Introduction aux Bases de données

Cours 1 : Introduction–Conception

UFR 919 – Licence informatique

LU2IN009

Informations pratiques

Responsable de l'UE :

- Camelia Constantin

Chargés de cours :

- Mercredi 8h45 : Camelia Constantin
- Jeudi 14h00 : Mohamed-Amine Baazizi

Informations supplémentaires :

Moodle : Introduction aux bases de données relationnelles – S2 : https://moodle-sciences-23.sorbonne-universite.fr/course/view.php?id=4015

Bibliographie conseillée

Notes de cours

- S. Gancarski. Introduction aux bases de données. UPMC, Paris 6, janvier 2003 – lien sur le site de l'UE

Livres en anglais

- R. Ramakrishnan and J. Gehrke. Database Management Systems 3e édition, McGraw Hill, 2002 -http://pages.cs.wisc.edu/~dbbook/
  (*Disponible bib. MIR et MIE)*
- A. Silberschatz, HF. Korth and S. Sudarshan. Database System concepts 6e édition, McGraw Hill, 2011-http://db-book.com/

Livres en français :

- S. Abiteboul, R. Hull, V. Vianu, Les fondements des bases de données, Vuibert
  (*Disponible bib. MIR et MIE)*
- G. Gardarin. Bases de données - objet et relationnel. Eyrolles.
  (*Disponible bib.* L1-L2 scientifique *et MIE)*

Aperçu sur les bases de données

Qu'est ce qu'une base de données ?

- Collection de données structurées suivant la réalité modélisée

Où trouve-t-on des bases de données ? Exemple:

- web: sites marchands, réseaux sociaux, ...
- finance: applications financières, gestion de comptes, ...
- économie : e-commerce (amazon), services de ventes/achats, ...
- industrie: gestion de centrales nucléaires, chaînes de production, ...
- transports: réservation de billets, gestion de trains/avions, ...
- science: données d'expérimentation,...
- services publiques: impôts, police, open-data, …

Quels sont les types de Bases de Données ?

- Les BD relationnelles (prédominantes : données de gestion)
- Les BD objet, XML, JSON, RDF (orientées web, données techniques)

SGBD* vs système de fichiers

Accès aux données
- écrire un programme dédié à chaque tache

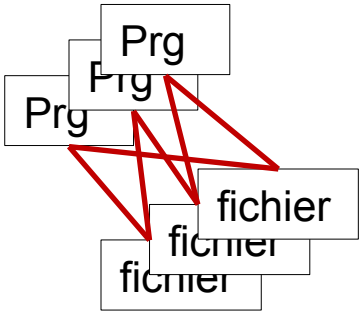
Redondance des données
- la même donnée stockée dans plusieurs fichiers

Cohérence des données
- difficulté d'exprimer et de garantir des contraintes d'intégrité

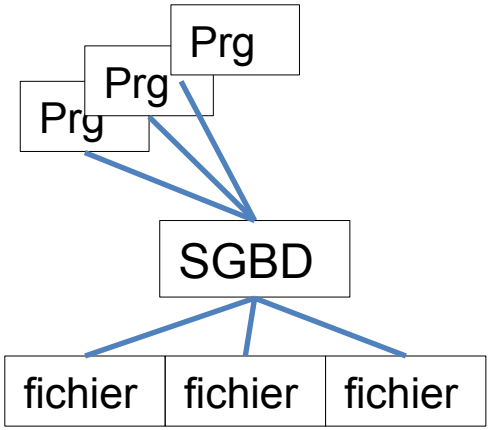
Performance d'accès
- les données souvent volumineuses, plusieurs usagers

Concurrence d'accès
- interaction entre plusieurs programmes

Sécurité et protection des données
- données de sensibilités différentes



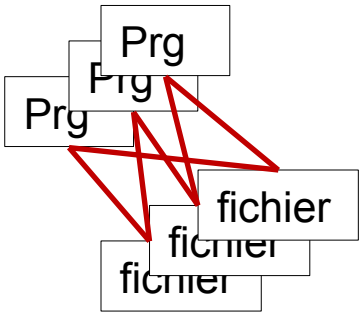
(*) Système de Gestion de Bases de Données
Database Management System (DBMS)



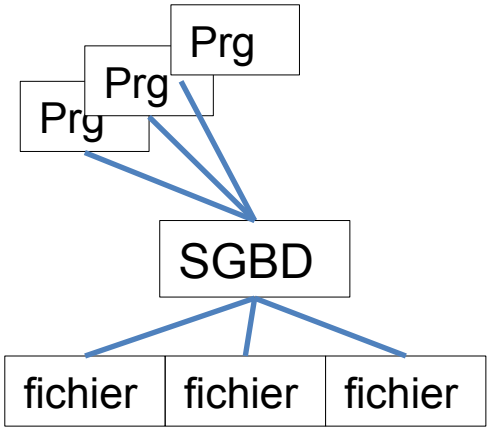
SGBD* vs système de fichiers

SGBD :

- Contient les BDs ainsi que leur description et contraintes (méta-données stockes dans le catalogue du SGBD)
- Centralisation de l'information, représentation de relations complexes entre les données, permet de trouver et de mettre à jour efficacement des données reliées
- Contrôle de la redondance des données
- Contrôle des niveaux d'accès aux données (sécurité des données)
- Stockage persistant pour les données des applications, structures de stockage et interrogation efficace des données
- Abstraction des données, isolation entre les données et les traitements
- Plusieurs vues des mêmes données, interfaces utilisateur multiples
- Accès simultané aux données centralisées par plusieurs applications, contrôle de concurrence, partage de données
- Définition de contraintes d'intégrité et automatisation de leur maintenance (triggers)



(*) Système de Gestion de Bases de Données
Database Management System (DBMS)



L'architecture à 3 niveaux

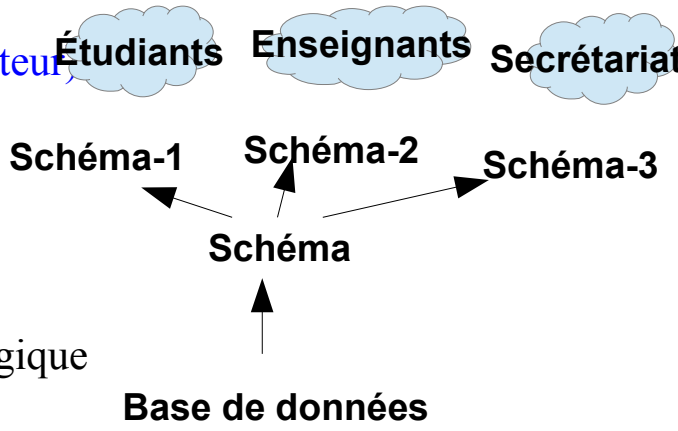
Niveaux d'abstraction

- Niveau des vues (accessible à l'utilisateur)

