

Cours :

Systeme de Gestion de Bases Données Avancées

**Master 1, ISI.
2023-2024**

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.

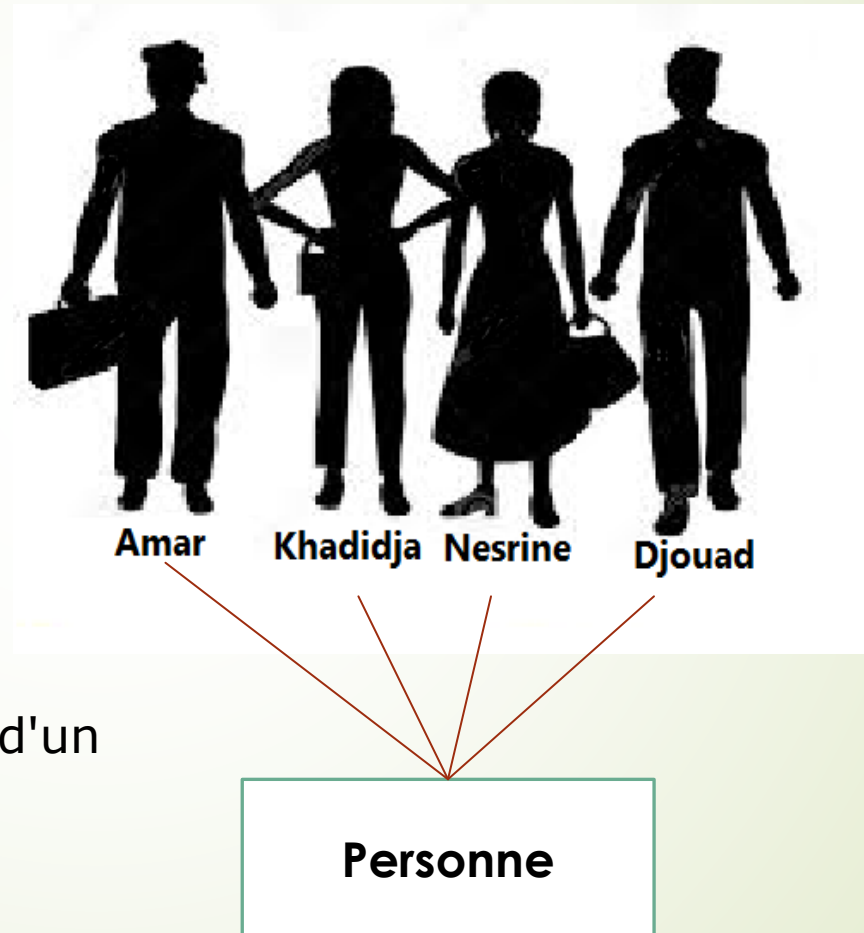
Les concepts de base :

- **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.



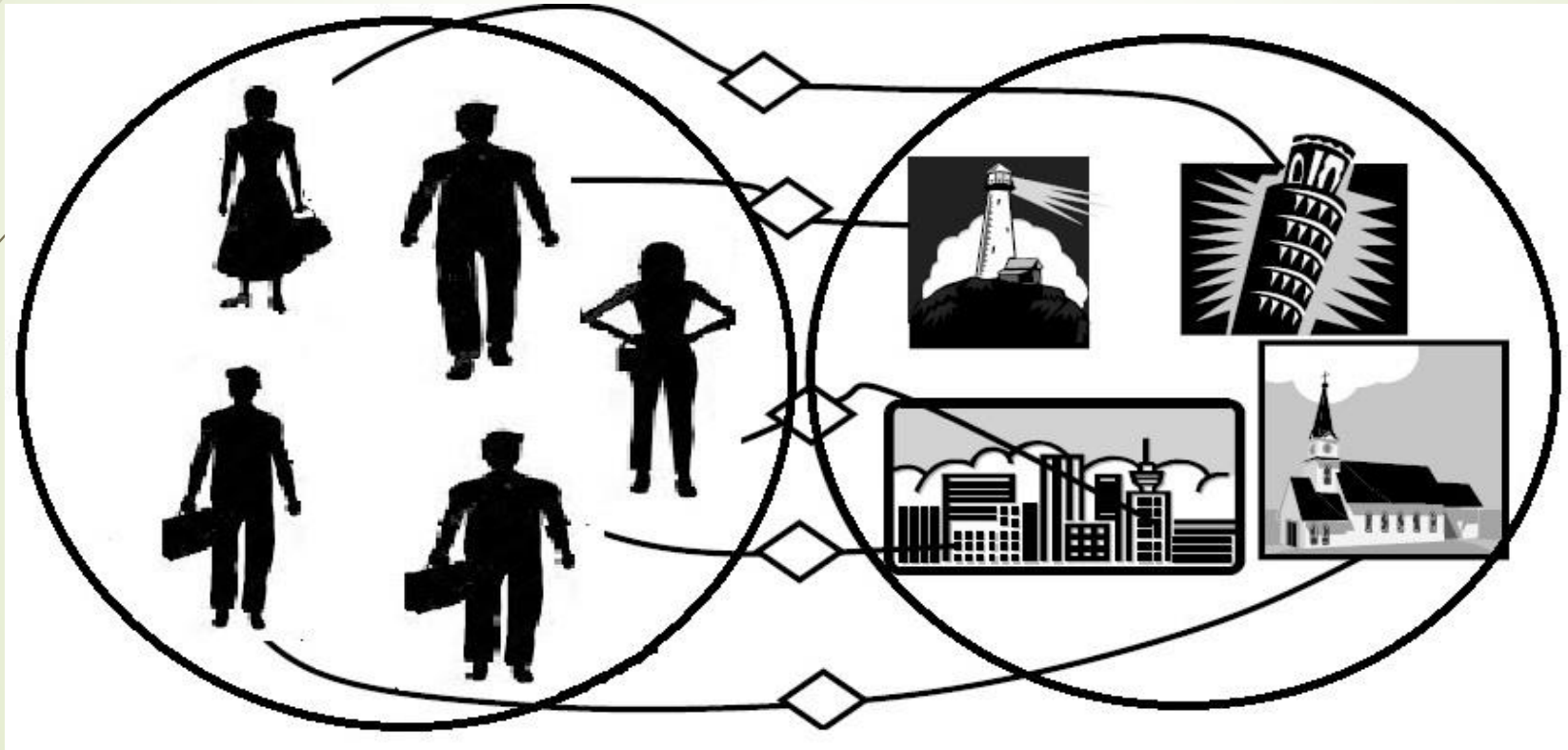
5

Population d'un TA

Personnes

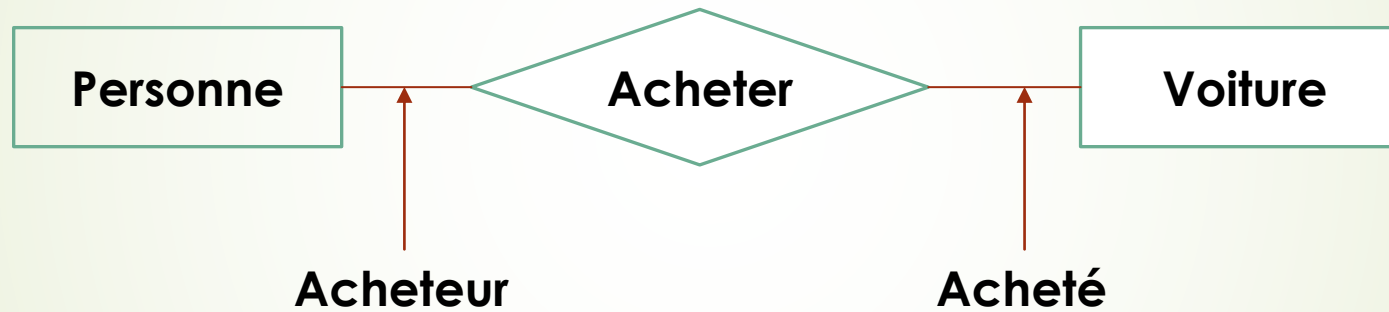
Acheter

maisons

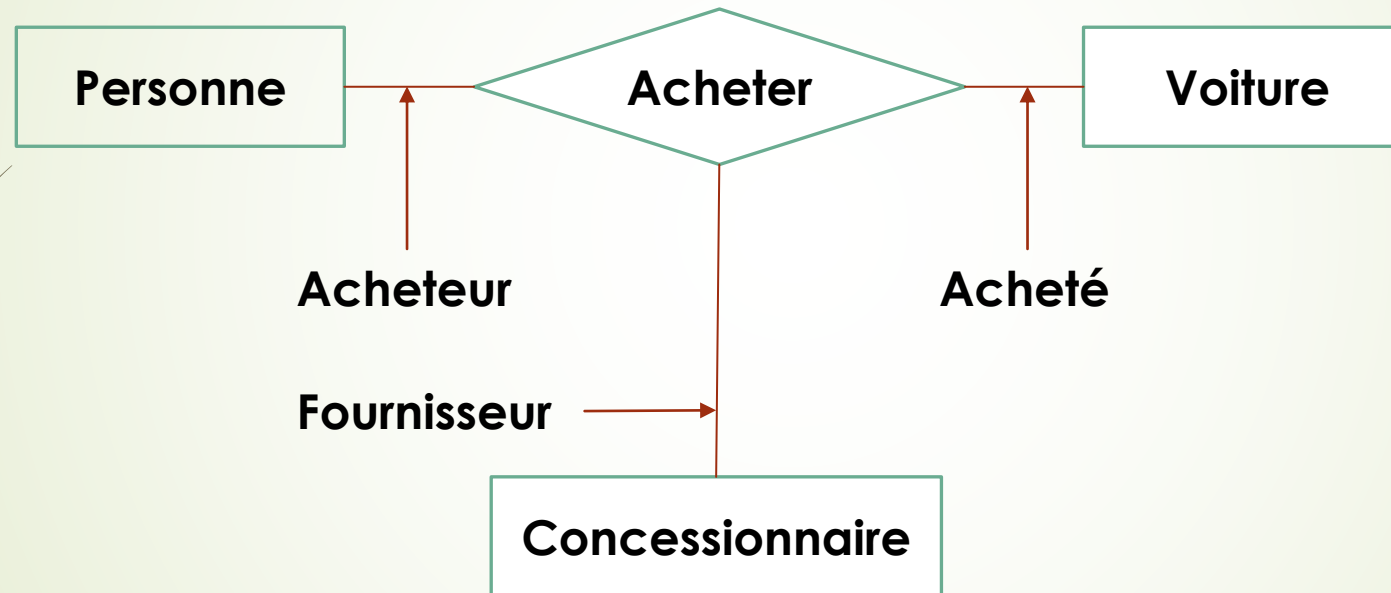


Rôles

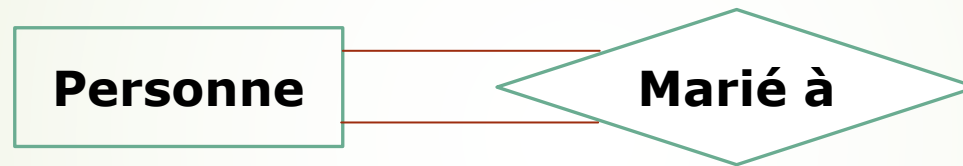
- **Association binaire** : deux rôles



- **Associations ternaires** : trois rôles.



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

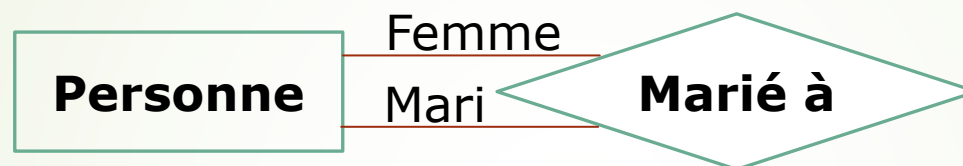


- Comment savoir dans un couple qui est le mari et qui est la femme ?

Rôles

- **Associations cycliques : rôles nommés**

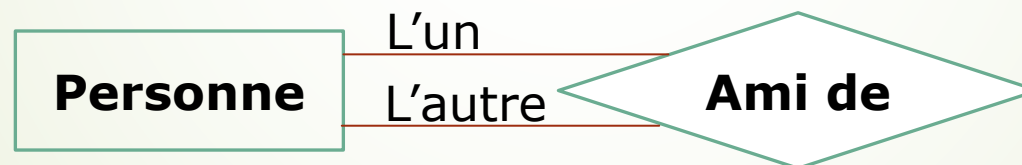
Solution : spécifier le rôle de chaque entité pour supprimer les ambiguïtés.



