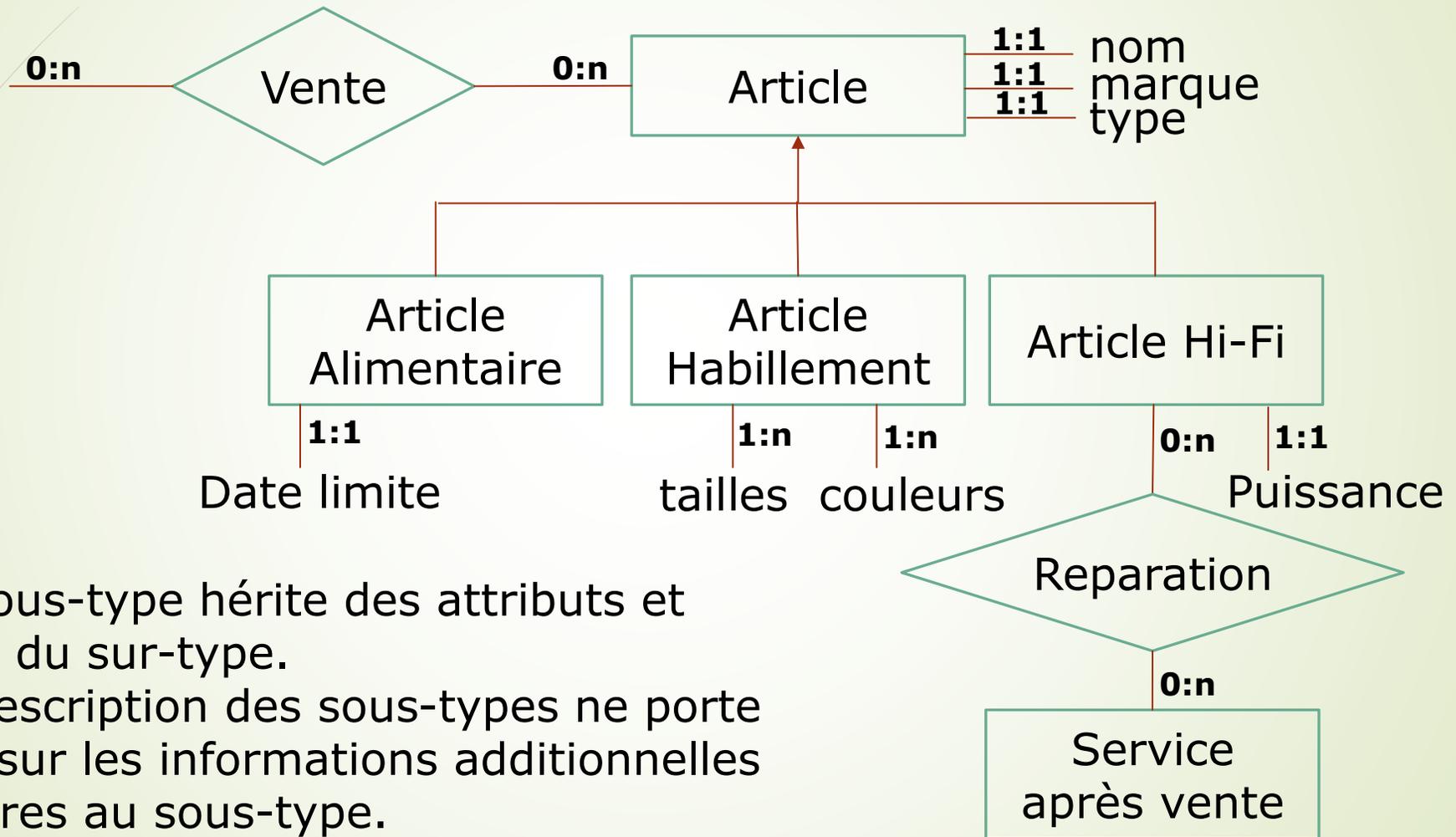


- X Est un Y
- X sous-type de Y
- Y sur-type de X

Inclusion de populations :
tout X est un Y



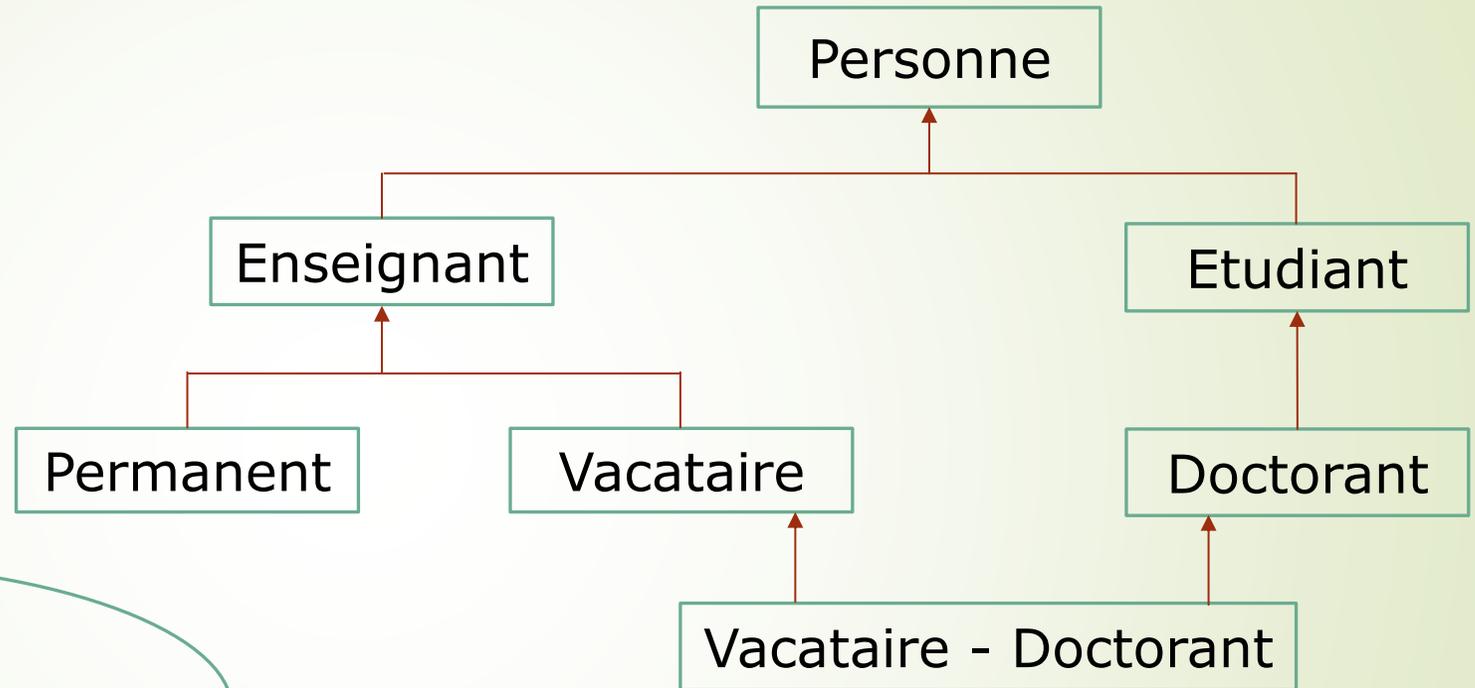
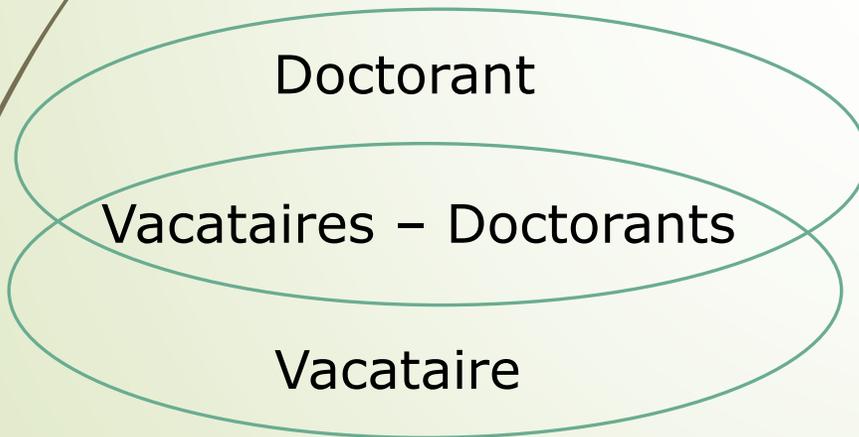
Héritage



- Le sous-type hérite des attributs et liens du sur-type.
- La description des sous-types ne porte que sur les informations additionnelles propres au sous-type.