  Quelles données peut-on voir → schéma externe
- Niveau logique (accessible au concepteur/programmeur)

  Quelles données sont stockées → schéma logique
- Niveau physique (accessible au concepteur et à l'administrateur)

  Comment les données sont stockées → schéma physique



Indépendance entre les niveaux

- Indépendance physique des données

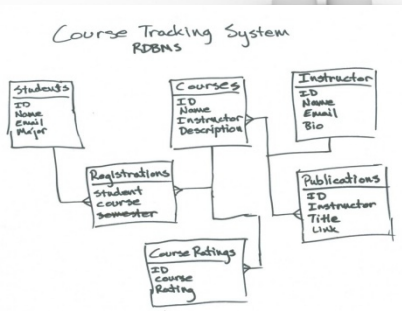
  le changement du schéma physique n'affecte pas le schéma logique
- Indépendance logique

  le changement du schéma logique n'affecte pas le schéma externe

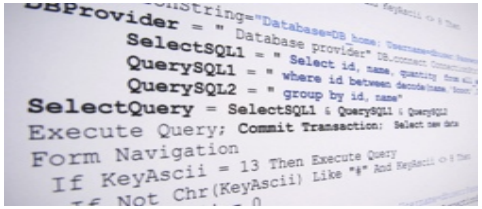
Comment construire une base de données

1. Analyse des besoins
   observer le monde réel
   identifier les informations pertinentes

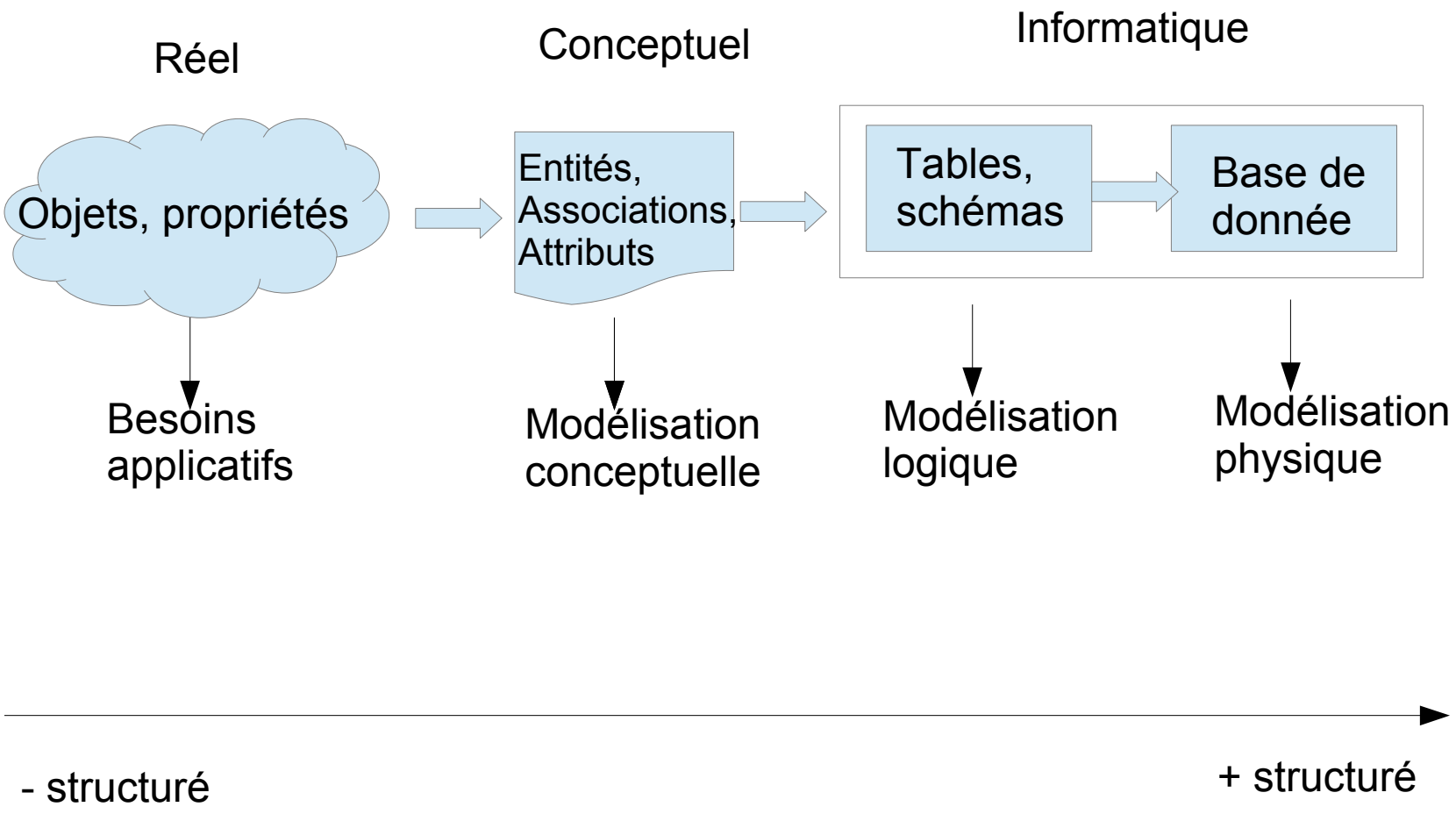
2. Modélisation des données
   formaliser les besoins



3. Implantation des données et des procédures d'interrogation et de mise à jour
   BD proprement parlé



Construction d'une base de données



Quels outils ?

1. Analyse des besoins :
   - discussion ‘informelle’ qui découle sur une documentation technique
2. Modélisation des données :
   - traduction des besoins en des concepts de base : entités et lien entre elles (modèle Entite-Association)
3. Implantation des données :
   - langages compréhensibles par la machine
   - SQL (*Structured Query Language)* est le standard pour les données relationnelles