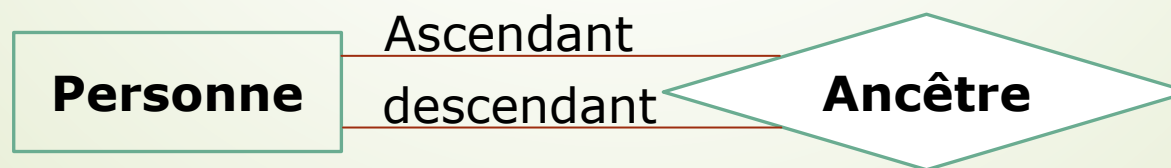
- **Ternaires (ou n-aires) :**



- **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

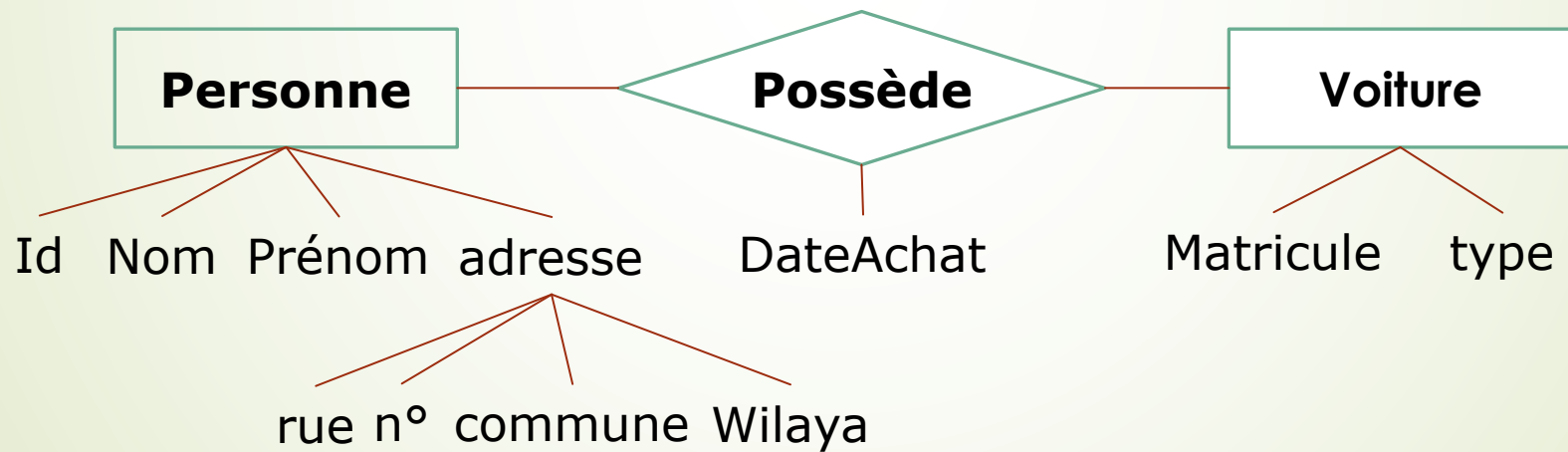
m

=====

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 $\text{min} = 0$).

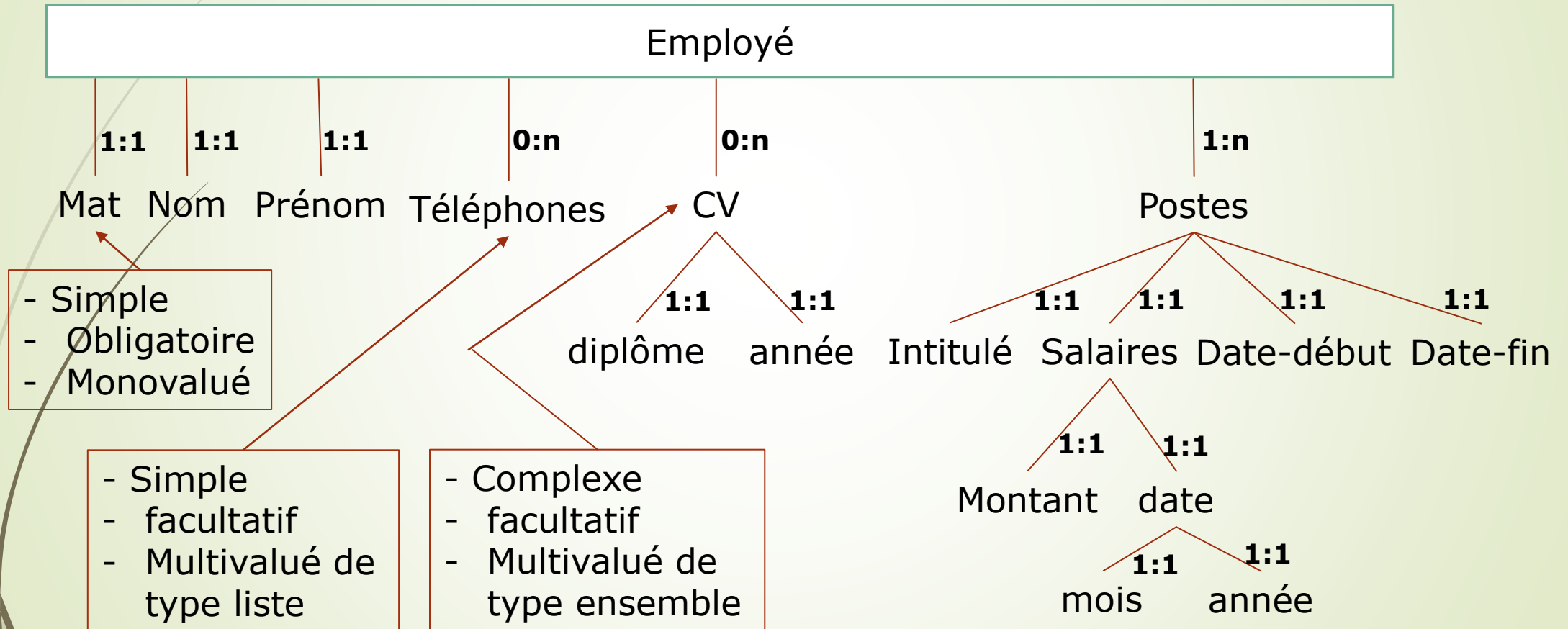
Exemples : téléphones

- 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

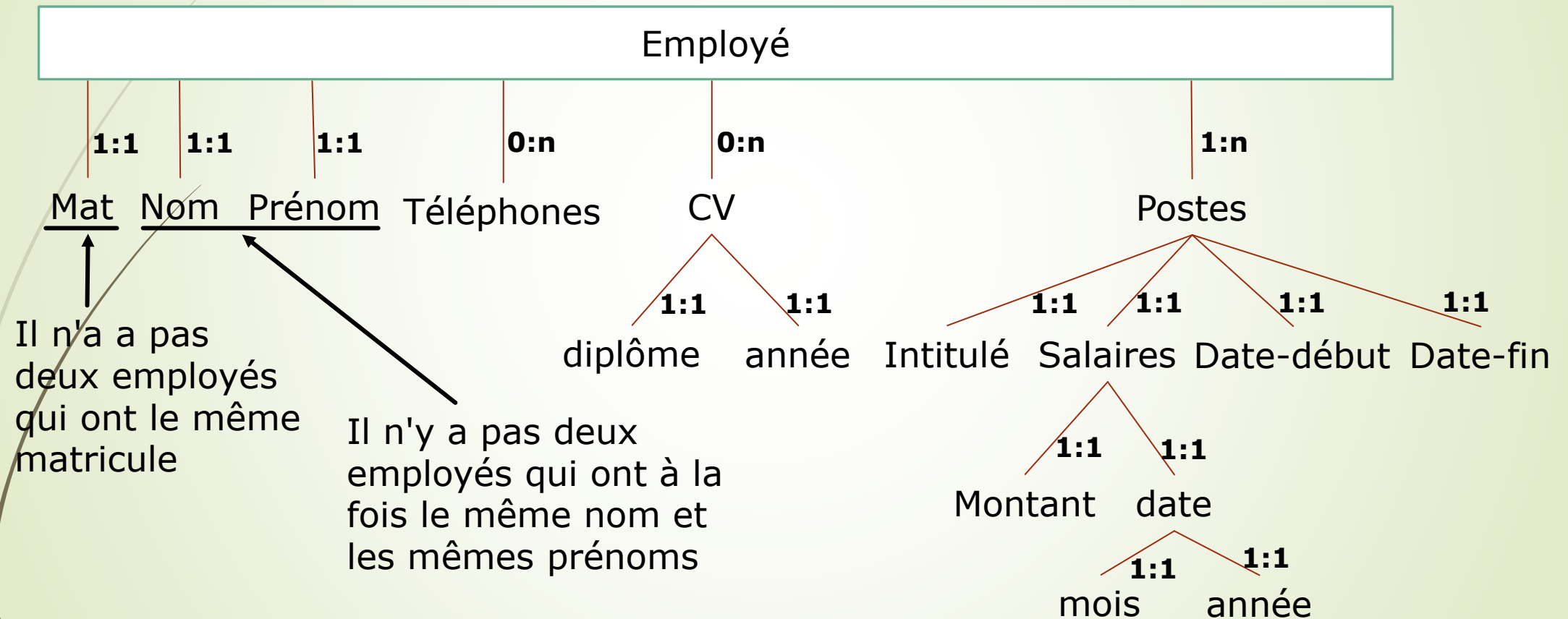
- ▶ Permet de désigner une entité (ou une association) de façon univoque

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:

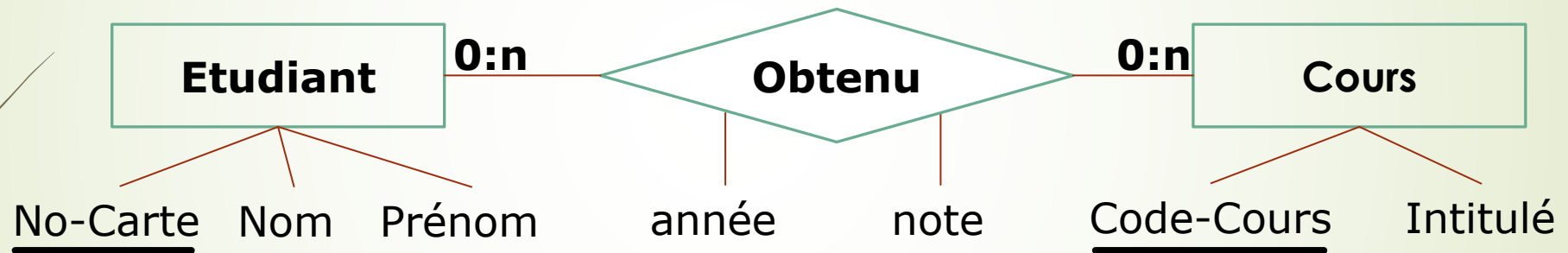


Identifiants

Identifiant d'un TA: rôles multivalués

- Cas fréquent :

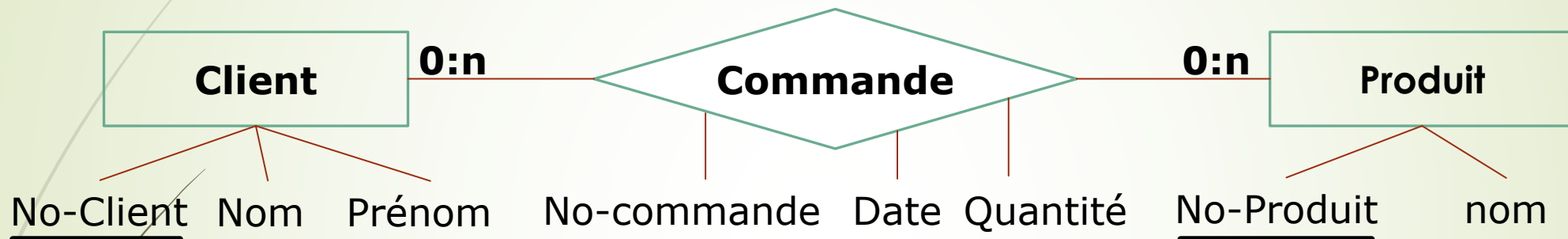
id.TA = ensemble des identifiants des TE liés



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

Identifiants

► Identifiant d'un TA: attribut propre



Deux identifiants pour Commande:

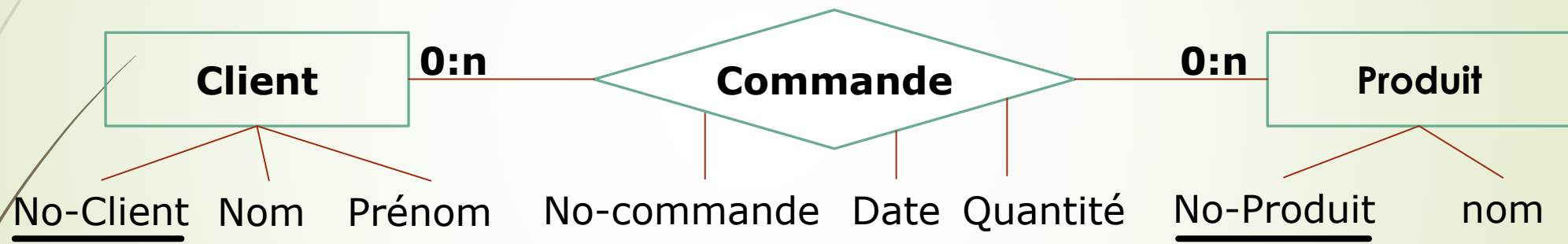
- 1) No-commande
- 2) Client.No-client + Produit.No-produit