Généralisation multiple

Populations



DESCRIPTION D'UN SCHÉMA EA

- Types d'entités
- Liens is-a
- Types d'association
- Attributs
- Identifiants
- Domaines des attributs simples
- Contraintes d'intégrité

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

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

Exemple: TA "Affecté"

- **nom** : Affecté
- **définition** : "lie un enseignant au module (cours) dans lequel cet enseignant enseigne cette année"
- **TE participants** : Enseignant , Module
- **cardinalités** :
 - **Enseignant** : min=1, max=n
 - **Module** : min=1, max=1
- **attributs** : /
- **identifiant** : Enseignant.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, chaîne de caractères, booléen, date ...
 - un domaine de base avec restriction :
 - Entier [1:12] pour l'attribut mois
 - un domaine énuméré :
 - {janvier, février, ..., décembre}

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 $\in [0 : 130]$

- état-civil : célibataire \rightarrow marié \rightarrow divorcé \rightarrow veuf

- Restrictions selon le contexte :

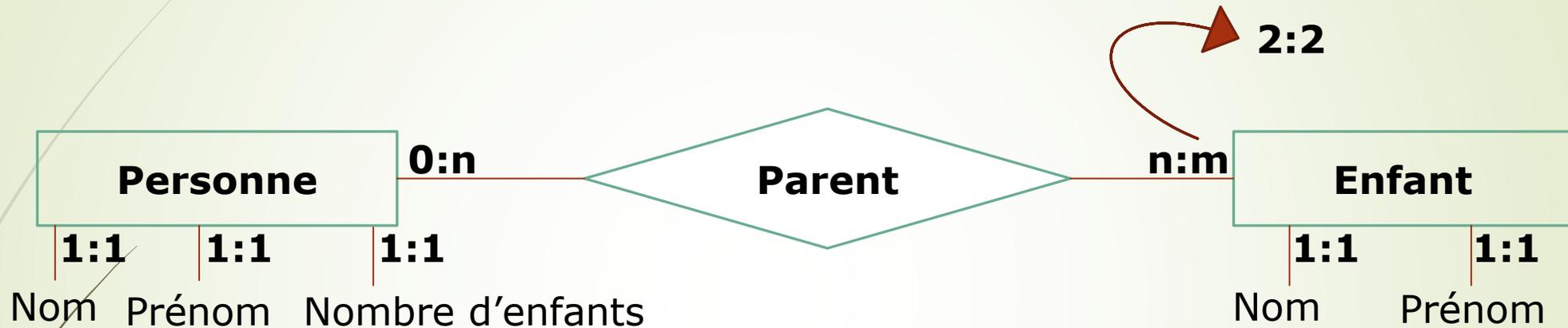
- Pour toute personne liée à Mariage, son attribut état-civil a pour valeur "marié"

$$\forall x, y \in Personne, \langle x, y \rangle \in Mariage \Rightarrow x.\text{état.civil} = \text{"marié"} \ \& \ y.\text{état} - \text{civil} = \text{"marié"}$$

- Pour toute personne liée à Mariage par le rôle mari, son attribut sexe a pour valeur "M"

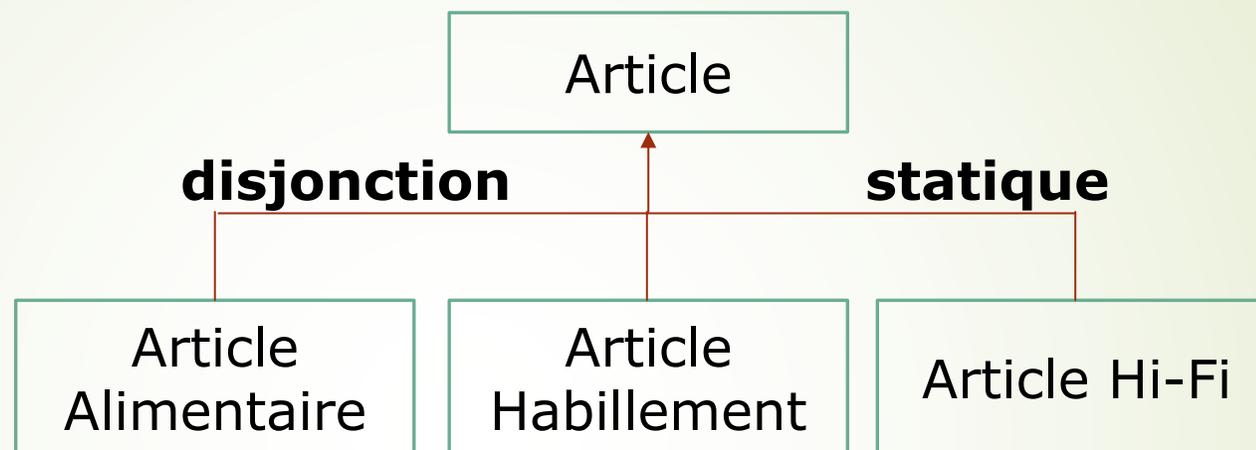
$$\forall x, y \in Personne, \langle x/marie, y/femme \rangle \in Mariage \Rightarrow x.\text{sexe} = \text{"M"} \ \& \ y.\text{sexe} = \text{"F"}$$

Attributs dérivés



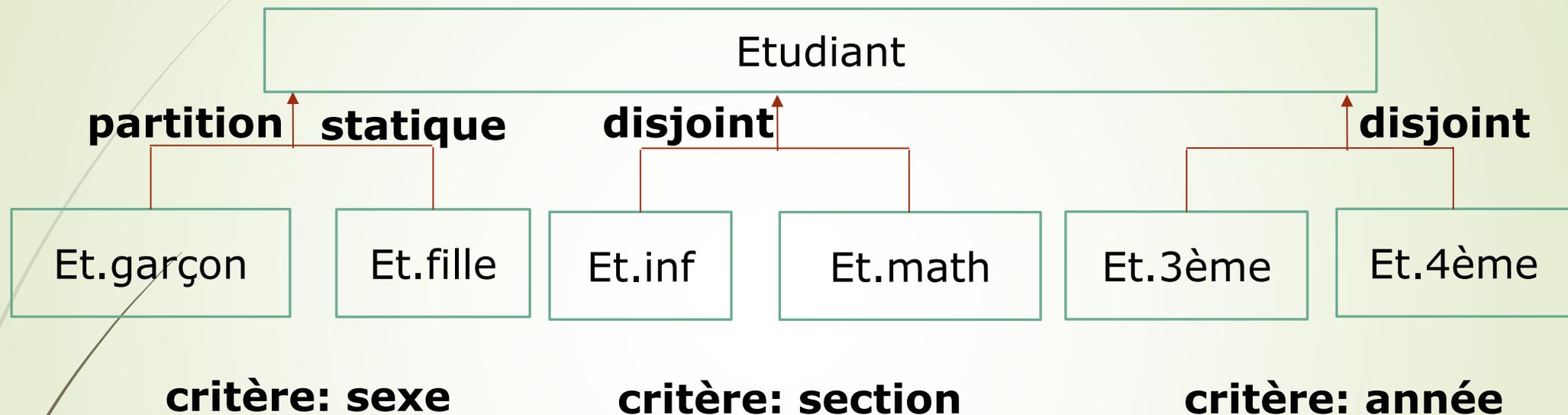
nombre d'enfants = nombre d'occurrences du TA
 "Parent" qui lient cette Personne

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 (alimentaire, d'habillement ou Hi-Fi)
- **Partition** : disjonction + couverture
- **Statique** : un article ne peut pas changer de classification

Plusieurs groupes de is-a (clusters)



- ➔ Des classifications différentes selon des critères différents

Validation et transformations

Méthode de modélisation

1. Etude des besoins de l'entreprise
 - Interviews
 - Analyse des documents existants
2. Construction du diagramme EA
 - Progressivement
 - TE et liens is-a
 - TA
 - Attributs
 - Définitions
 - CIs

Méthode de modélisation (suite)

3. Validation du diagramme
4. Validation du schéma

Validation du diagramme

Ou : Choix entre TE , TA ou attribut ?