Modèles de Données

Modèle entité-association

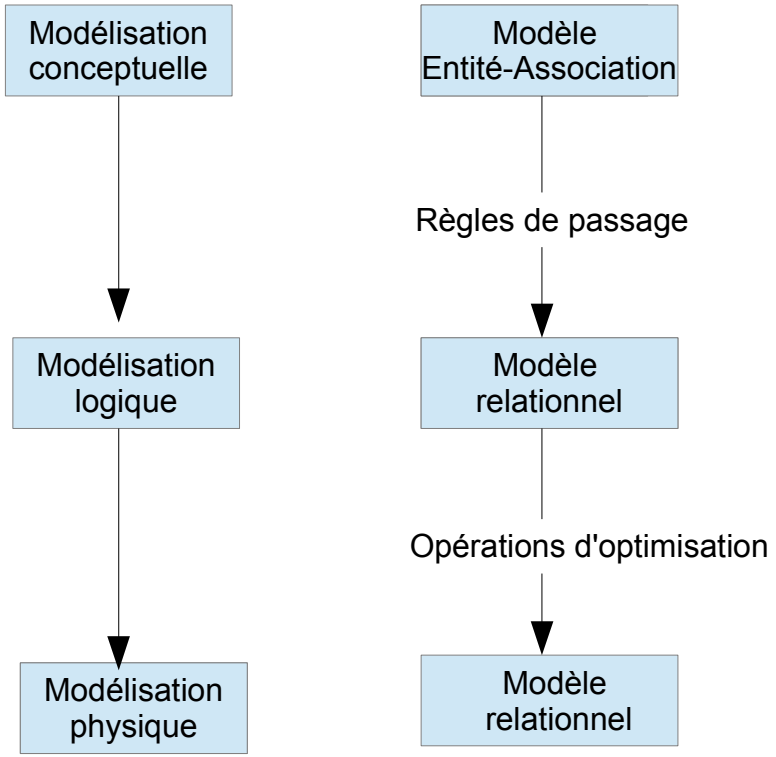
- Description haut niveau des données
- entité et les liens ente elles (associations)

⇨concepteur, client

Modèles relationnel

- Représentation logique des données
- Concept de tables

⇨ concepteur, développeur



Langages pour les BD

Langage déclaratif (se concentrer sur la logique de l'application, pas sur l'accès aux données)

- Quelles données retourner, supprimer, modifier?
- Le système génère un programme « optimisé » pour réaliser la tâche demandée
- Langage de définition des données (*Data Definition Language*)
  - Création des tables
  - Définition des contraintes
- Langage de manipulation des données (*Data Manipulation Language*)
  - Interrogation des données
  - Insertions, modification et suppression données

But du cours

Introduction aux Bases de données relationnelles sous un angle applicatif

- Modélisation et représentation des données
- Implantation et manipulation des données
- Programmation en lien avec les données

Aperçu des cours liés

- LU3IN009 : Systèmes de Gestion de Bases de Données
- MLBDA (M1) : Modèles et Langages pour les Bases de Données Avancés
- SAM (M1) : Stockage et Accès aux Mégadonnées
- BLDE (M2) : Bases de Données Large Échelle
- LODAS (M2): Linked Open Data et Apprentissage Symbolique

Plan du cours

- Conception d'un schéma de Bases de Données

  Modèle Entité-Association

- Interrogation des données

  Langage de requêtes : Calcul relationnel et SQL

- Saisie, modification et cohérence des données

  Langage de Définition de Données (DDL)

  Langage de Manipulation de Données (DML)

- Manipulation complexe des données

  Programmation en PL/SQL, Déclencheurs (triggers)

Conception d'un schéma Entité-Association

Démarche

Analyse des besoins

- Discussion **informelle** avec les futurs utilisateurs
- Identifier les objets du monde réel et des liens entre eux
- Identifier les opérations sur ces objets et les éventuelles évolutions

→ Document technique décrivant les données de l'application

Etablissement du schéma conceptuel

- Langage de **haut niveau** (ex. le modèle entité-association)
- Décider des données devant être stockées, de leur propriétés et des relations entre elles
- Définir les contraintes à respecter

→ Schéma dans un langage de haut niveau (Entité-Association)

Etude de cas : BD d'une université

Les besoins :

- Gérer les inscriptions des étudiants à des modules
- Gérer l'affectation des tuteurs à des étudiants
- Gérer le planning des salles

Les objets à modéliser :

- Les étudiants Les modules
- Les tuteurs
- Les salles

Les liens entre les objets (scénario) :

- Les étudiants s'inscrivent à un ou plusieurs modules pour une année universitaire
- Le cours d'un module a lieu dans une salle donnée ; il débute à une heure connue et se déroule pendant une durée connue.

Le modèle Entité-Association

- Proposé par Peter Chen en 1976
- **Principe** : Transcrire les besoins en terme de *classes* d'*entités* et de *classes* d'*associations*

- Les *entités* = les objets du monde réel
- Une classe d'entités = ensemble d'entités possédant les mêmes propriétés

- Les *associations* = les relations liant les entités
- Une classe associations = ensemble d'associations reliant des entités de la même classe

- Les *attributs* = les propriétés qui renseignent certaines informations sur une entité ou une associatio

Entité

- Tout objet du monde réel pertinent pour l'application, peut être concret ou abstrait.
- Exemple d'entités concrètes :
  - Le médecin "Anne DUPONT" est une entité
  - La salle 24-34/208 est une entité
  - L'enseignement "2I009" est une entité
- Exemple d'entités abstraites (qui ne correspondent pas à des objets physiques) :
  - Le virement n° XXX ayant eu lieu le 20/01/19 est une entité
  - Le compte en banque d'un client est une entité
  - Un contrat d'assurance est une entité

Classe d'entités

- Permet de décrire un ensemble d'entités de même type (ayant les mêmes caractéristiques)

- Exemple de classes d'entités :
  - La classe *Étudiant* décrit l'ensemble des étudiants de l'université (tout étudiant a un nom, prénom, adresse, matricule)
  - La classe *Module* décrit toutes les modules de l'université (tout module a un code, un intitulé et un niveau)
  - La classe *Médecin* décrit tous les médecins de l'application (tout médecin a un matricule et un nom)
  - etc

Attribut

- Modélise une propriété/caractéristique d'une classe d'entités
- Possède un nom et un domaine de valeurs (=ensemble de valeurs permises)
- Est *atomique* (ne peut pas être multivalué)
- Un attribut prend une seule valeur à la fois pour chaque entité
- Exemple d'attributs :
  - Le nom, le prénom, l'adresse et le matricule sont des attributs de la classe *Étudiant*
  - Le nom est une chaîne de 1 à 20 caractères et l'attribut correspondant est Nom.
  - Le matricule est un nombre entier avec 4 chiffres
  - L'attribut prénom *ne peut pas contenir plusieurs chaînes de caractères* (e.g "Jean", "Louis") mais une seule chaîne de caractères (e.g "Jean, Louis")
  - Le nom de l'étudiant de matricule 1234 (=une entité) ne peut pas être à la fois "Dupont" et "Martin"

Identifiants

- Un sous ensemble d'attributs d'une classe d'entités
- Permet de distinguer les entités de la même classe (deux entités de la même classe ne peuvent pas avoir le même identifiant)
- Toute classe d'entités doit avoir au moins un identifiant (si plusieurs identifiants potentiels → en choisir un seul)
- Un identifiant peut être :
  - Naturel (construit à partir des attributs de la classe)
  - Artificiel (rajouté aux attributs de la classe, lorsque les attributs de la classe ne permettent pas de définir un identifiant)