► (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

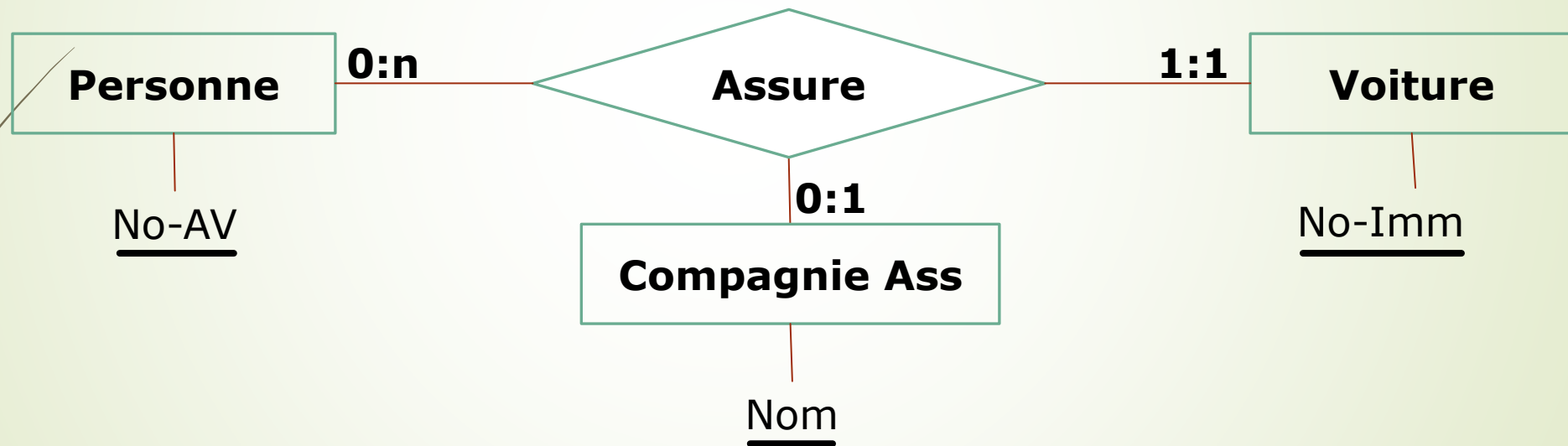


► Identifiant de Commande:

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



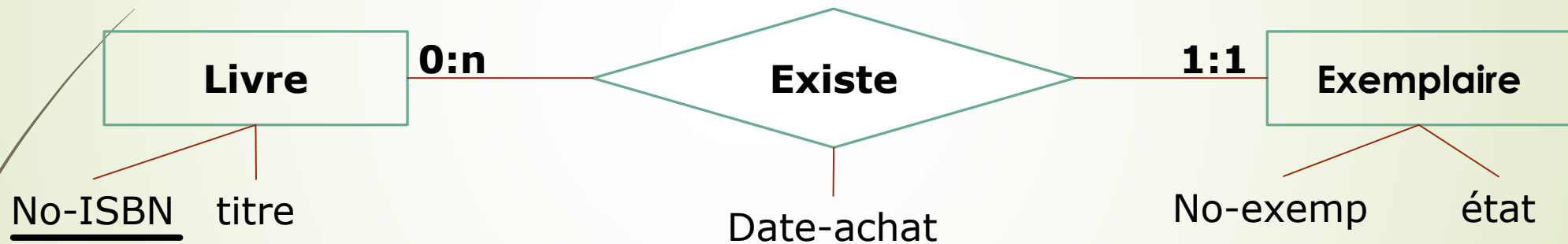
Deux rôles monovalués : deux identifiants pour Marié à :

- 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:

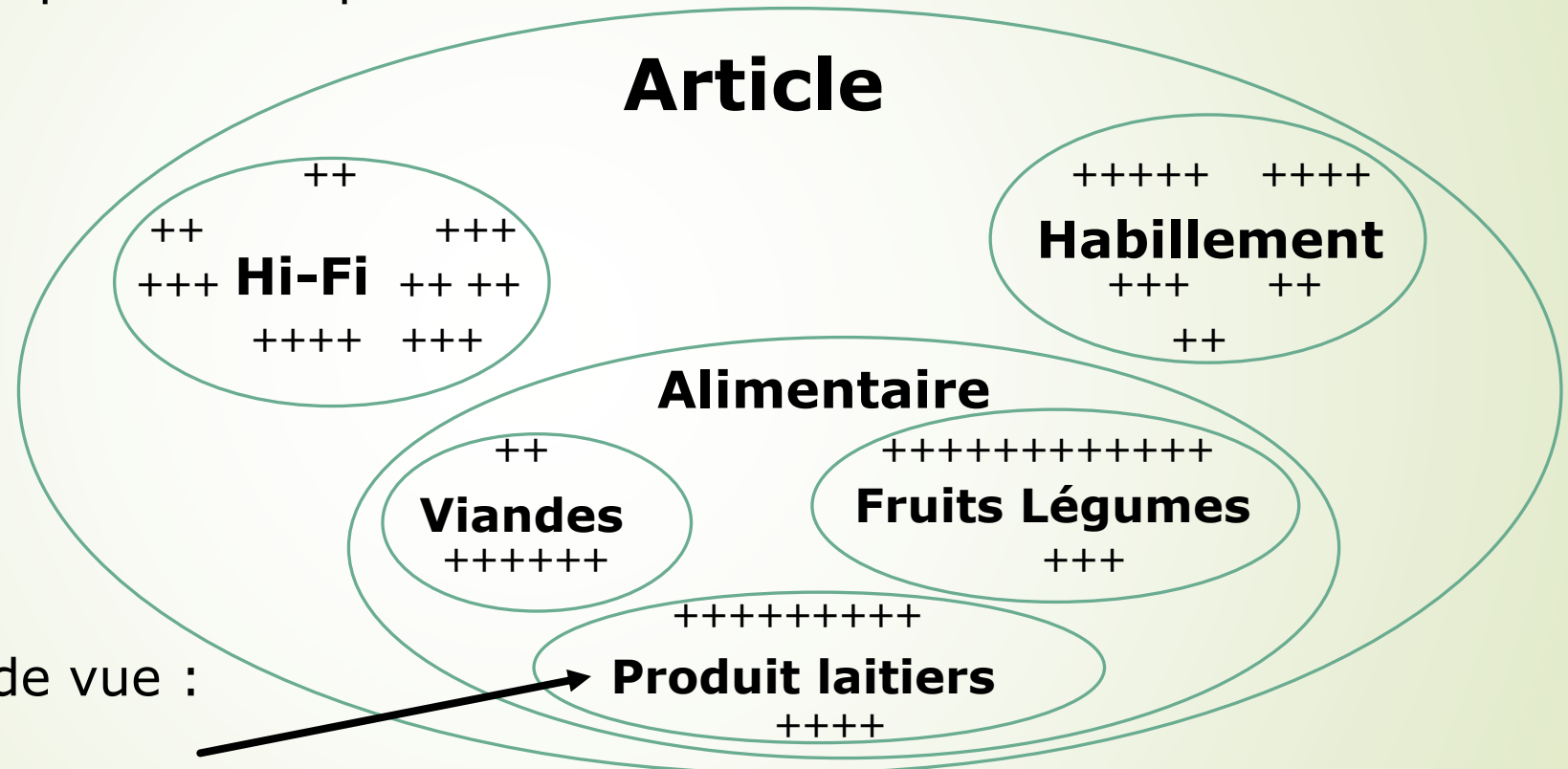
- Employé, d'attributs nom et salaire;
- Rayon, d'attributs nomR et étage;
- Article, d'attributs nomA et type;
- Fournisseur, d'attributs nomF et adresse.

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

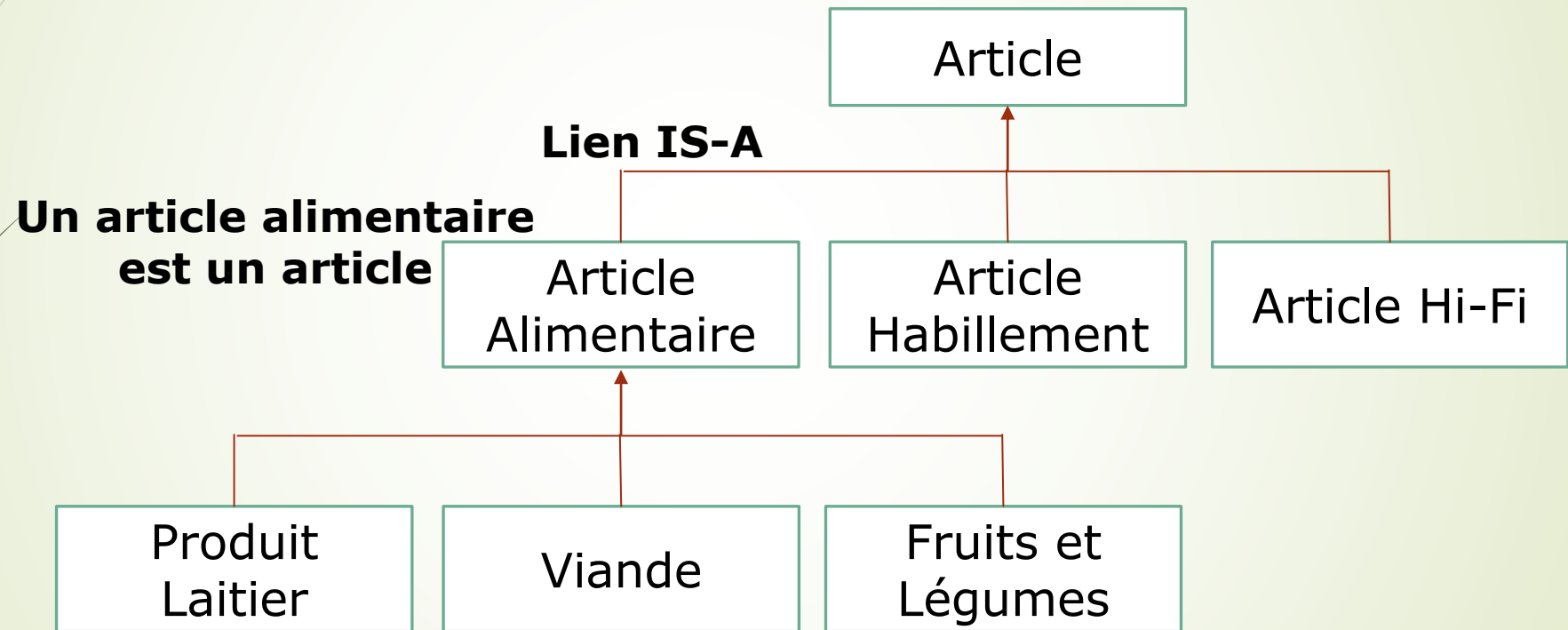
Un objet peut avoir plusieurs représentations



Plusieurs points de vue :

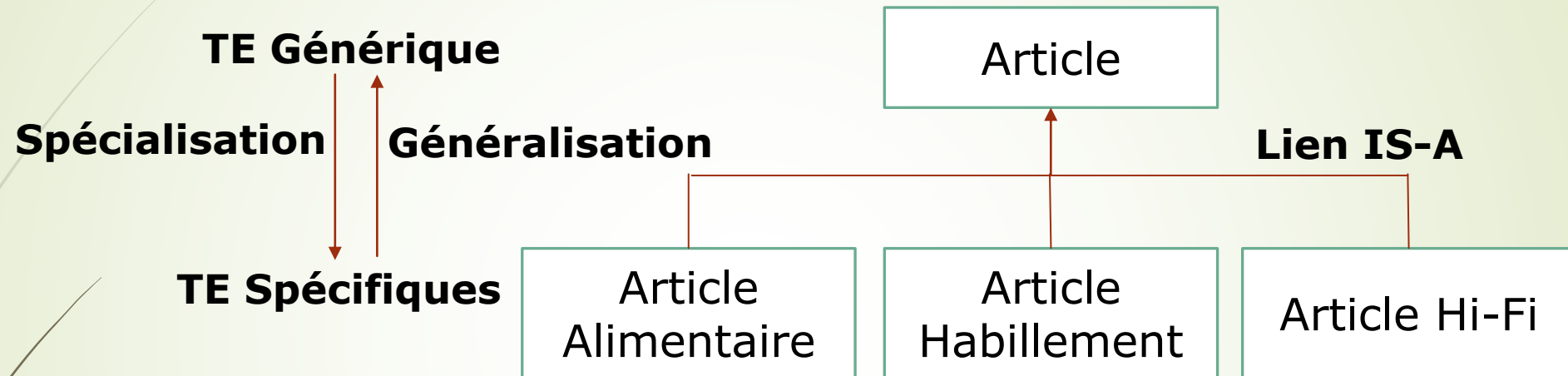
- un article
- un article alimentaire
- un produit laitier