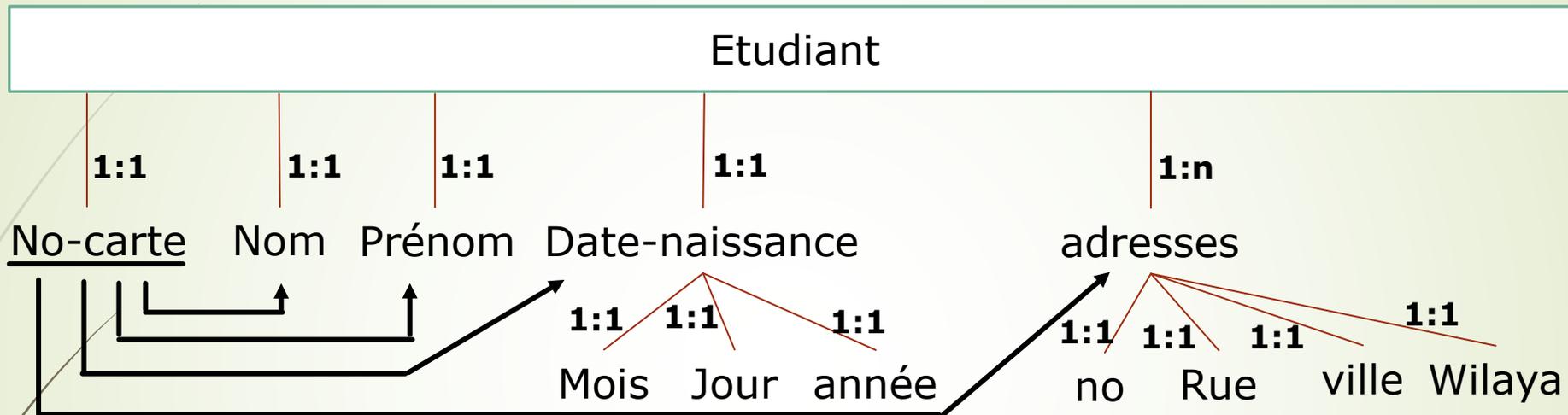
- **TE** : représentation d'un ensemble d'objets similaires
 - il existe des traitements qui portent directement sur ces objets
- **TA** : représentation d'un ensemble de liens similaires
- **Attribut** : représentation de propriétés

Les traitements sont tous par rapport à l'entité (association)

Validation d'un schéma EA

- **Syntaxique** : respect des règles du modèle
 - un TA lie des TE (et pas des TA)
 - un is-a lie des TE (et pas des TA) ...
- Par confrontation aux dépendances
 - règles de normalisation
- Par jeu d'essai
- Complétude par rapport aux traitements
- Par les utilisateurs

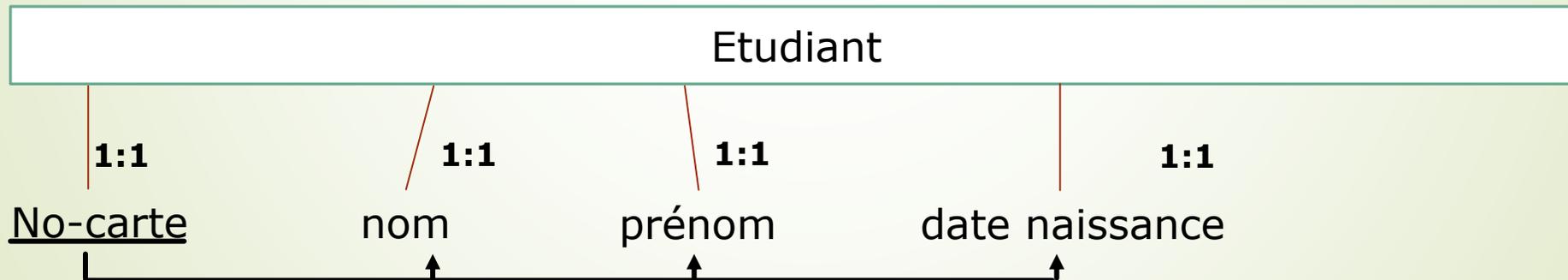
Concept de dépendance



- Dépendance entre deux attributs d'un TE (ou TA) :
 - $A \rightarrow B$ si le fait que deux occurrences aient la même valeur pour A entraîne nécessairement qu'elles aient la même valeur pour B.
 - $A \rightarrow B$: «B dépend de A», «A détermine B » / **A: Source, B: Cible**
 - Par définition, l'identifiant d'un TE (ou TA) détermine tous les autres attributs du TE (TA).
 - No-carte \rightarrow Nom, Prénom, Date-naissance, adresses

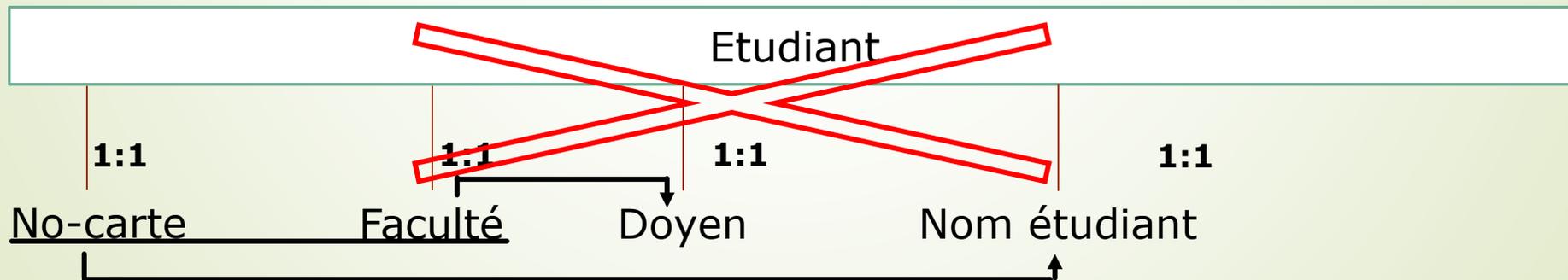
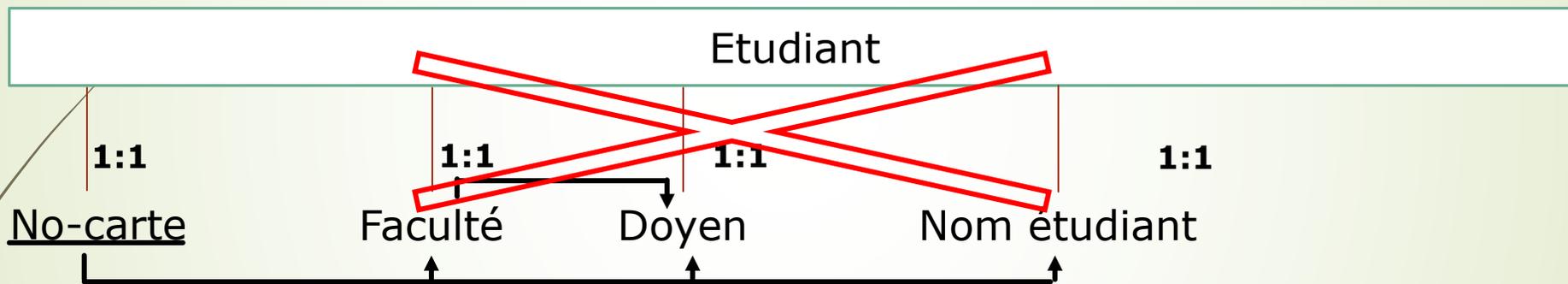
Validation d'un TE (TA) / dépendances