Exemples d'identifiants

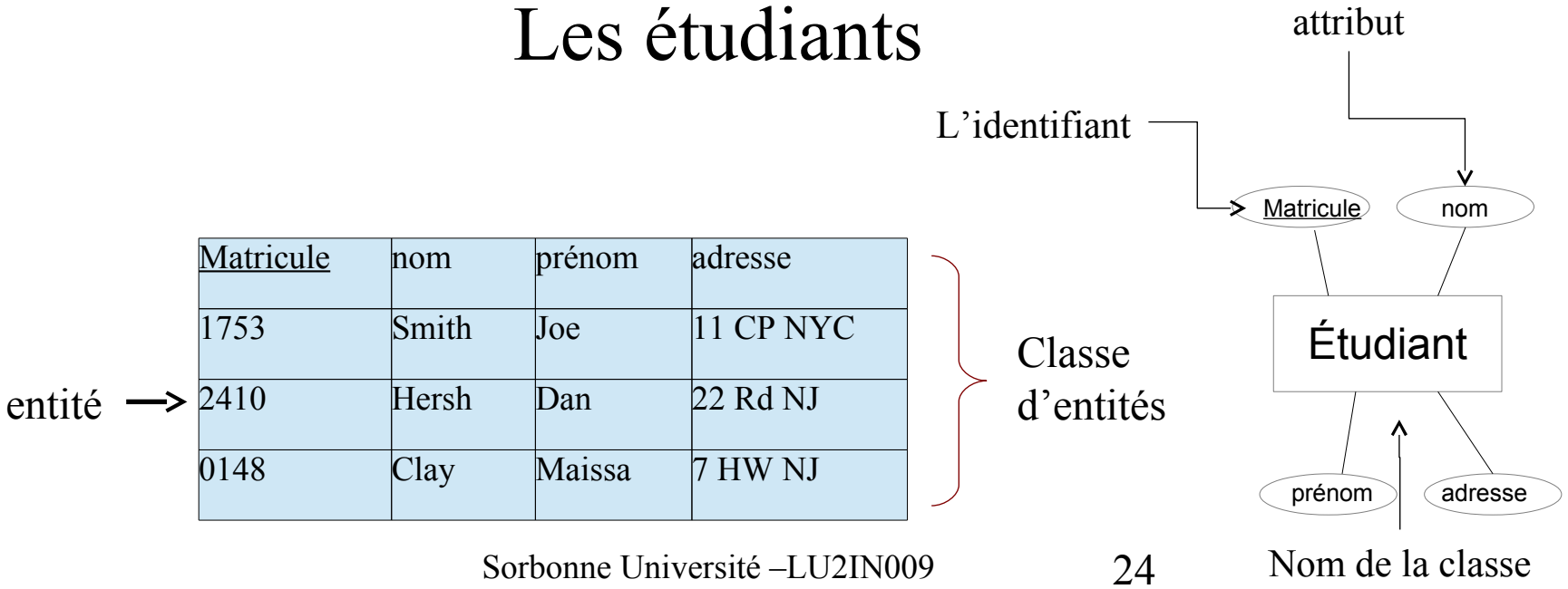
- Le matricule de l'étudiant permet de distinguer l'ensemble d'étudiants de l'université → peut être identifiant de la classe *Étudiant*
- Pour une salle d'enseignement, son numéro (e.g 207) ne permet pas de la distinguer des autres salles de l'université (il peut y avoir une autre salle 207), on a besoin aussi de connaître son emplacement (e.g 24-34), donc le couple (numéro, emplacement) (e.g (207, 24-34)) sera l'identifiant de la classe *Salle*
- Si chaque étudiant a un nom différent des autres étudiants ainsi qu'un matricule différent des autres étudiants, choisir un des deux (e.g matricule) comme identifiant de la classe *Étudiant*
- Si plusieurs enseignants peuvent avoir le même nom et le même prénom (le couple nom, prénom ne peut pas jouer le rôle d'identifiant), alors ajouter un attribut artificiel id à la classe *Enseignant* qui sera désigné comme identifiant.

Etude de cas : BD d'une université

Classe d'entités

ensemble d'entités possédant les mêmes propriétés

Les étudiants



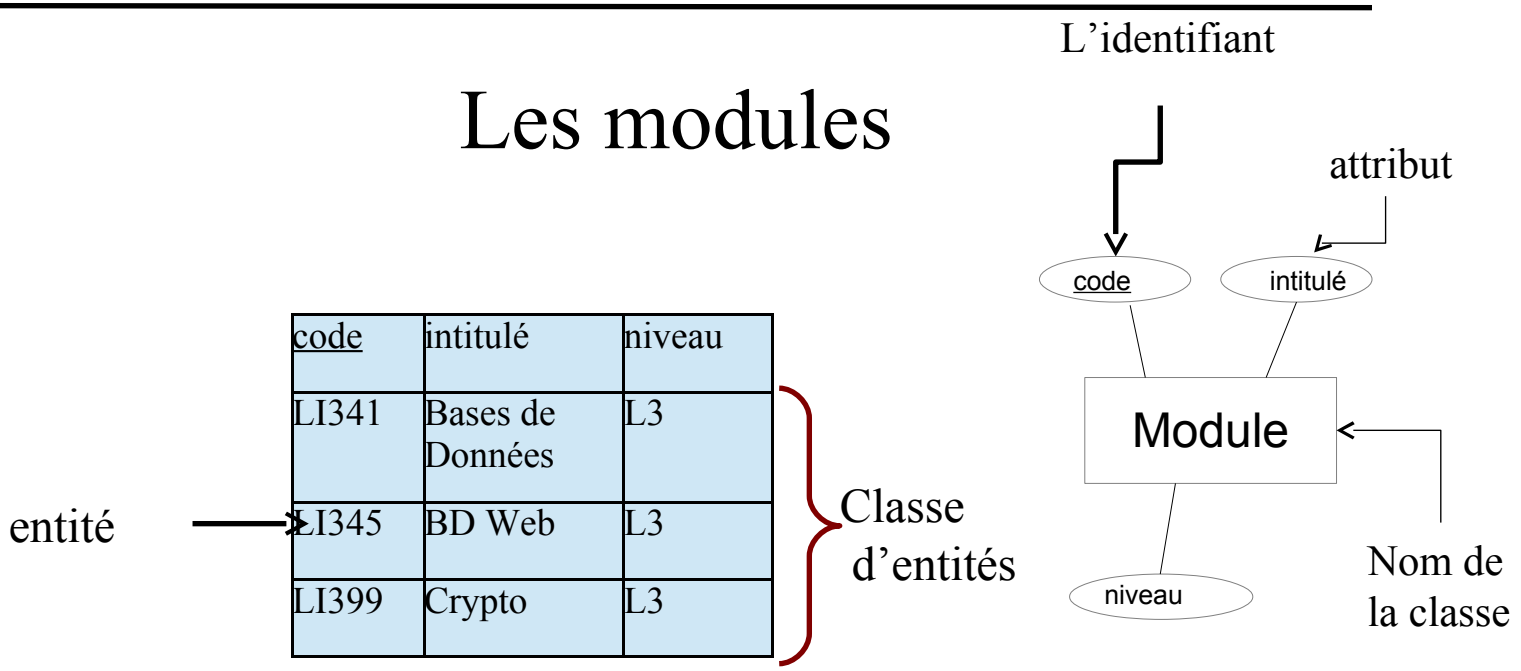
Matricule	nom	prénom	adresse
1753	Smith	Joe	11 CP NYC
2410	Hersh	Dan	22 Rd NJ
0148	Clay	Maissa	7 HW NJ