Lien de généralisation / spécialisation



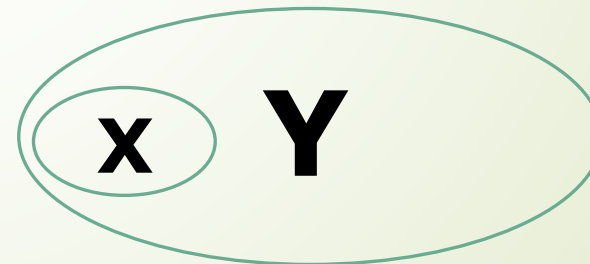
Raffinement de classification

Hiérarchie de Généralisation/Spécialisation

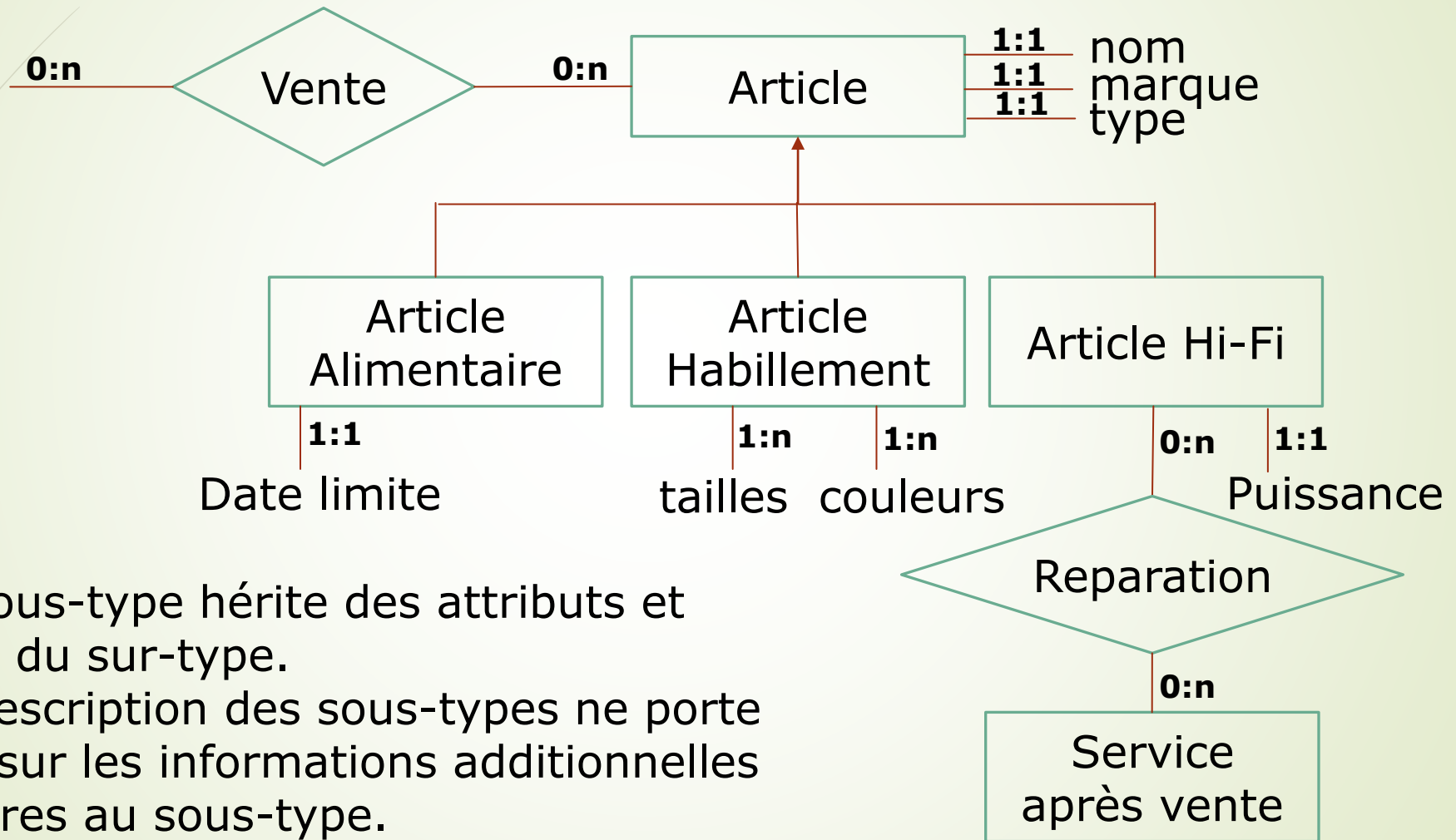


- X Est un Y
- X sous-type de Y
- Y sur-type de X

Inclusion de populations :
tout X est un Y



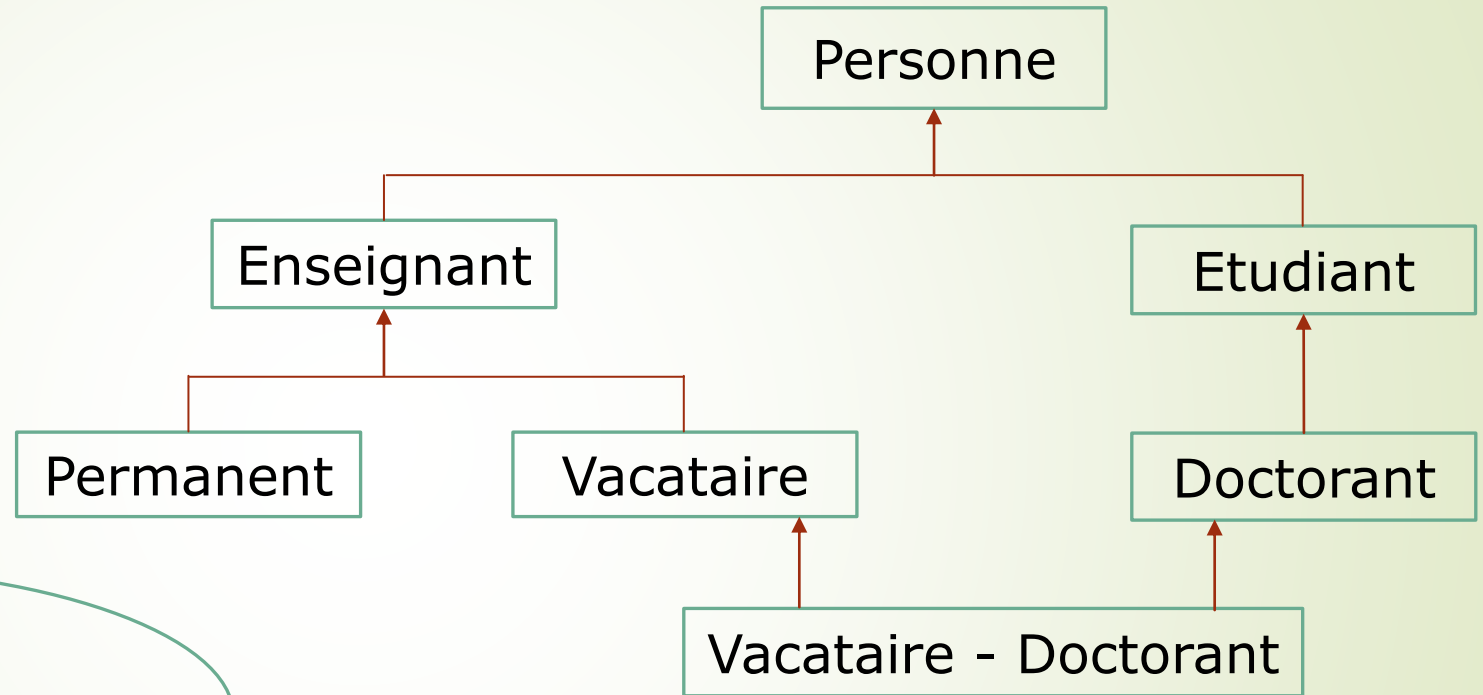
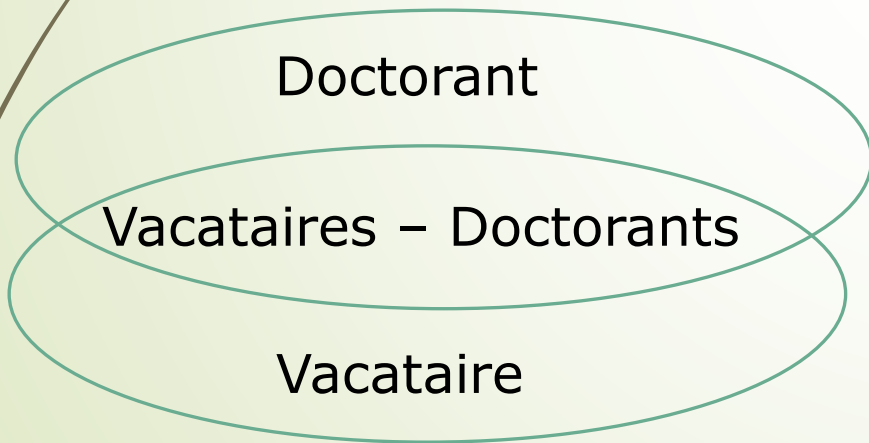
Héritage



- 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 :

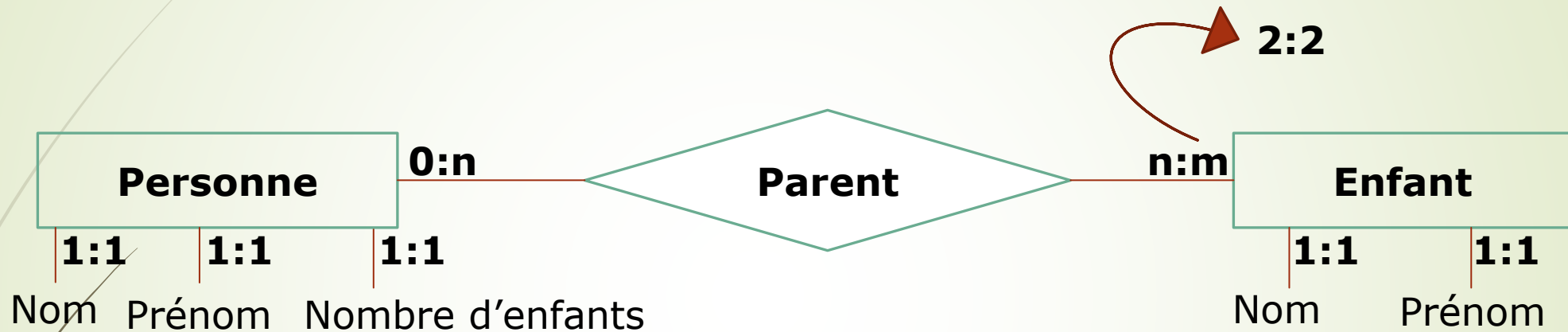
- Pour toute personne liée à Mariage, son attribut état-civil a pour valeur "marié"

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

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

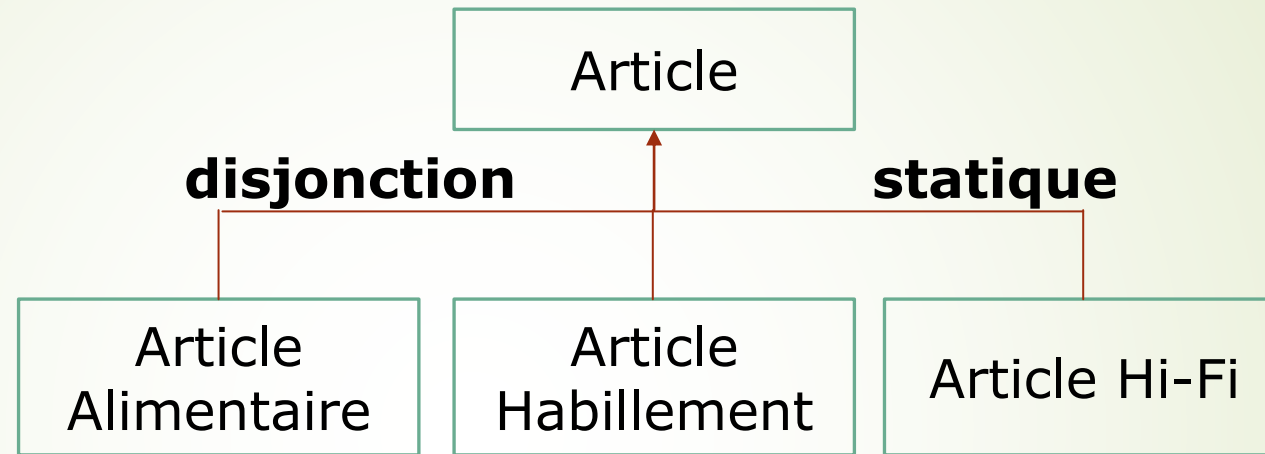
$$\forall x, y \in Personne, \langle x/marie, y/femme \rangle \in Mariage \Rightarrow x.\text{sexe} = \text{"M"} \ \& \ y.\text{sexe} = \text{"F"}$$

Attributs dérivés



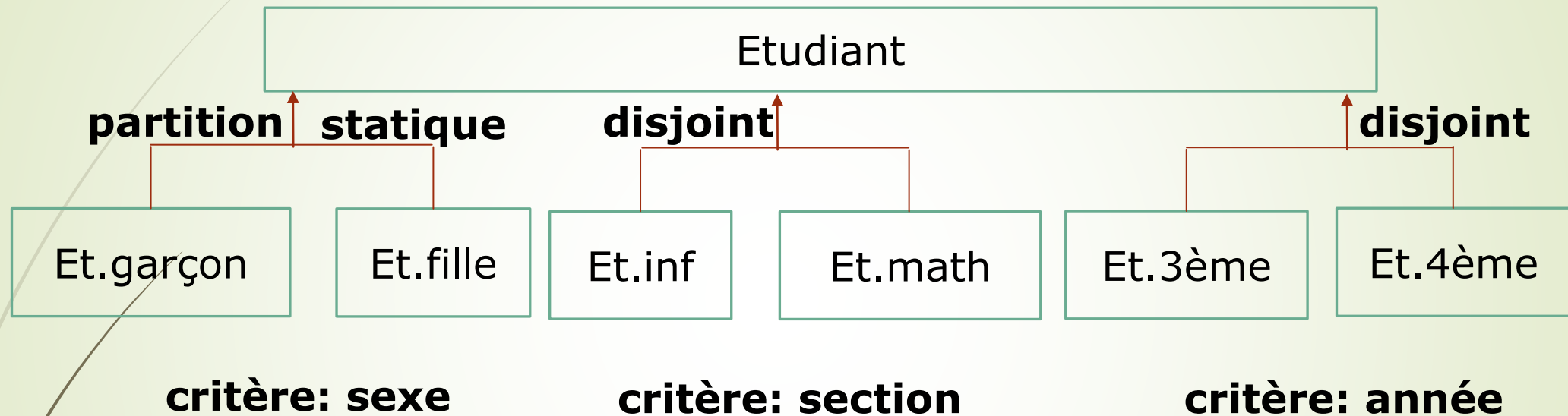
nombre d'enfants = nombre d'occurrences du TA
"Parent" qui lient cette Personne

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 ?