- ➔ **Règle 1** : dans un TE (TA) valide, tous les attributs directs (simples et complexes) dépendent uniquement de chaque identifiant entier du TE (TA).
- ➔ No-carte, nom, prénoms, date naissance et adresses sont les attributs directs d'Etudiant, qui a pour identifiant no-carte



Schémas invalides

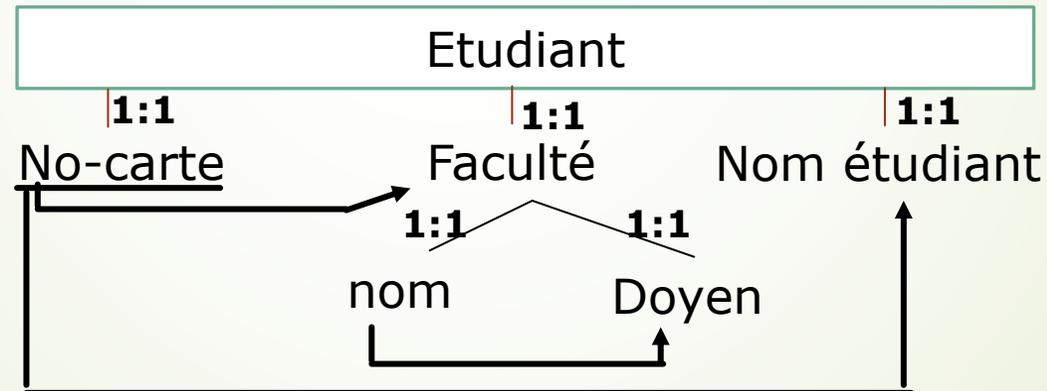
- La règle est contredite si un attribut dépend d'une partie de l'identifiant ou d'un autre attribut non identifiant.



Normalisation

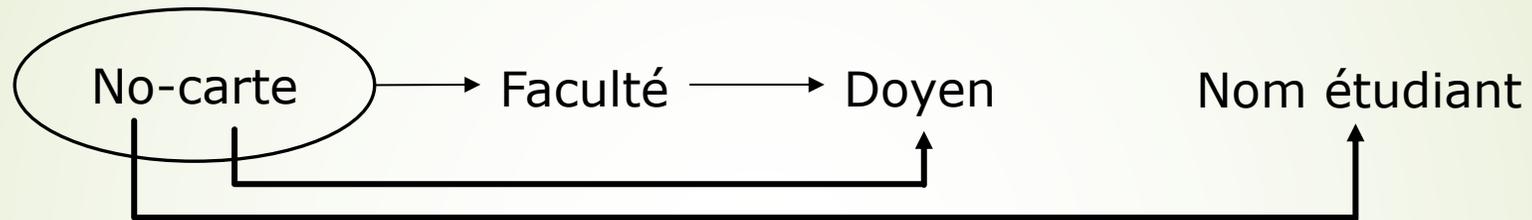
- ➔ **Objectif** : décrire au maximum le monde réel en utilisant au mieux les concepts du modèle
- ➔ **Normalisation** : processus de modification d'un schéma pour atteindre l'objectif.