Etude de cas : BD d'une université

Classe d'entités

ensemble d'entités possédant les mêmes propriétés

Les modules

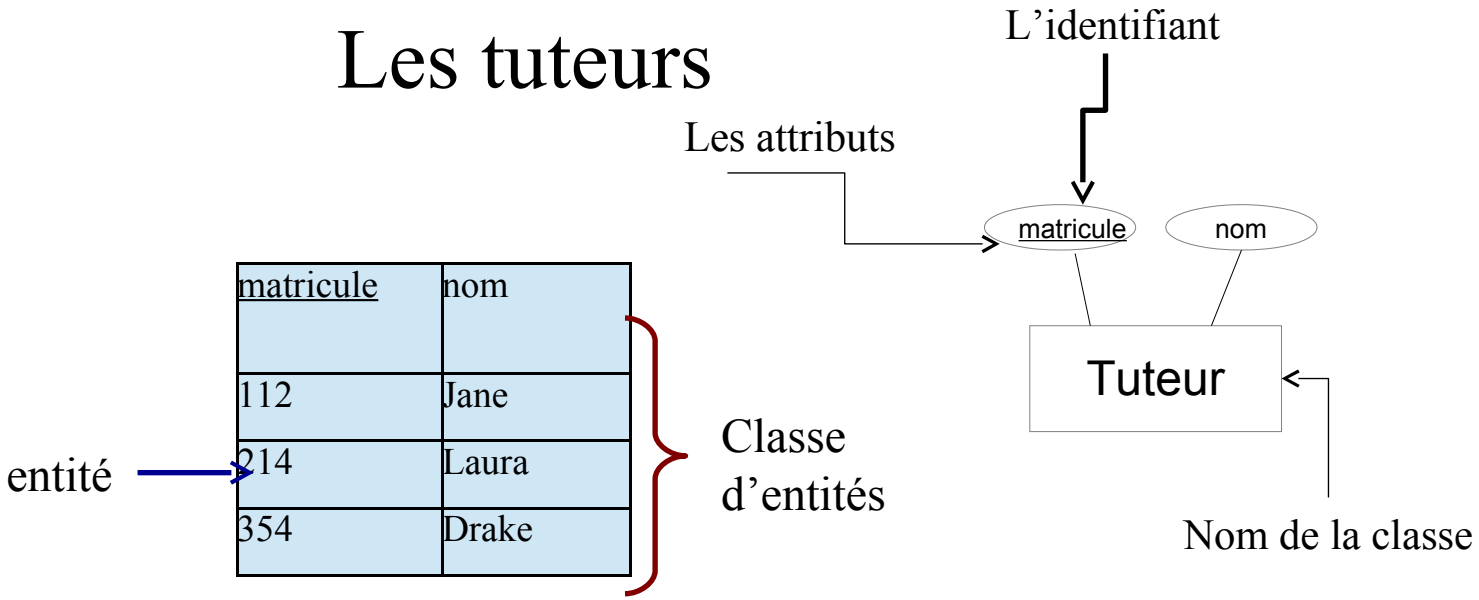


code	intitulé	niveau
LI341	Bases de Données	L3
LI345	BD Web	L3
LI399	Crypto	L3

Etude de cas : BD d'une université

Classe d'entités

ensemble d'entités possédant les mêmes propriétés



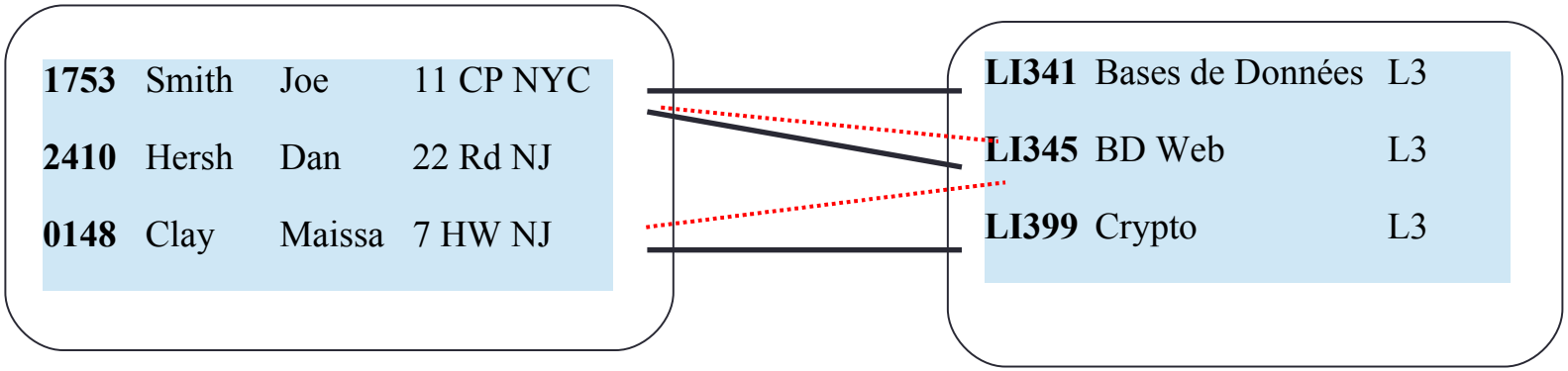
Etude de cas : BD d'une université

Association

- Lien entre entités (relation entre deux ensembles)
- Il est possible d'avoir plusieurs associations entre les mêmes entités avec des sémantiques différentes

---

« Etudiant *inscritDans* Module » et « Etudiant prefère Module »