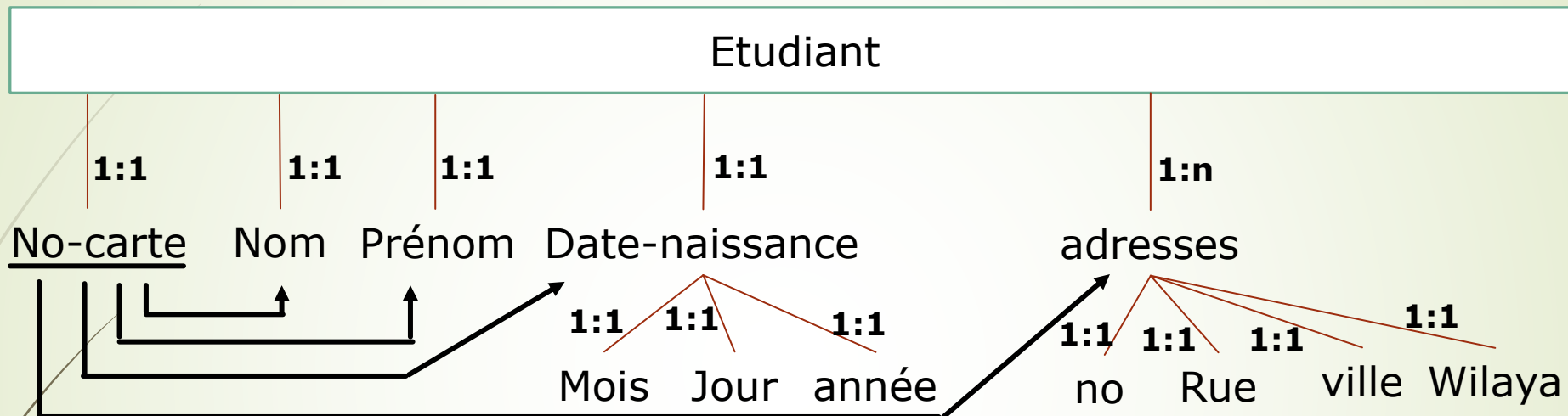
- **TE** : représentation d'un ensemble d'objets similaires
 - il existe des traitements qui portent directement sur ces objets
- **TA** : représentation d'un ensemble de liens similaires
- **Attribut** : représentation de propriétés

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

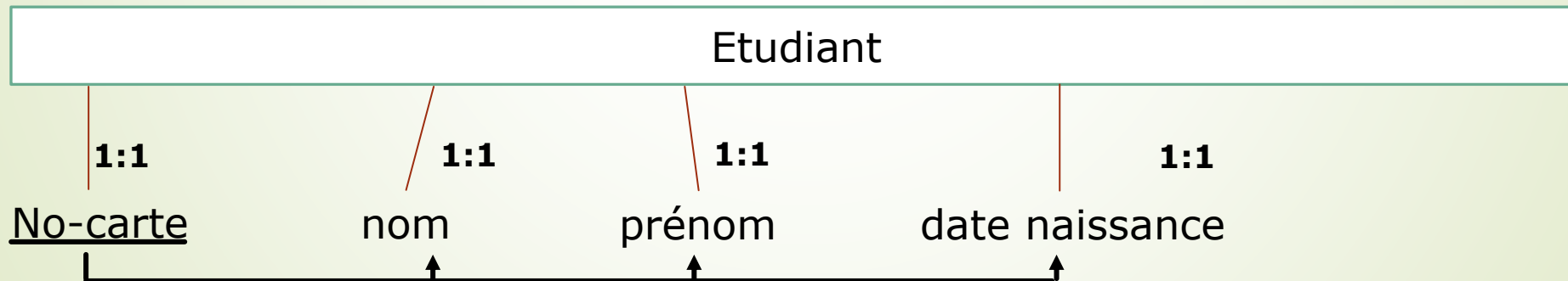
Concept de dépendance



- 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

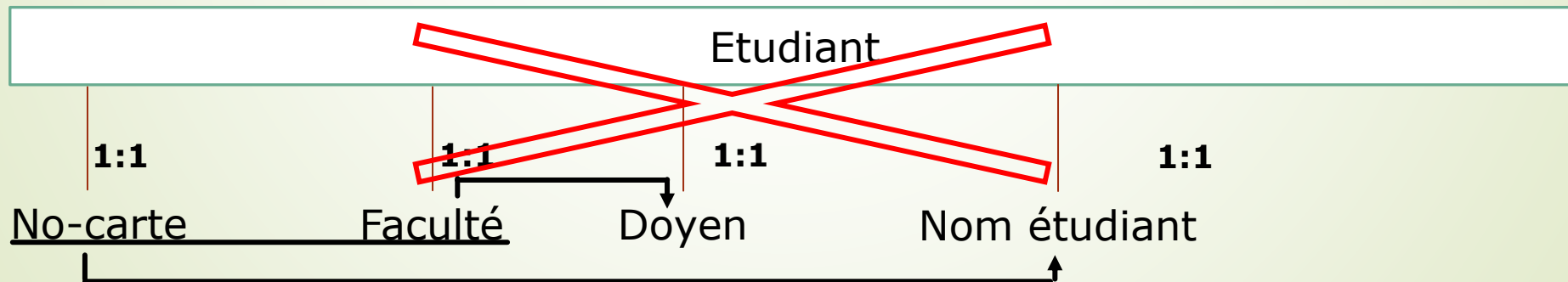
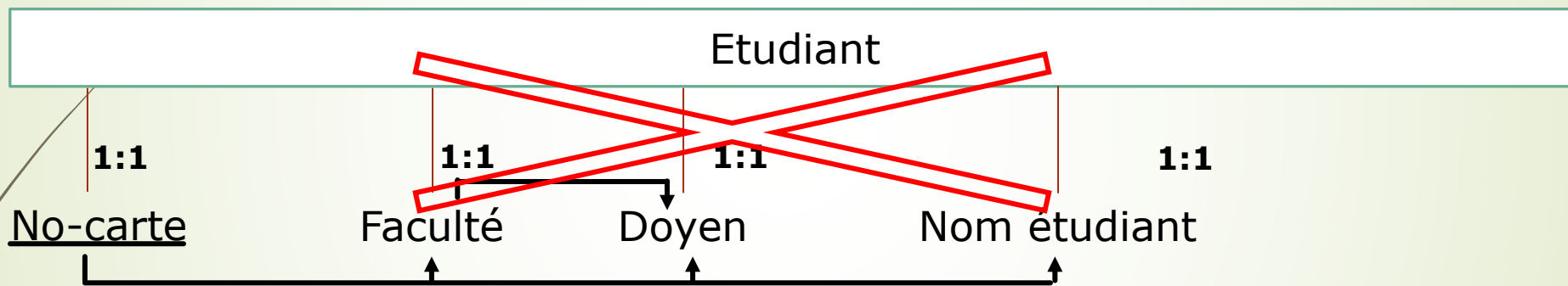
Validation d'un TE (TA) / dépendances

- ➔ **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

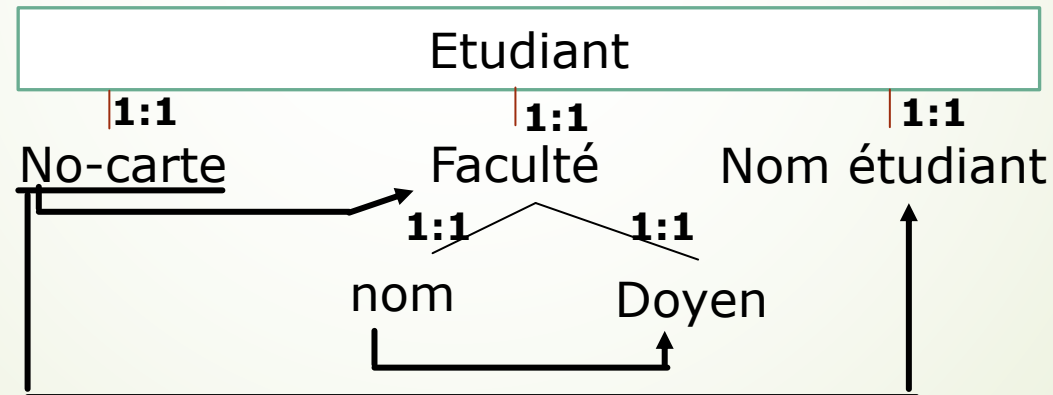
- La règle est contredite si un attribut dépend d'une partie de l'identifiant ou d'un autre attribut non identifiant.



Normalisation

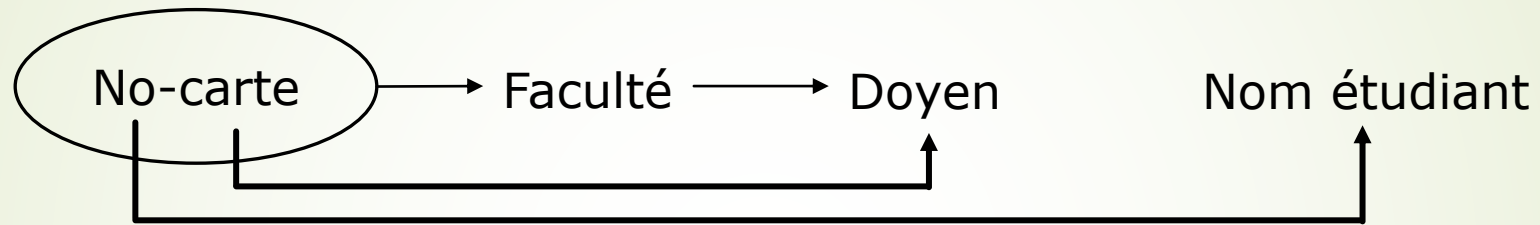
- ➔ **Objectif** : décrire au maximum le monde réel en utilisant au mieux les concepts du modèle
- ➔ **Normalisation** : processus de modification d'un schéma pour atteindre l'objectif.