Correct



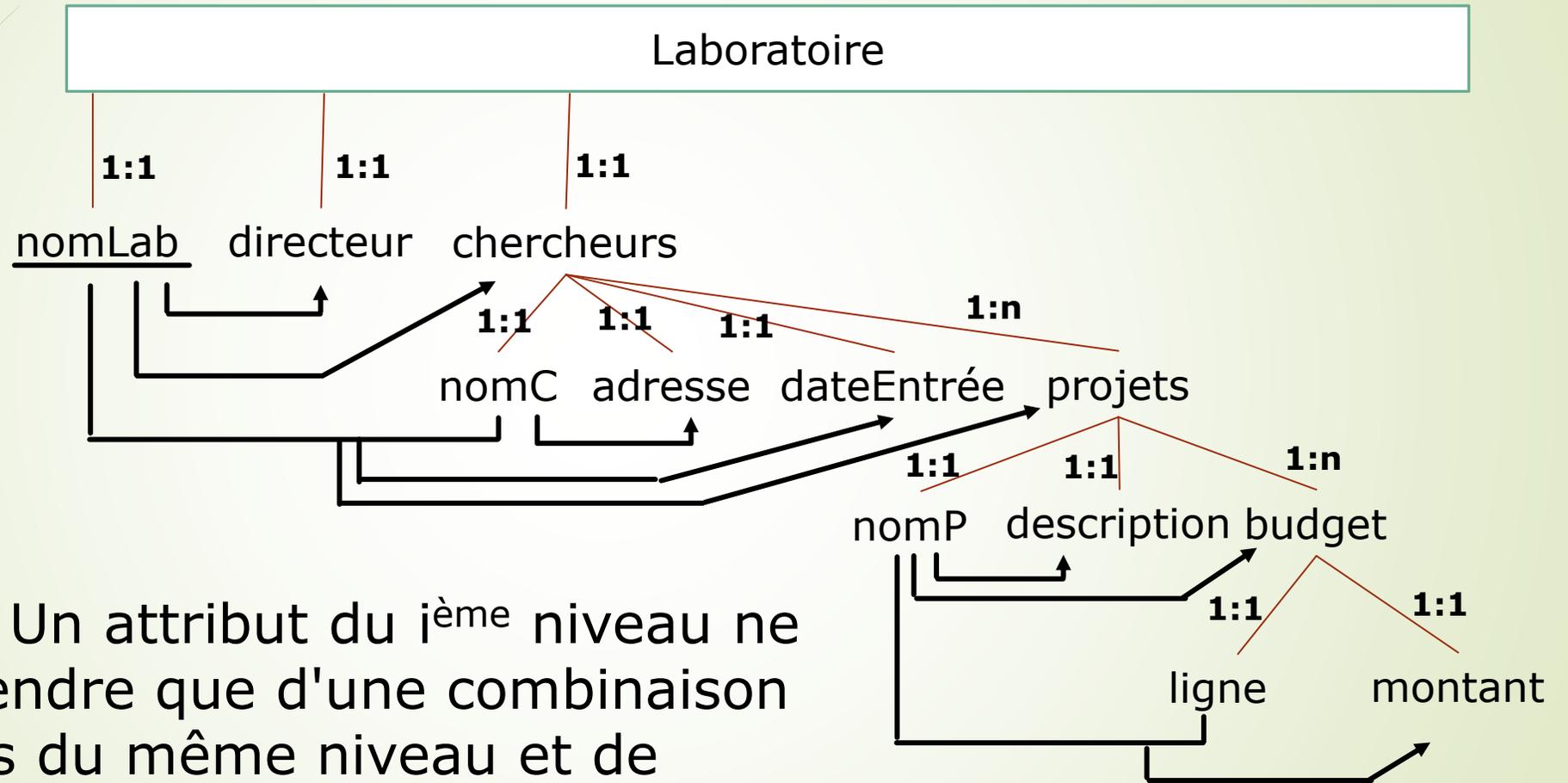
Dépendance et identifiant

➔ Graphe des dépendances



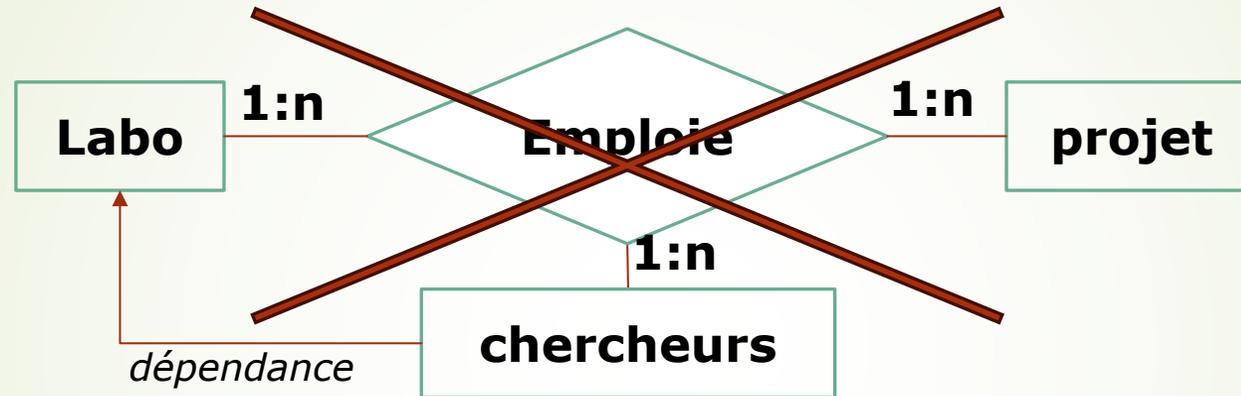
➔ L'identifiant est la racine du graphe : No-carte

Validation / attributs complexes



Règle 2: Un attribut du $i^{\text{ème}}$ niveau ne peut dépendre que d'une combinaison d'attributs du même niveau et de niveaux supérieurs contigus.

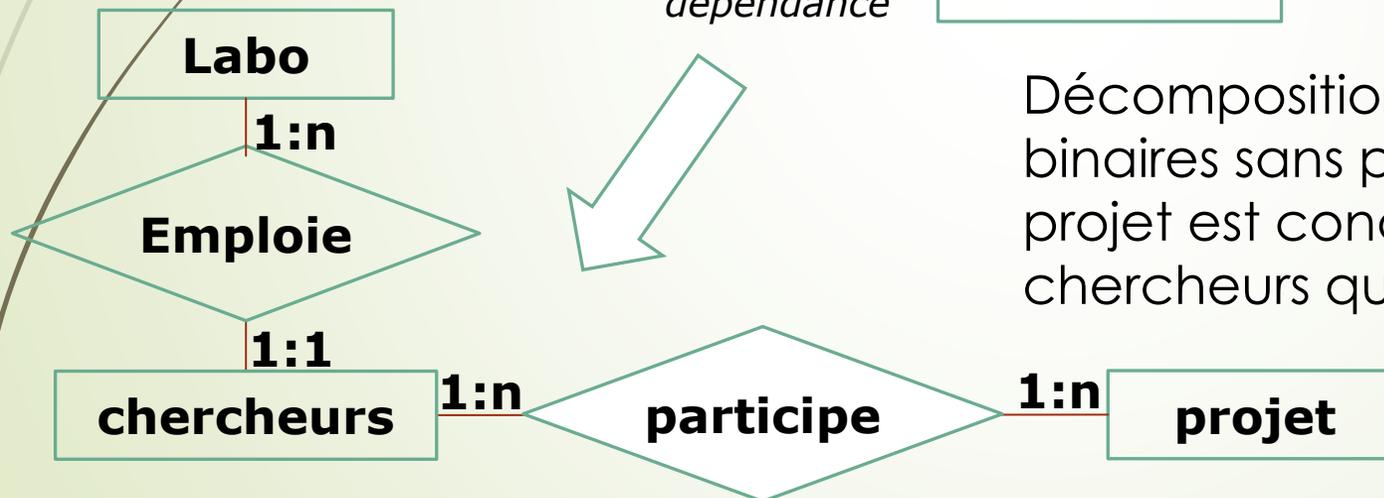
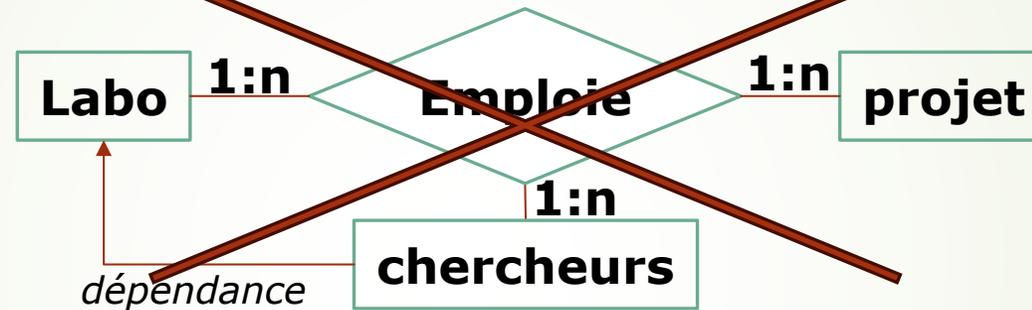
Décomposition du TA



- Dépendance entre deux TE liés par un TA :
- Chercheur → Labo : si le fait que deux occurrences de Emploie lient la même occurrence de Chercheur implique nécessairement qu'elles lient la même occurrence de Labo (c-à-d : si tout chercheur travaille dans un seul labo)
- La dépendance devrait être explicitée dans le schéma

Décomposition du TA

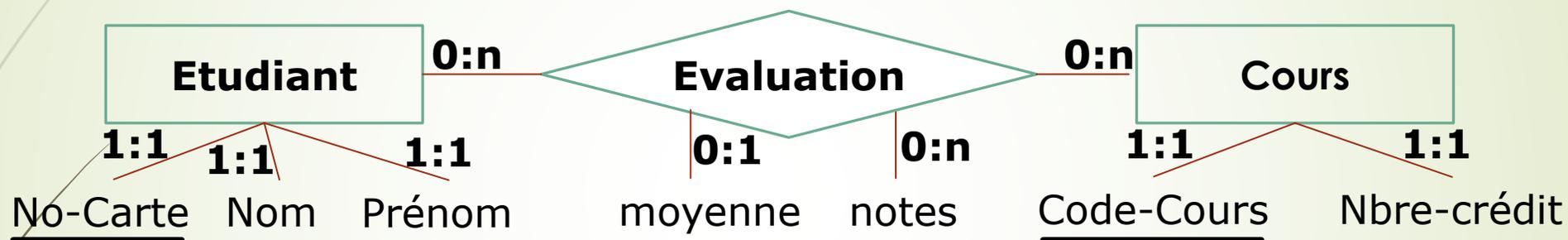
- Règle 3** : un TA liant E_1, E_2, \dots, E_n , ($n > 2$) avec une dépendance $E_1 \rightarrow E_2$ (et pas $E_1 \rightarrow E_3, \dots, E_n$) doit être décomposé en deux TA $\langle E_1, E_2 \rangle$ et $\langle E_1, E_3, \dots, E_n \rangle$



Décomposition du TA ternaire en deux TA binaires sans perte d'information: chaque projet est conduit par les laboratoires des chercheurs qui participent au projet

Validation des attributs d'un TA

➔ Même



➔ On en déduit :

Règle 4 : dans un TA sans dépendance entre les TE liés, les attributs du TA dépendent de tous les TE liés par ce TA.

(No-carte, Code-cours) → moyenne, notes

Supprimer les attributs référence



- CI : Dans Employé no-service est toujours égal au no d'une occurrence de Service
- n°-service est un attribut référence implicite Il faut expliciter ce lien.