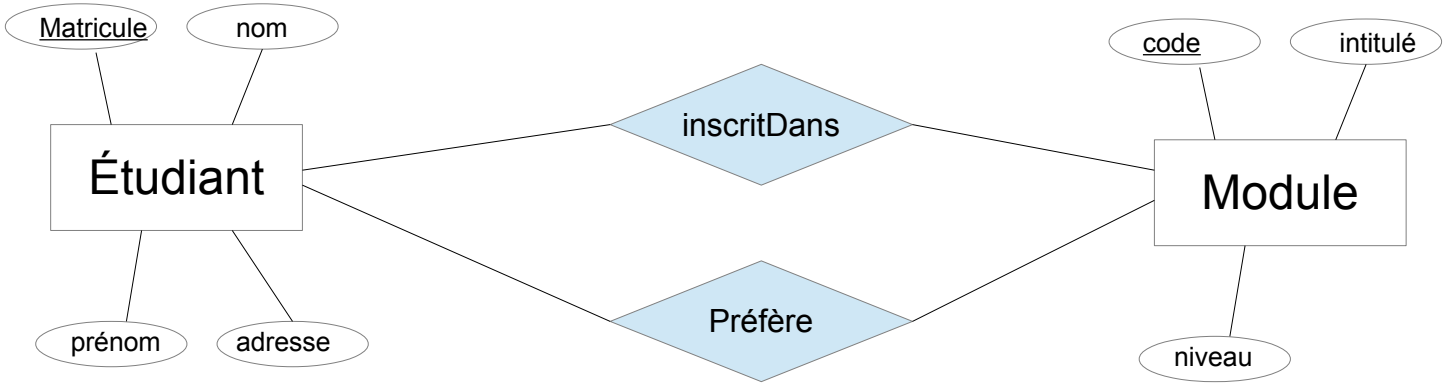
Entités étudiants

Entités modules

Classe d'associations

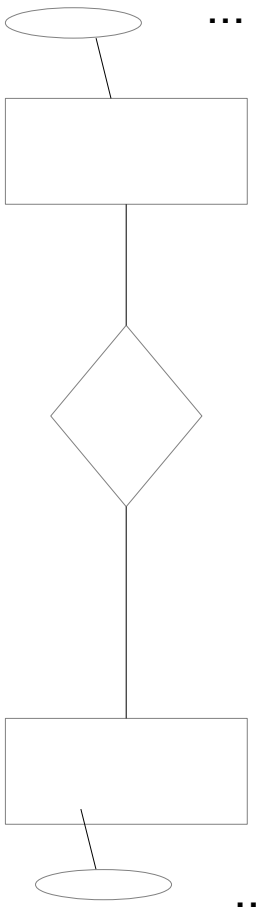
- L'ensemble d'associations de même type (qui relient les mêmes ensembles d'entités et qui ont la même sémantique)
- Désignée généralement par un verbe

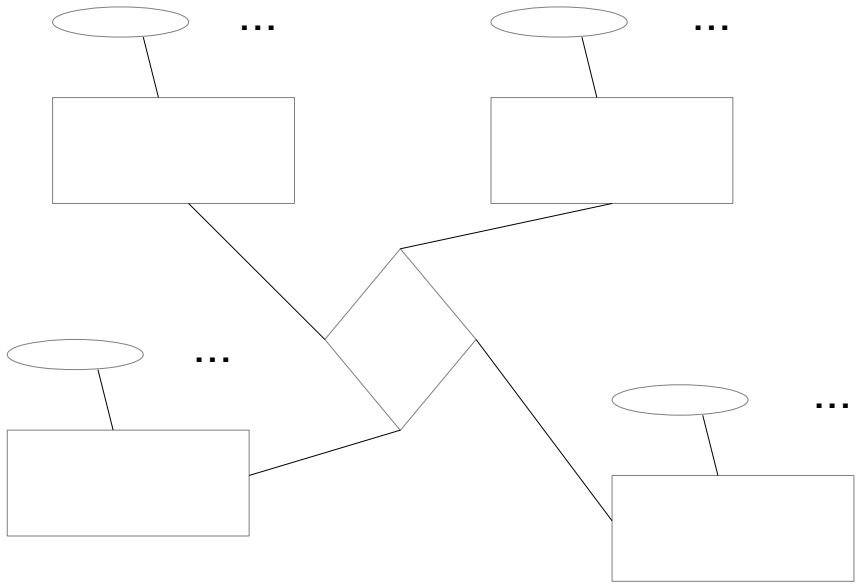
- Exemple (représentation graphique) :



Types de classes d'association

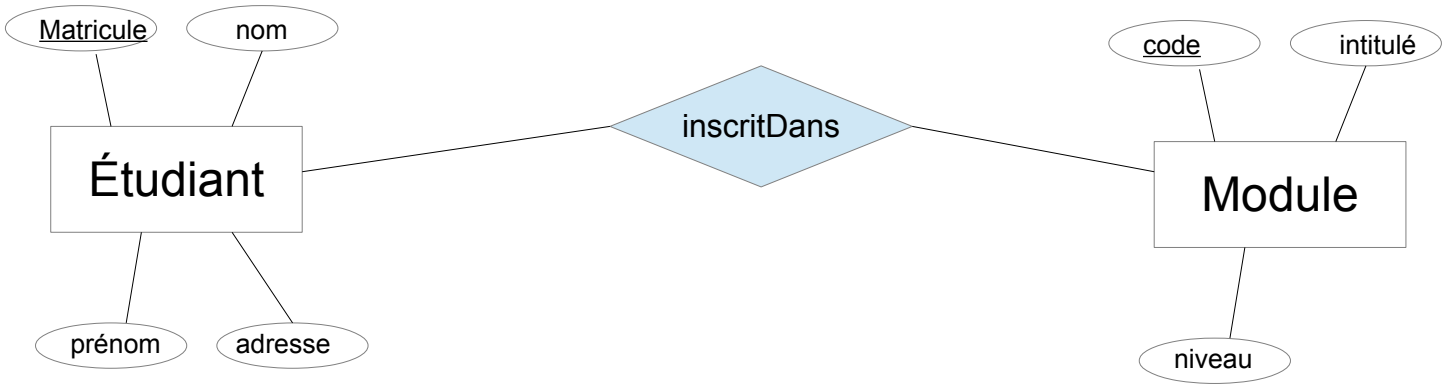
Associations binaires (relient deux entités)
Associations N-aires (relient plus de deux entités)