Correct



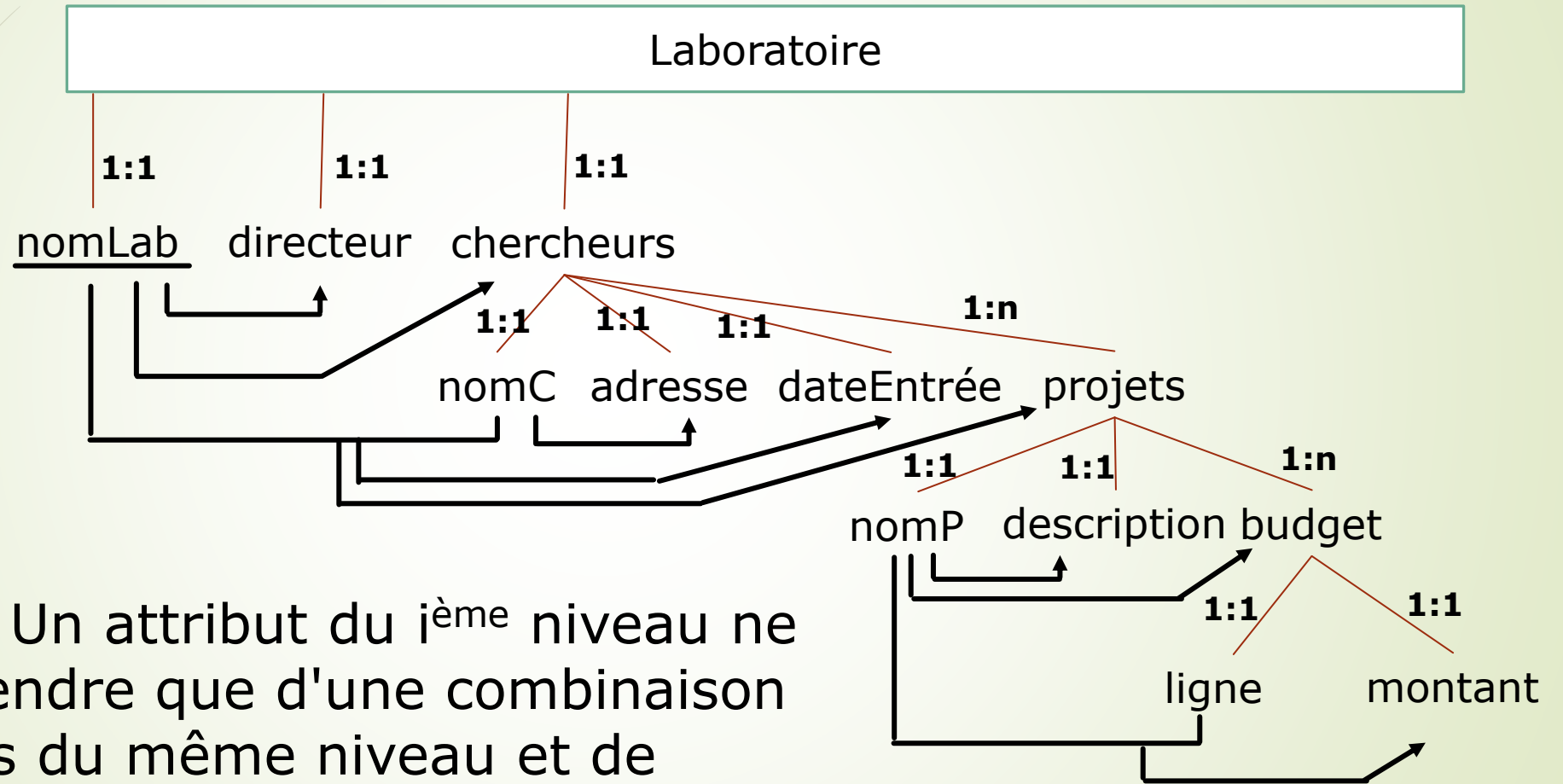
Dépendance et identifiant

➔ Graphe des dépendances



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

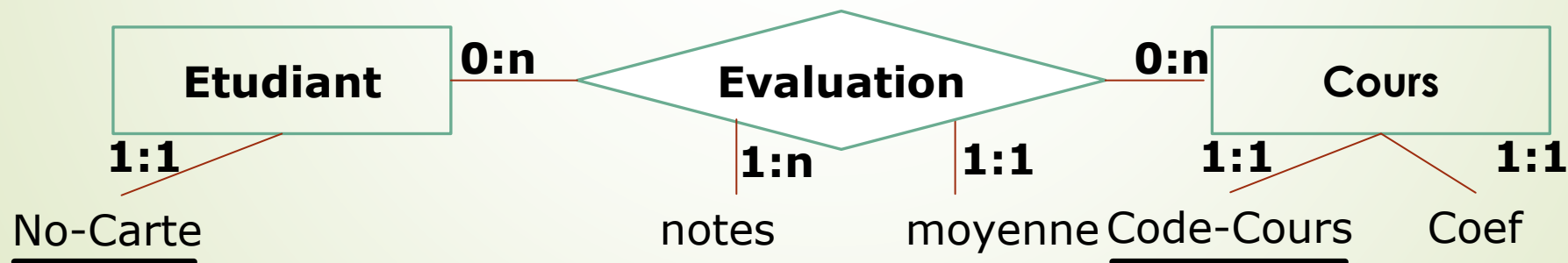
Validation / attributs complexes

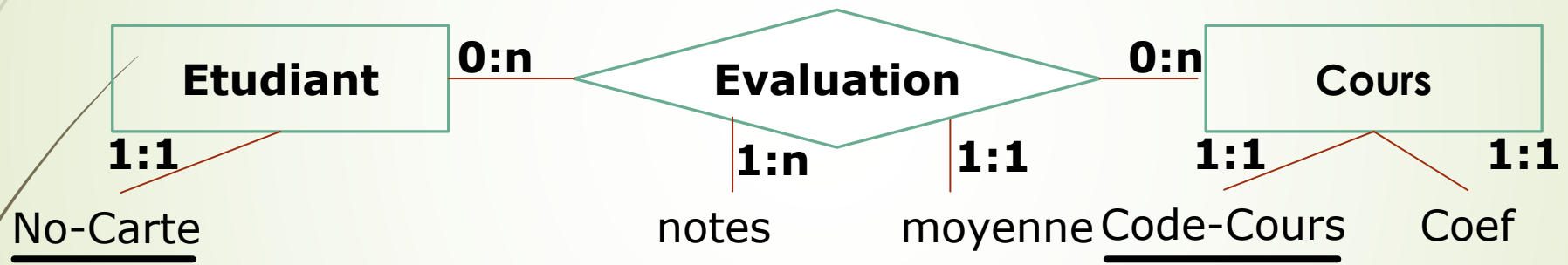


Règle 2: Un attribut du $i^{\text{ème}}$ niveau ne peut dépendre que d'une combinaison d'attributs du même niveau et de niveaux supérieurs contigus.

Validation des attributs d'un TA

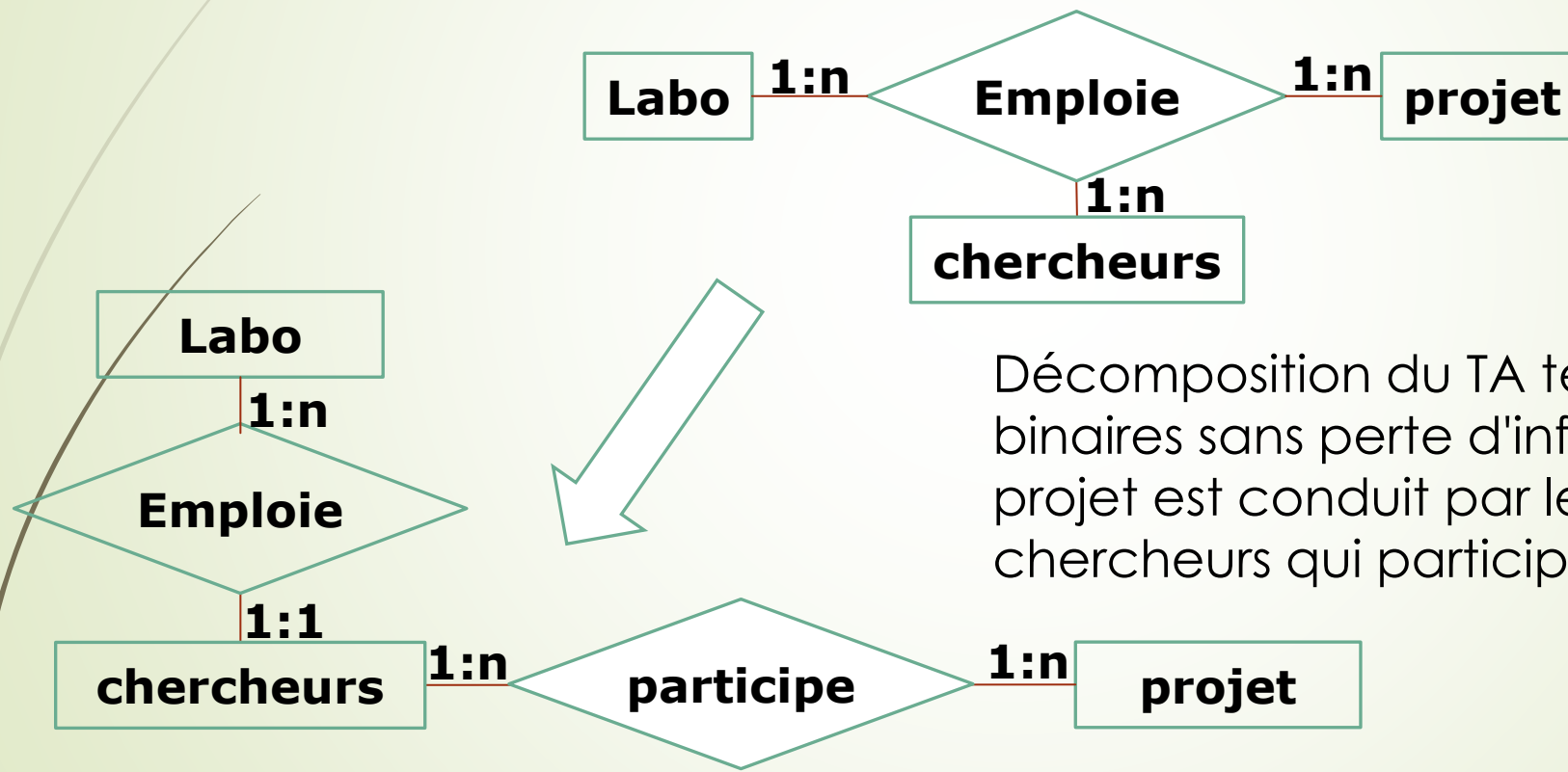
- **Règle 3** : Les attributs du premier niveau d'un TA dépendent d'au moins tous les TEs qui font partie d'au moins un identifiant du TA.
- Dans un TA sans dépendance entre les TEs liés, les attributs du premier niveau dépendent d'au moins tous les TEs liés par ce TA.
- Exemple : Les dépendances existantes sont : (No-Carte, Code-Cours) → notes, (No-Carte, Code-Cours) → moyenne, Code-Cours → coef .
- Par contre : No-Carte $\not\rightarrow$ moyenne, Code-Cours $\not\rightarrow$ moyenne, No-Carte $\not\rightarrow$ notes, Code-Cours $\not\rightarrow$ notes





Décomposition du TA

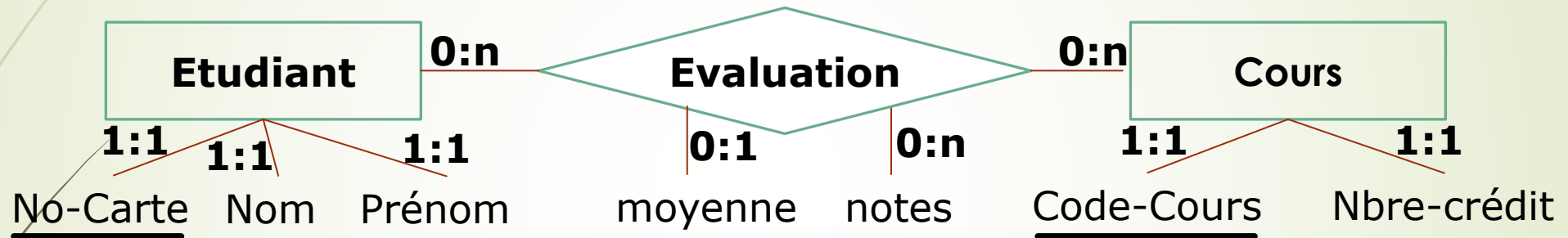
- un TA liant E_1, E_2, \dots, E_n , ($n > 2$) avec une dépendance $E_1 \rightarrow E_2$ (et pas E_1 à E_3, \dots, E_n) doit être décomposé en deux TA $\langle E_1, E_2 \rangle$ et $\langle E_1, E_3, \dots, E_n \rangle$



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.

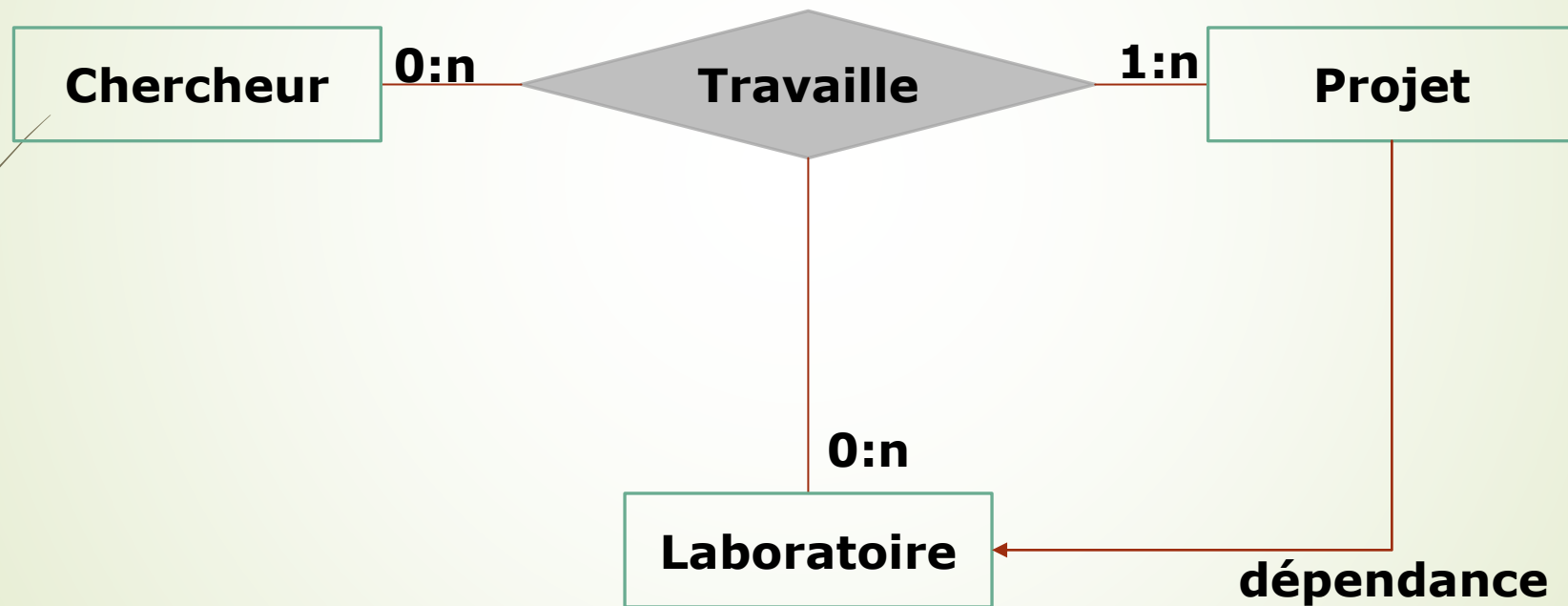
(No-carte, Code-cours) → moyenne, notes

Validation d'un TA

- **Règle 4 :**
- Soit un TA bien construit, liant les TE E_1, E_2, \dots, E_n ; s'il existe une dépendance :
- $(E_1, \dots, E_i) \rightarrow E_{i+1}$, alors il existe la dépendance : $(E_1, \dots, E_i) \rightarrow (E_{i+1}, \dots, E_n)$.
- Donc, si dans un diagramme EA, un TA comporte l'une de ces dépendances sans les autres, il faut décomposer le TA, afin de matérialiser cette dépendance par un nouveau TA de cardinalité maximale 1 pour le rôle source de la dépendance.