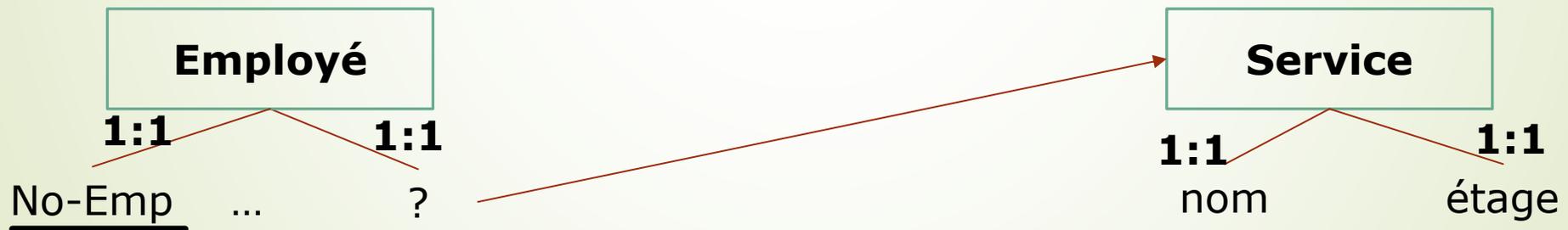
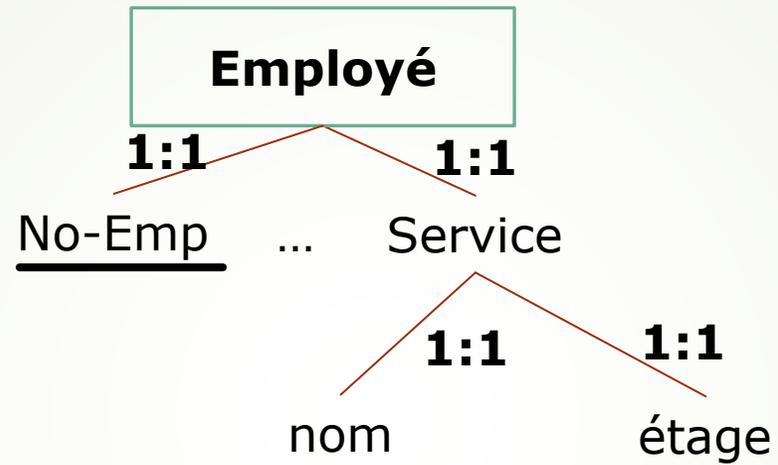


Transformations de schémas EA

Choix de modélisation

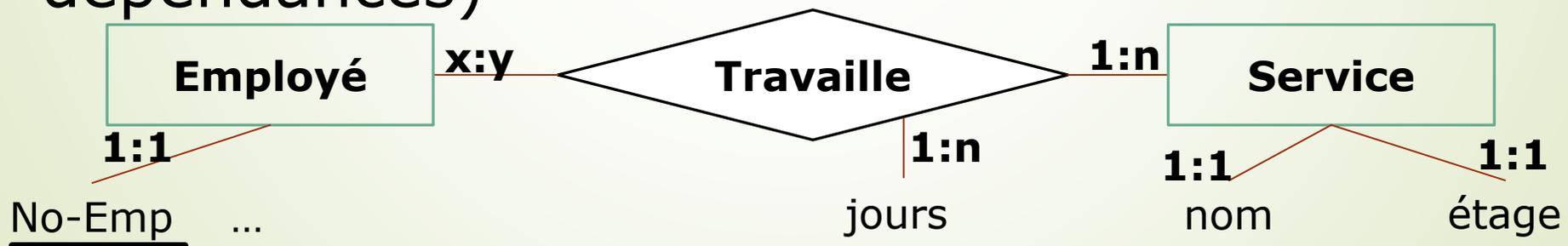
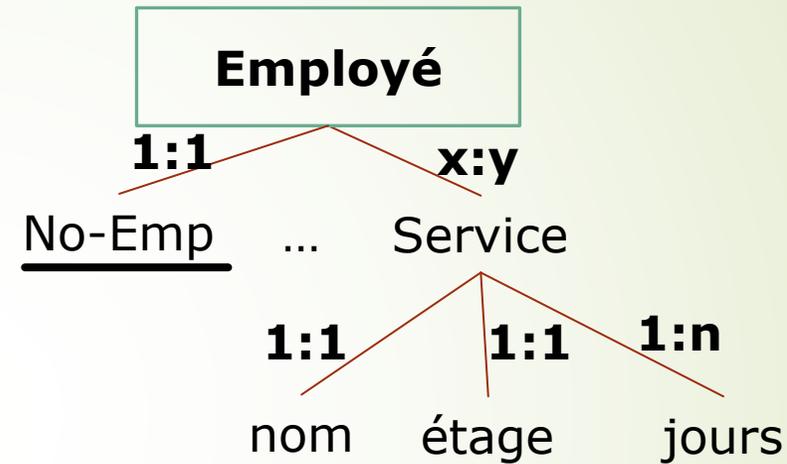
- TE ou attribut ?
- TE ou TA ?
- TA n-aire ou plusieurs TA binaires ?
- Types génériques, types spécialisés ou hiérarchie de types ?
- Attribut facultatif ou sous-type ?

TE ou attribut ?