Association quaternaire

Exemple d'associations appartenant à une classe



1753	Smith	Joe	11 CP NYC
2410	Hersh	Dan	22 Rd NJ
0148	Clay	Maissa	7 HW NJ

1753, LI341

1753, LI345

0148, LI399

LI341	Bases de Données	L3
LI345	BD Web	L3
LI399	Crypto	L3

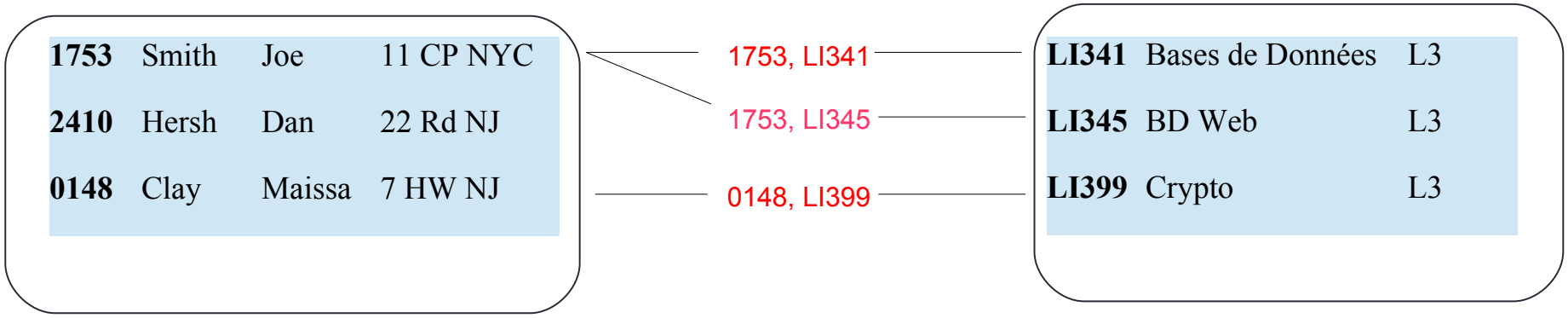
Entités étudiants

Entités modules

L'identifiant d'une association

Une association est identifiée au moyen des identifiants des entités qu'elle met en relation → on ne peut pas associer les mêmes entités plusieurs fois avec des associations de même sémantique

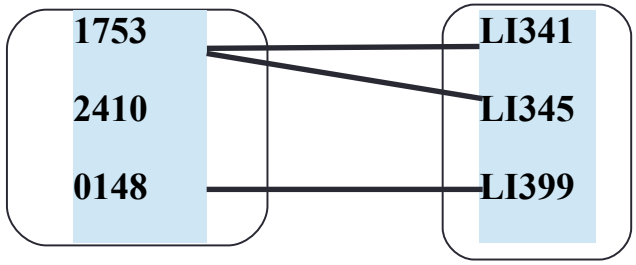
Exemple: l'étudiant 1753 ne peut pas s'inscrire plusieurs fois au module LI341



Entités étudiants

sera notée

Entités modules



étudiants modules

ou

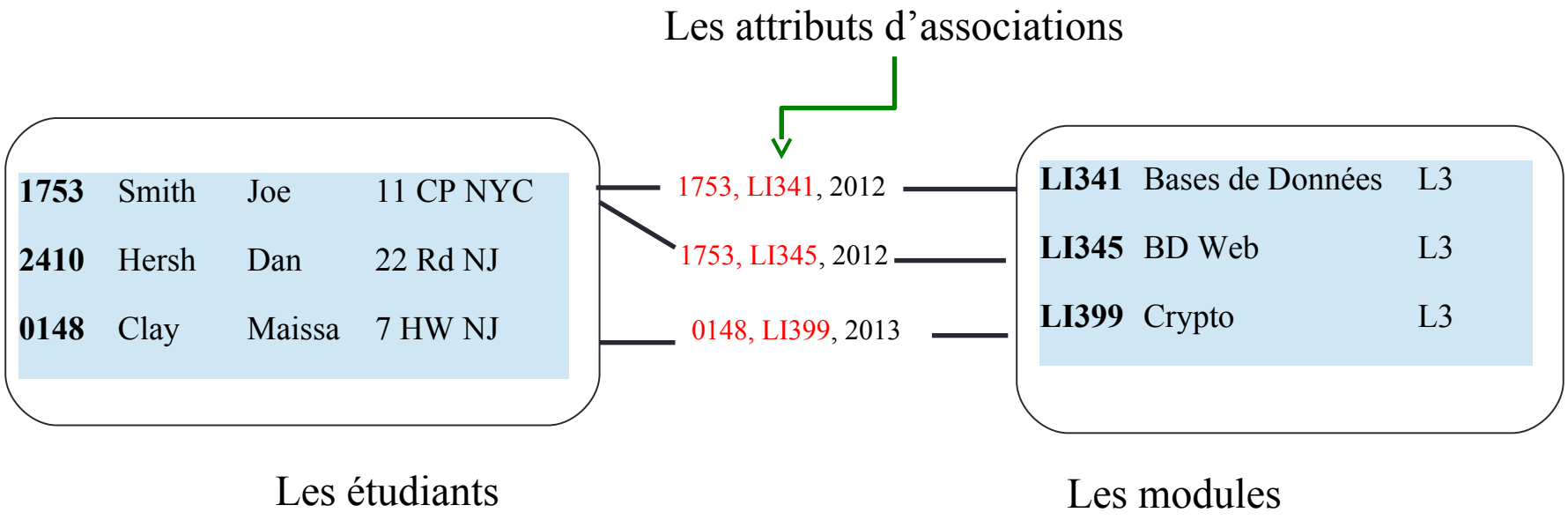
étudiants	**modules**
1753	LI341
1753	LI345
O148	LI399

Etude de cas : BD d'une université

Attributs d'une association

- Les identifiants des entités qu'elle relie, plus éventuellement d'autres attributs