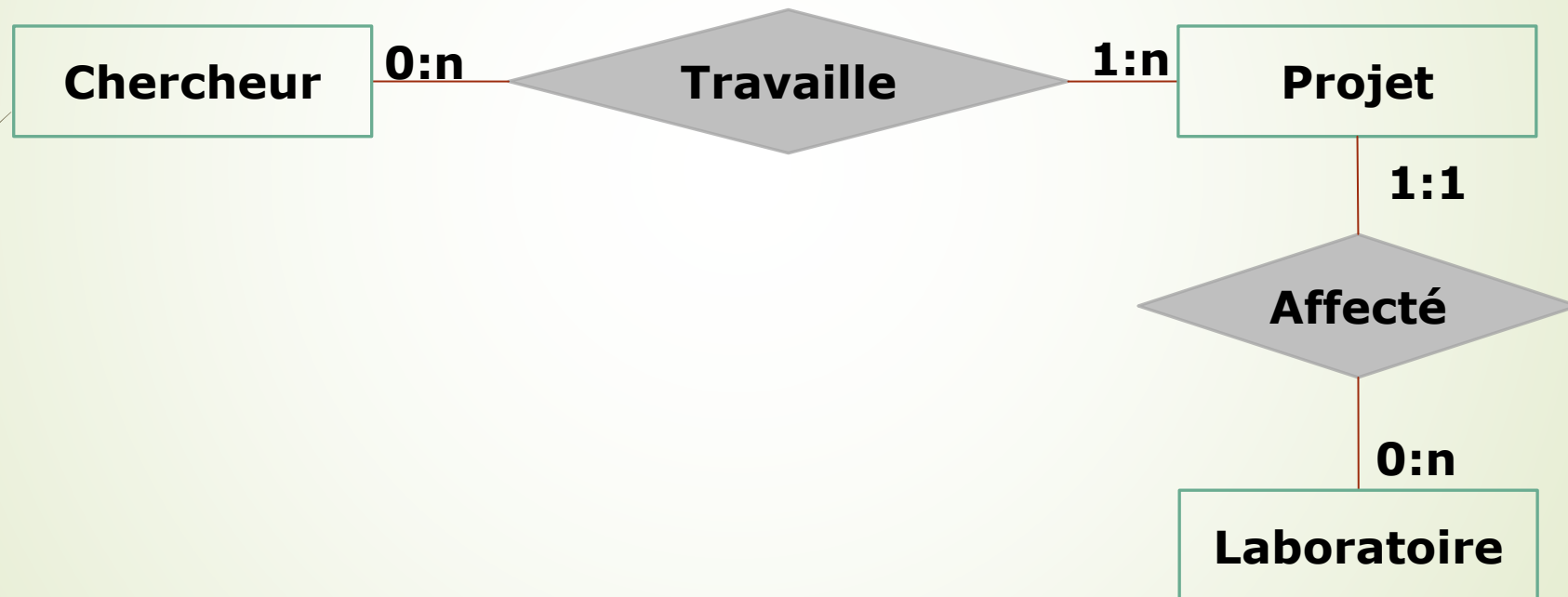
Validation d'un TA

➤ Exemple :



Validation d'un TA

➤ Exemple :



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.

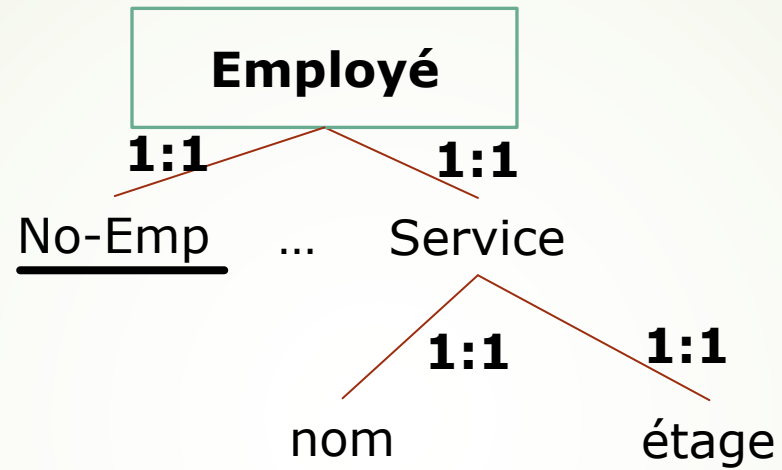


Transformations de schémas EA

Choix de modélisation

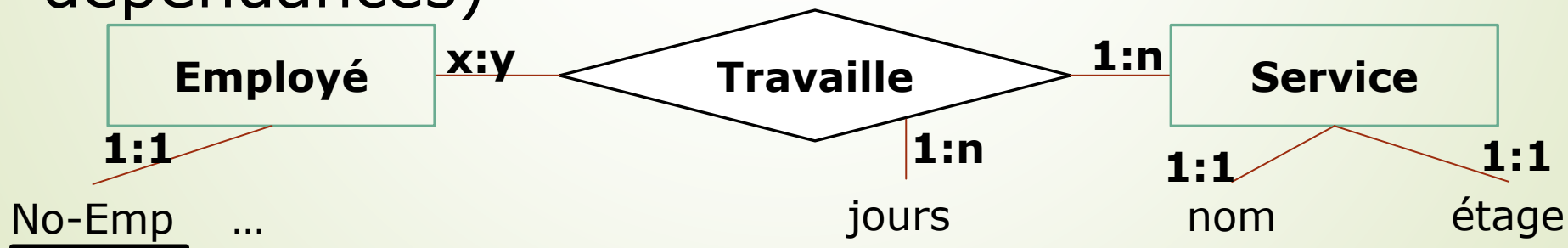
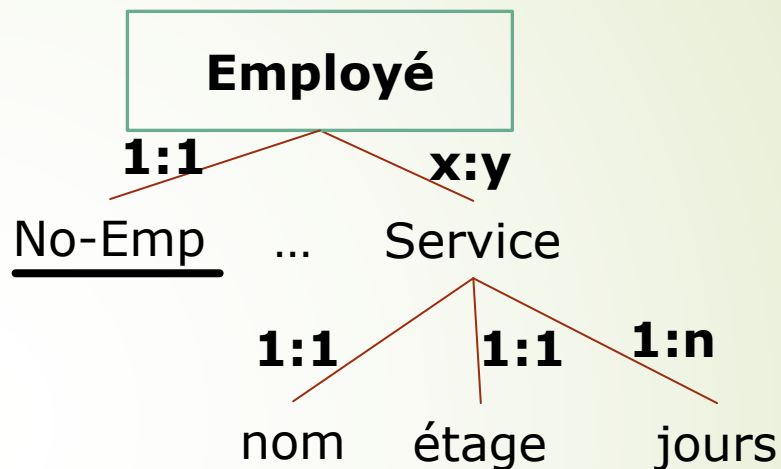
- TE ou attribut ?
- TE ou TA ?
- TA n-aire ou plusieurs TA binaires ?
- Types génériques, types spécialisés ou hiérarchie de types ?
- Attribut facultatif ou sous-type ?

TE ou attribut ?



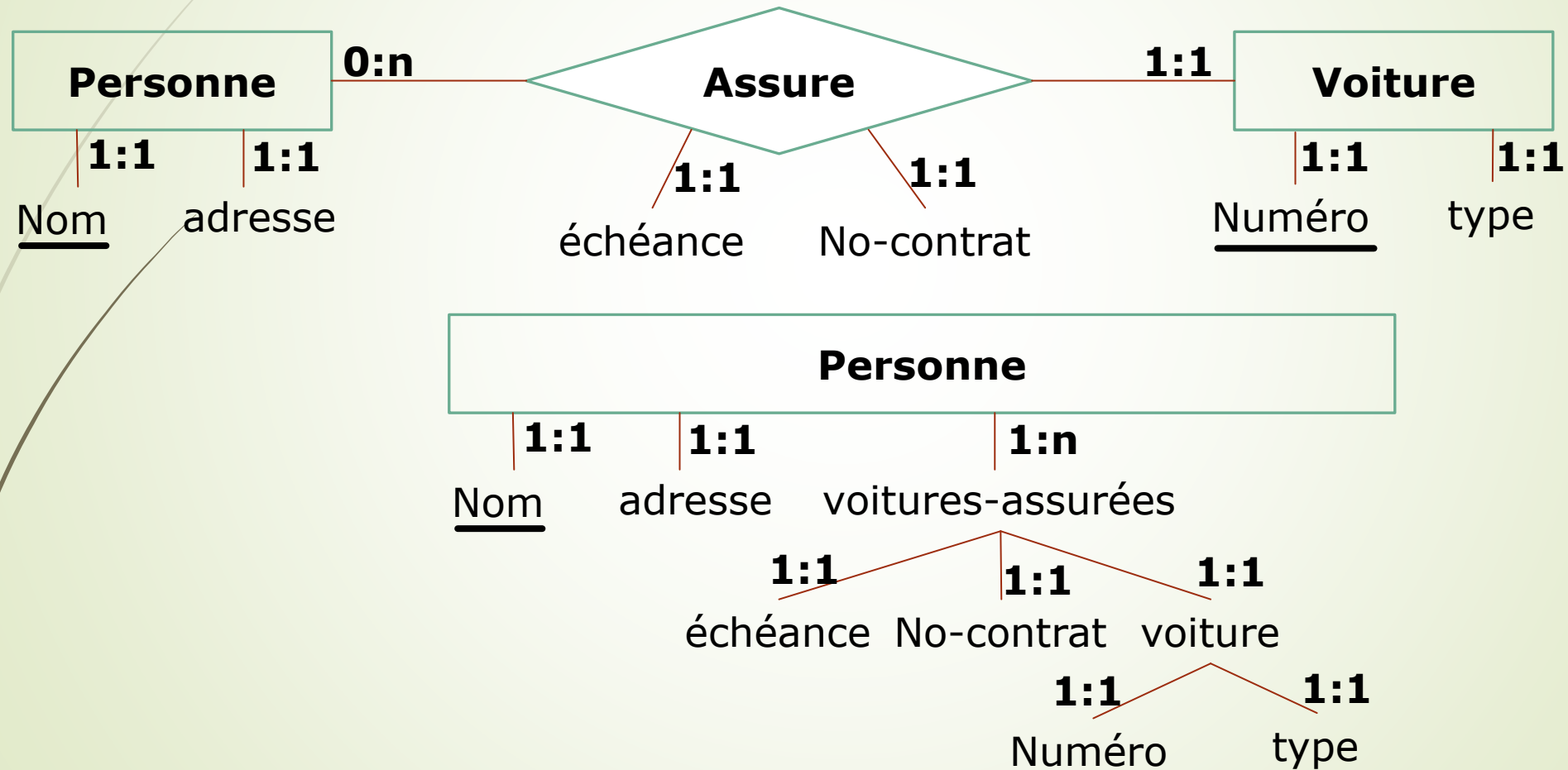
Transformation d'attribut en TE

- 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)