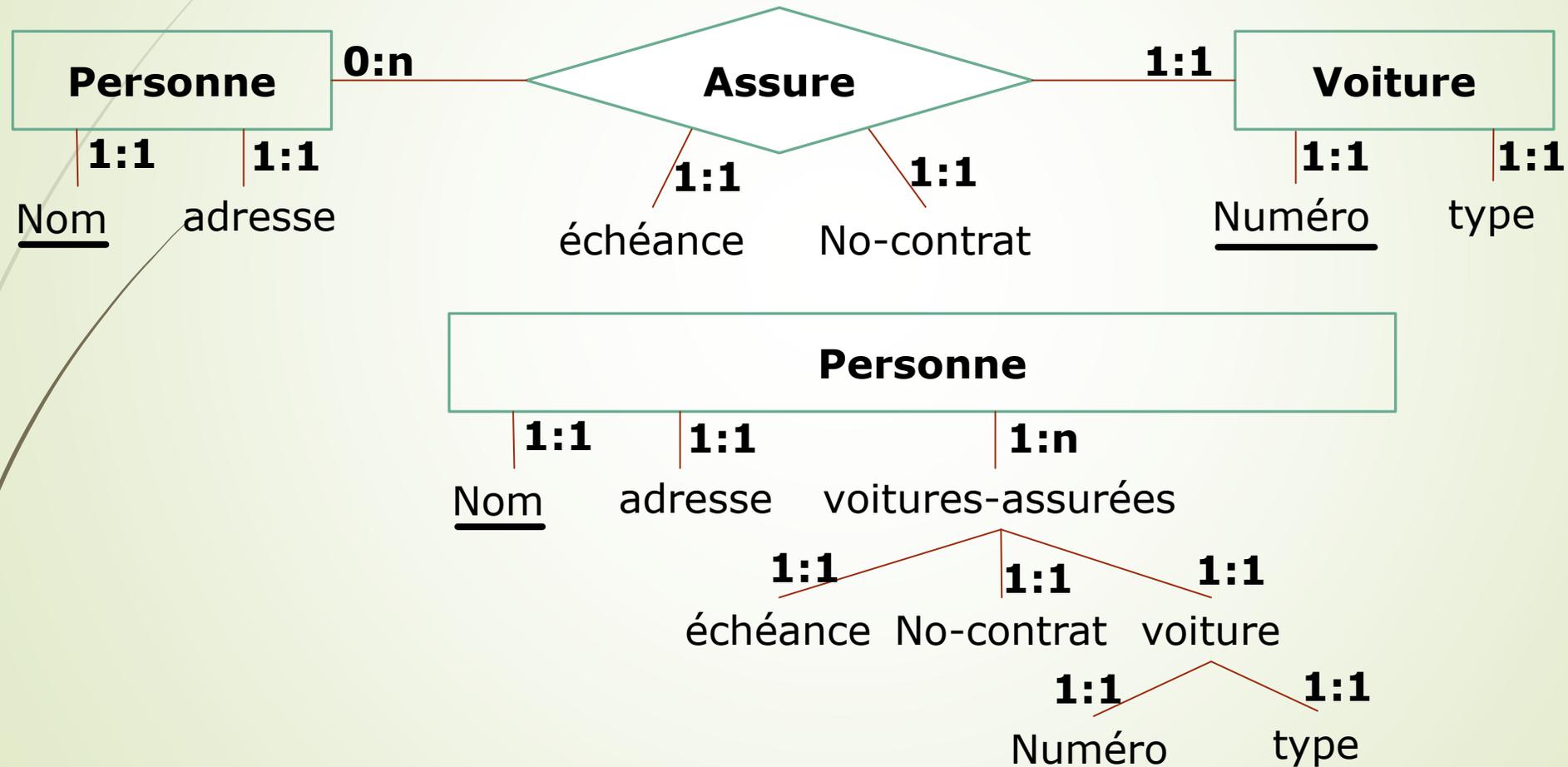
Transformation d'attribut en TE

- Le lien de composition TE-attribut devient un rôle TE-TA, avec les mêmes cardinalités
- Les attributs vont sur le TE et éventuellement sur le TA (selon les dépendances)

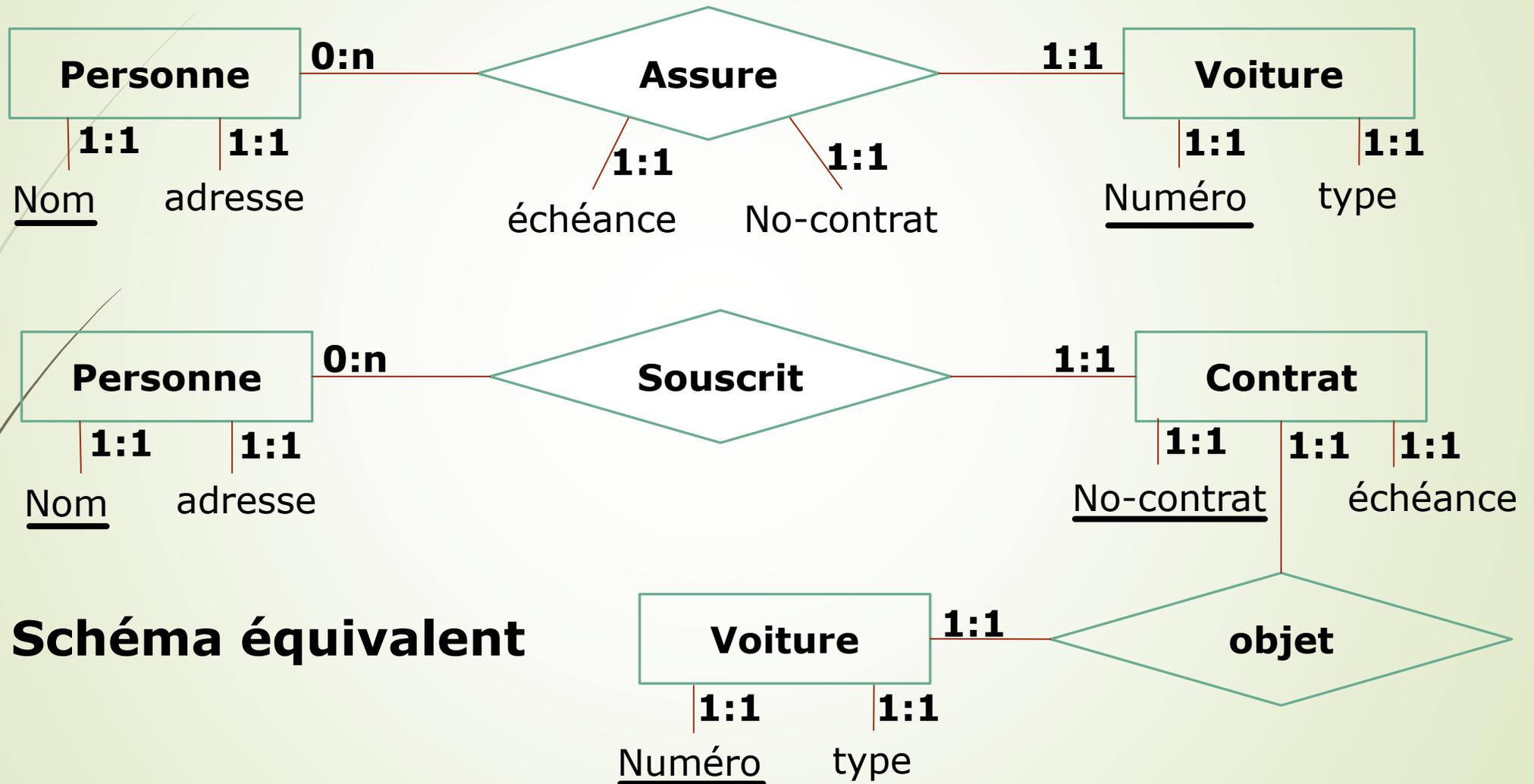


Transformation inverse : $TE \rightarrow attribut$

- Transformer Voiture en attribut de Personne



Transformation TA à TE (et TAs)



TA n-aire à n TA binaires ?

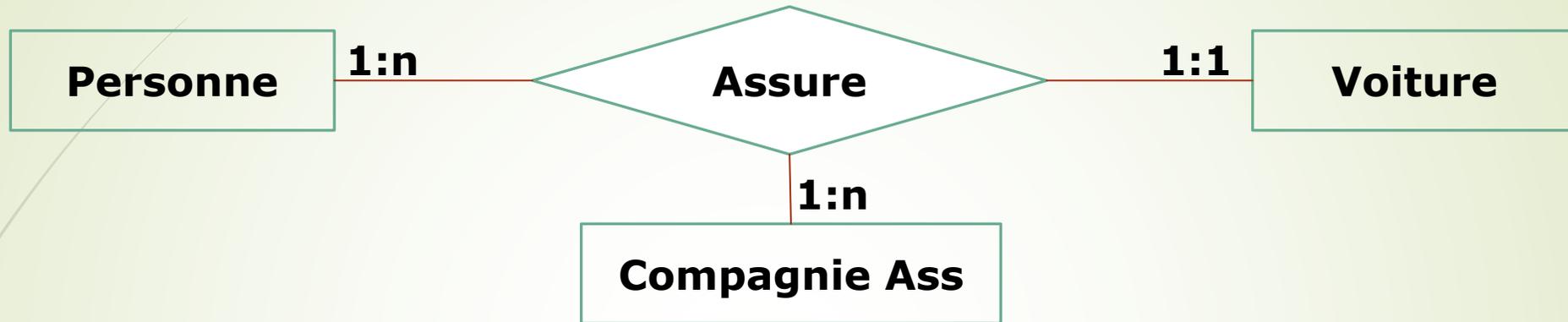
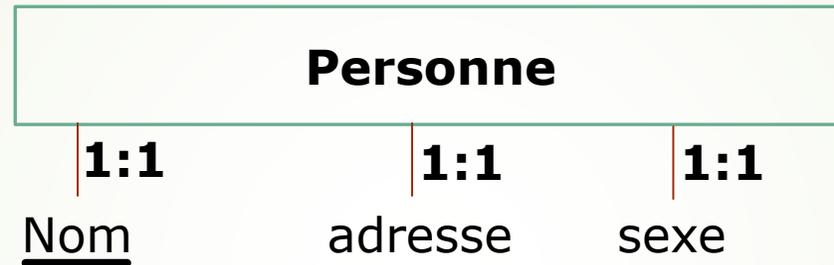