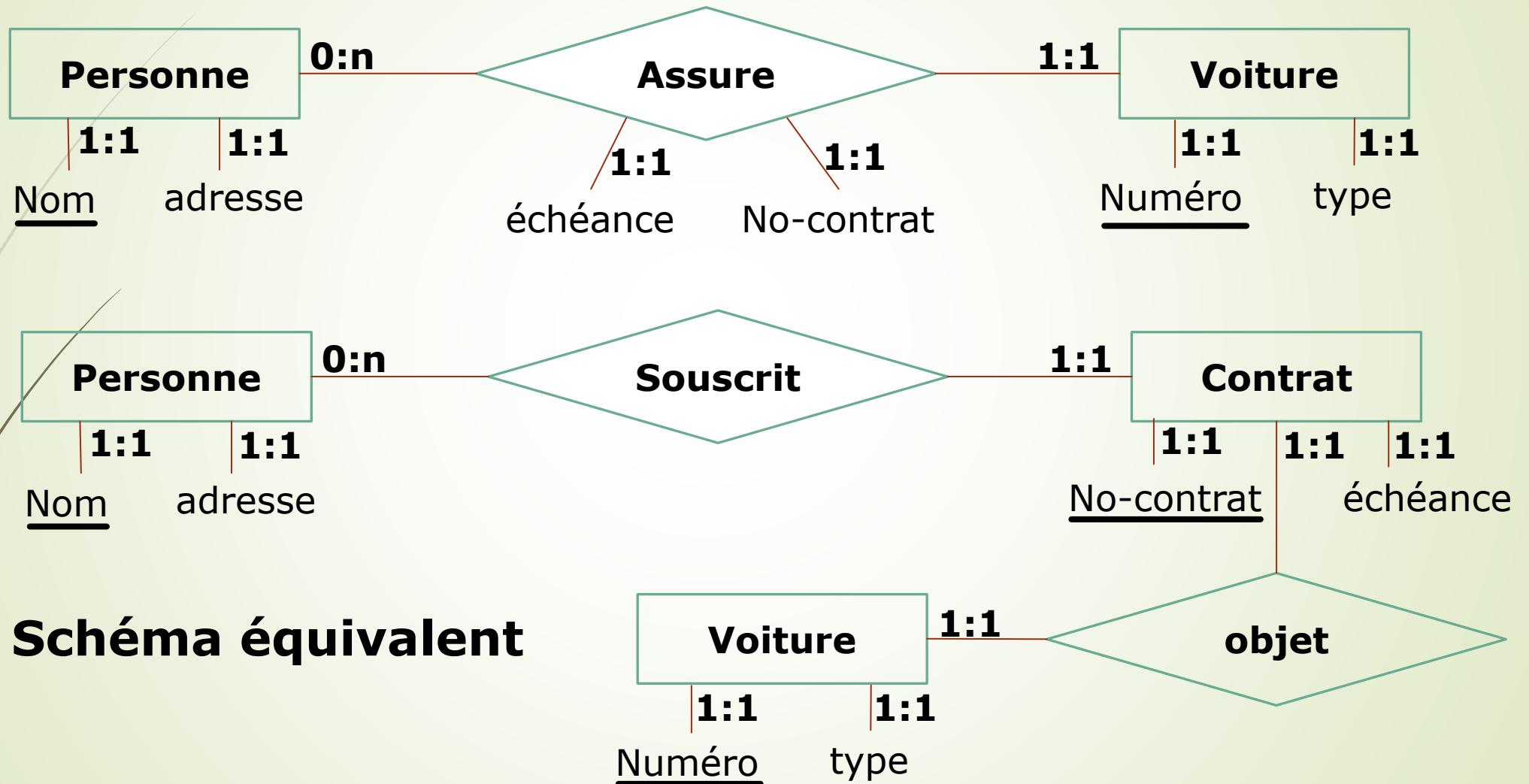


Transformation inverse : $TE \rightarrow attribut$

- Transformer Voiture en attribut de Personne



Transformation TA à TE (et TAs)



TA n-aire à n TA binaires ?

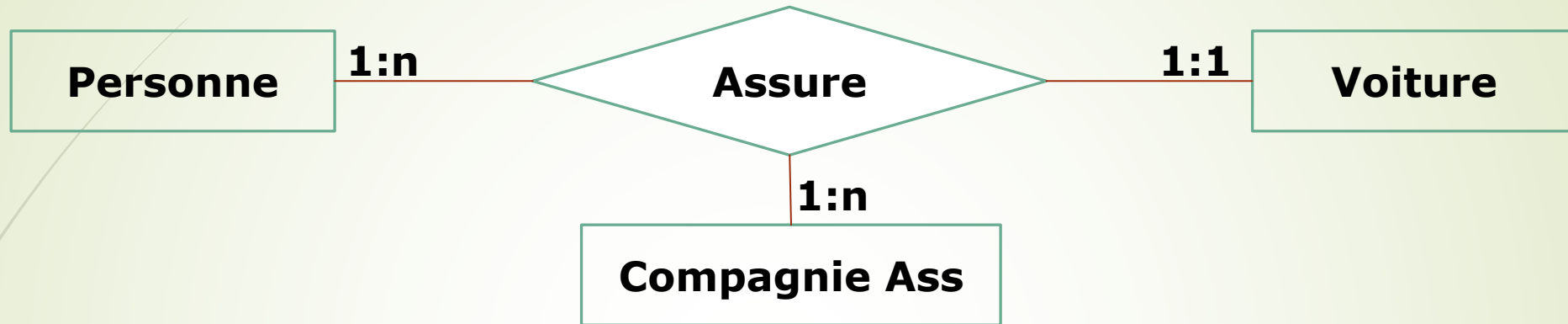
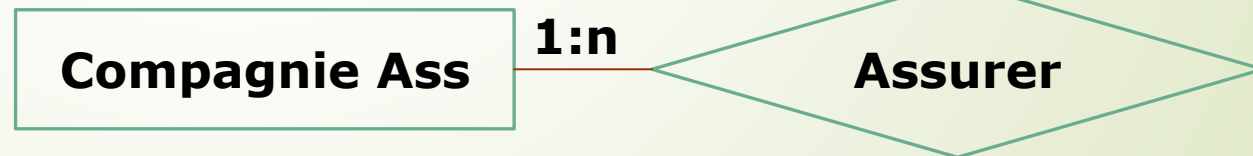
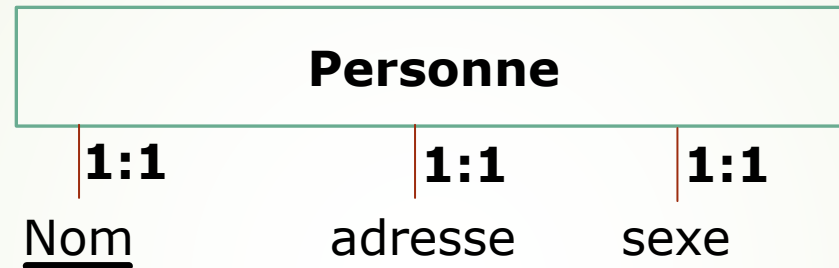


Schéma équivalent

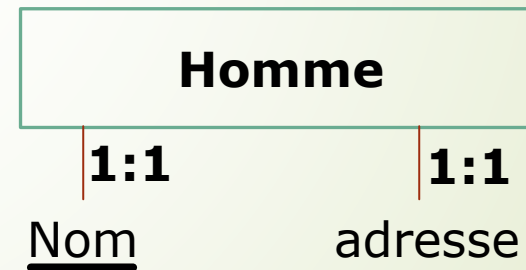
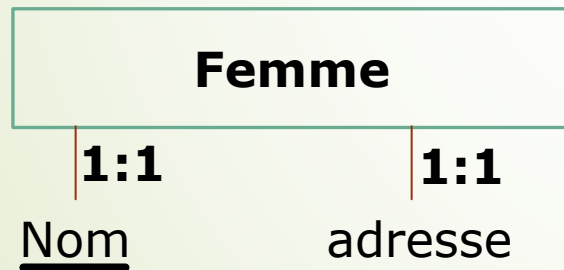


TE génériques ou spécifiques ?

➔ Attribut énuméré

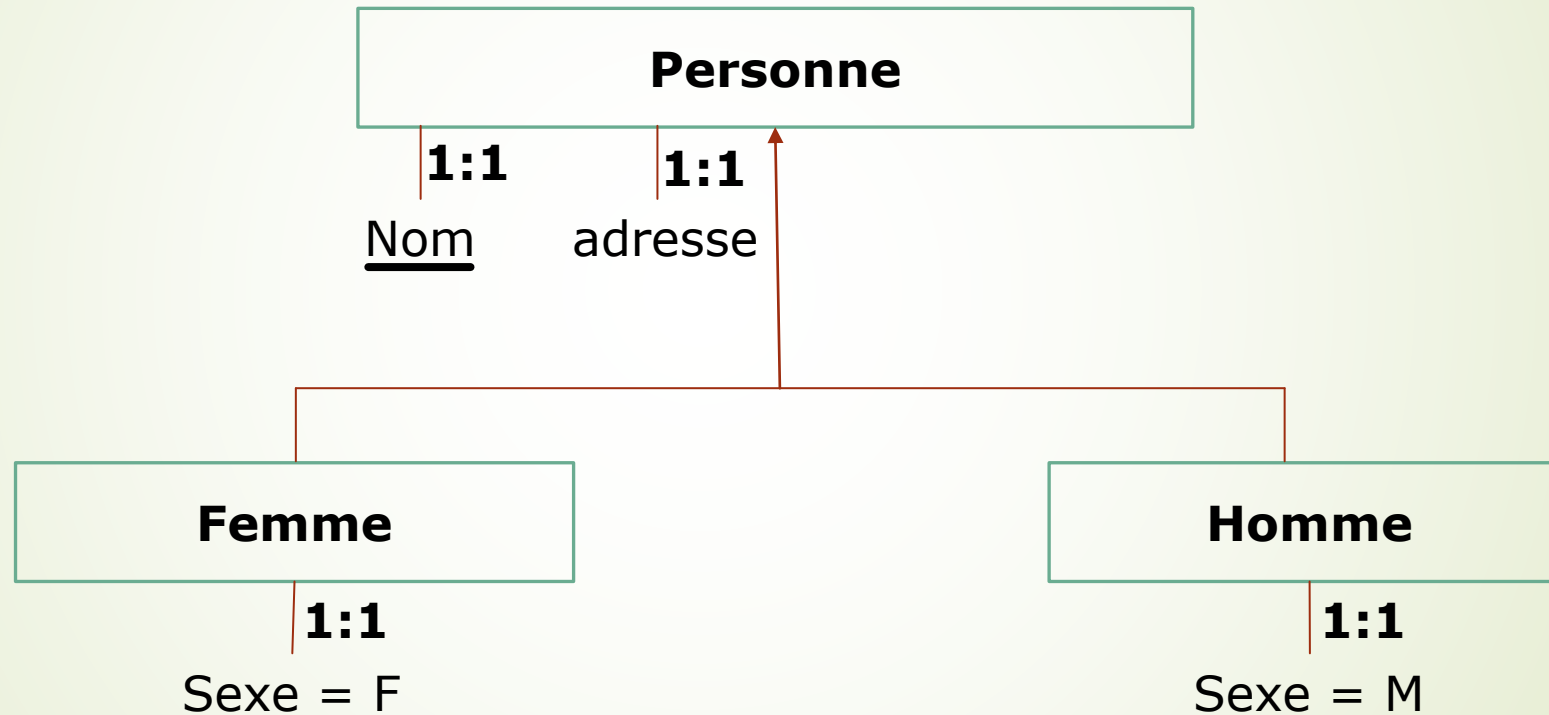


➔ ou (si l'attribut sexe est obligatoire)

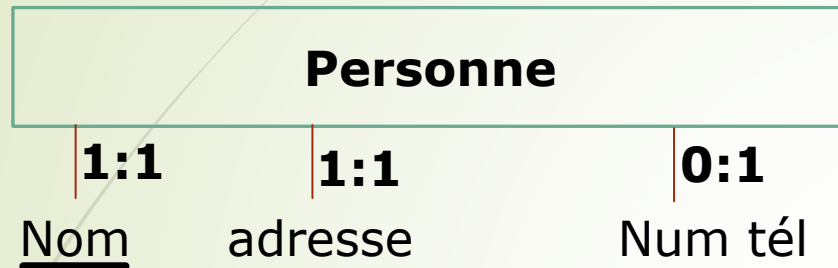


TE génériques ou spécifiques ?

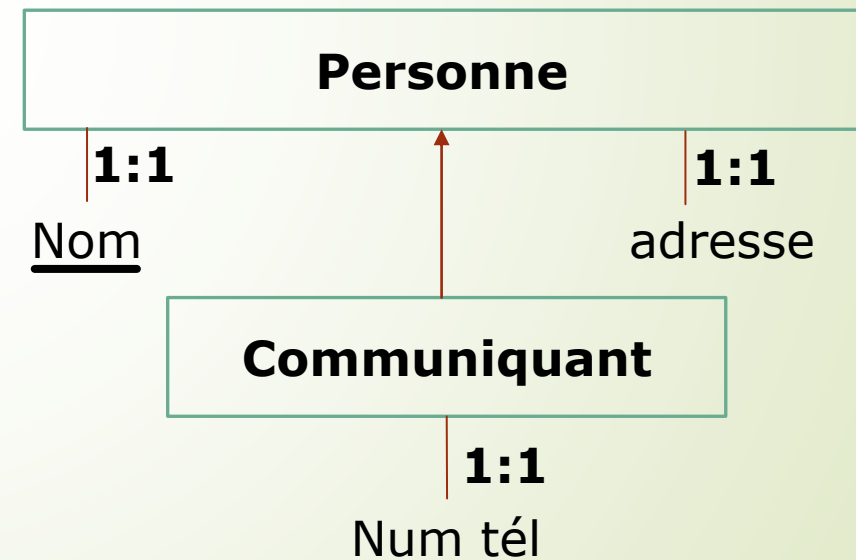
- ou (possible même si l'attribut **sexe** est **facultatif**)



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)

Transformation : exercice

- Proposer une autre représentation :