Schéma équivalent

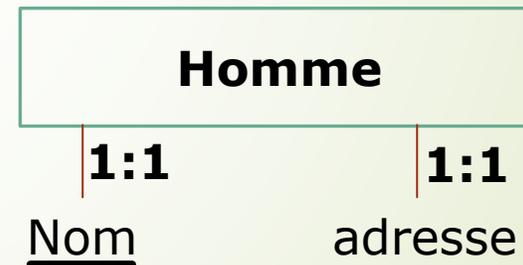
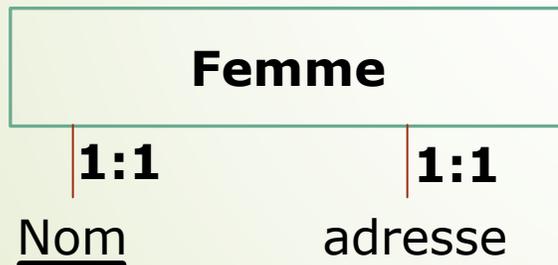


TE génériques ou spécifiques ?

➔ Attribut énuméré

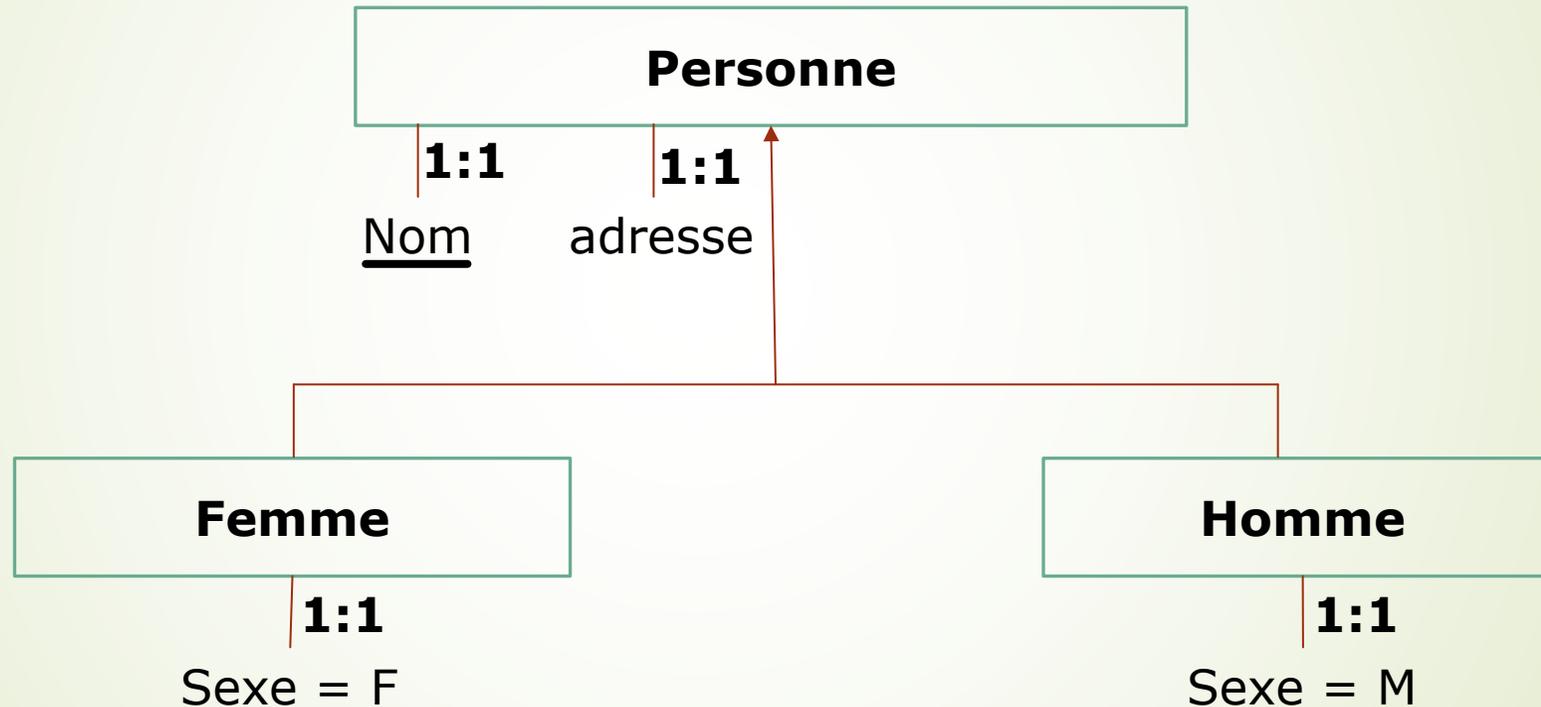


➔ ou (si l'attribut sexe est obligatoire)

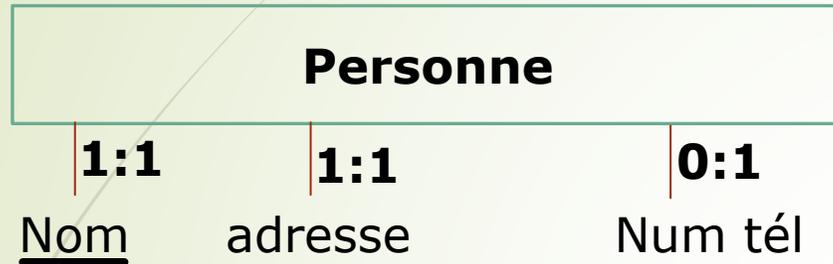


TE génériques ou spécifiques ?

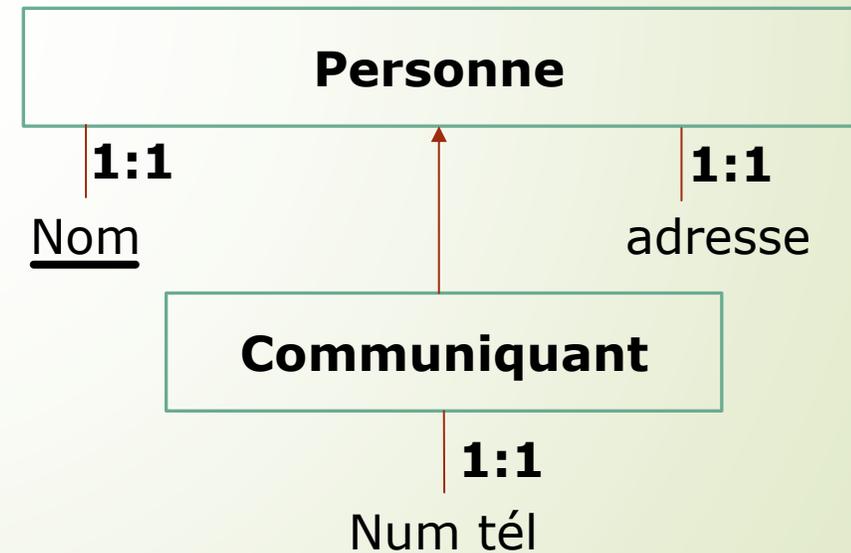
- ou (possible même si l'attribut **sexe** est **facultatif**)



Attribut facultatif ou sous-type ?



➡ Ou



Conclusion

- Les transformations de schéma à sémantique équivalente (c-à-d, sans perte d'information) sont un outil puissant de flexibilité
- Elles permettent d'offrir des vues différentes (personnalisées) sur un même contenu informatif
- Elles permettent de passer d'une structure obéissant à certaines règles à une autre structure équivalente obéissant à d'autres règles (exemple : traduction d'un schéma EA en schéma relationnel)