Exemple: Etudiant *inscritDans* Module pour une année

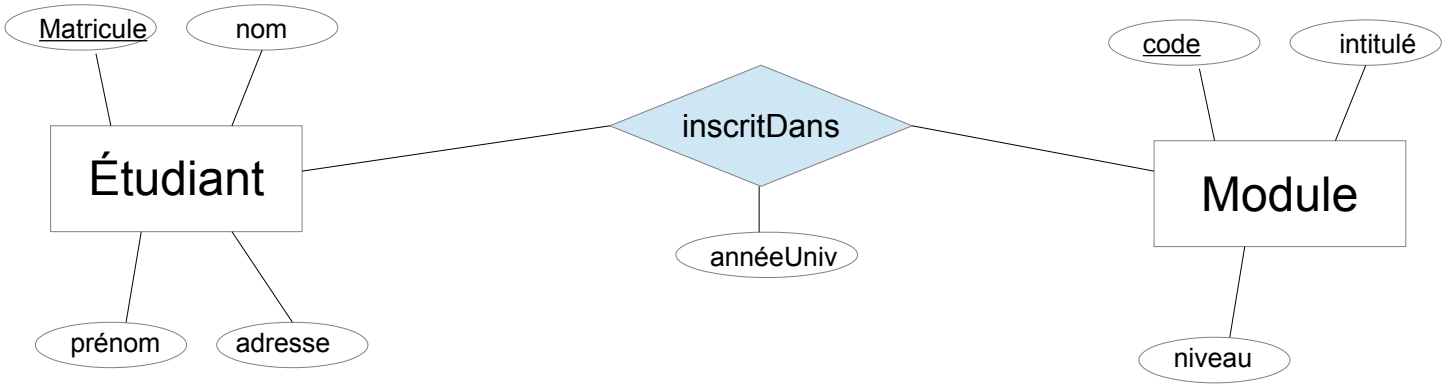


Attributs d'une classe d'associations

Identifiant: L'ensemble des identifiants des classes d'entités qu'elle relie

Autres attributs: l'ensemble des valeurs des attributs des associations de cette classe

~~Exemple: Etudiant *inscritDans* Module pour une année~~



L'identifiant de la classe *inscritDans* est {Matricule, code}

Identifiant d'une classe d'associations

On souhaite qu'un étudiant puisse s'inscrire à un module plusieurs fois,
à des années différentes
→ Problème : l'identifiant d'une association est composé des identifiants des entités reliées
→ Solution : intégrer l'année dans l'identifiant de l'association

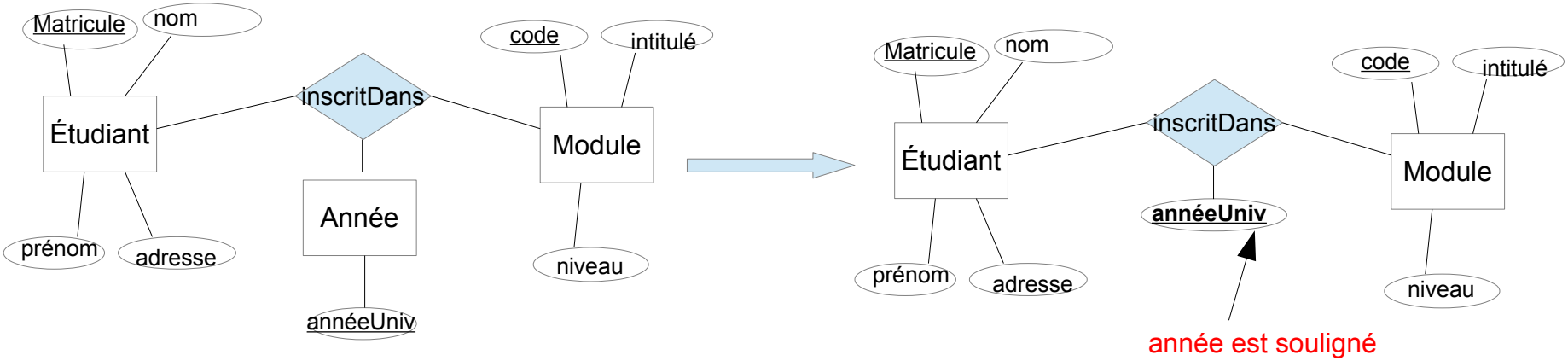
1753	Smith	Joe	11 CP NYC
2410	Hersh	Dan	22 Rd NJ
0148	Clay	Maissa	7 HW NJ

Les étudiants

1753, LI341, 2014
1753, LI341, 2012
1753, LI345, 2012
0148, LI399, 2013

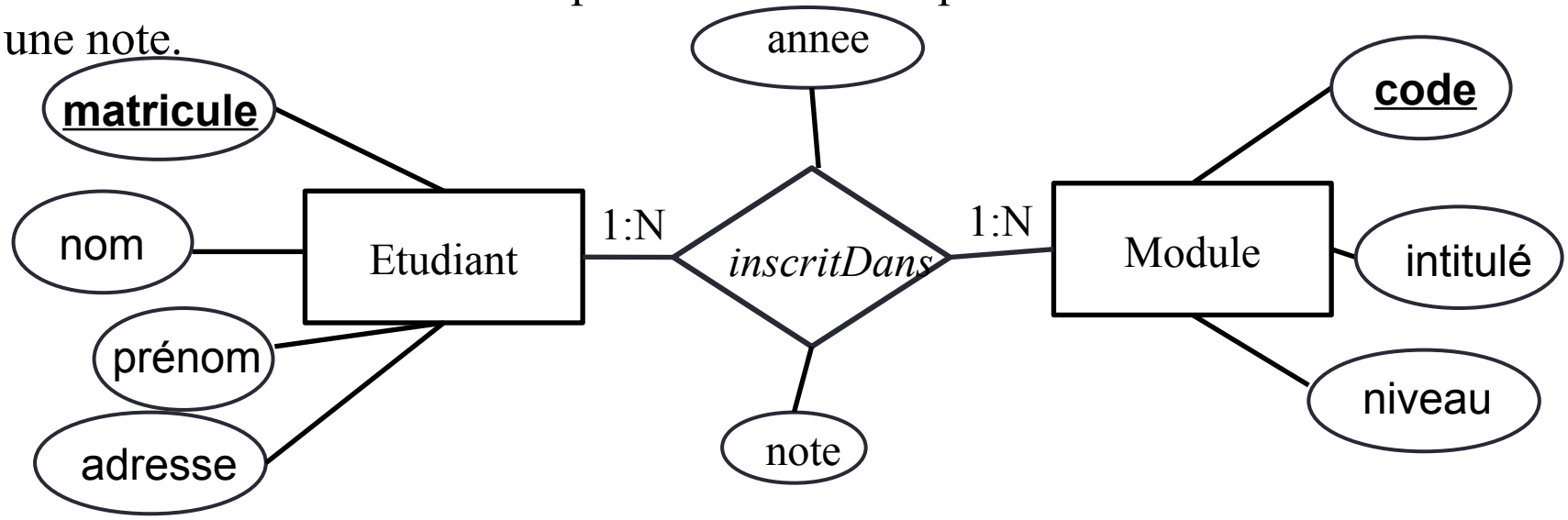
LI341	Bases de Données	L3
LI345	BD Web	L3
LI399	Crypto	L3

Les modules



Attribut d'une classe d'association

Un étudiant s'inscrit à un ou plusieurs modules pendant une année et obtient une note.



etudiants	**modules**	Annee	note
1753	LI341	2012	9
0148	LI345	2012	13

Identifiant d'une classe d'associations

Un étudiant s'inscrit à un ou plusieurs modules pendant une année ou plusieurs années et obtient à chaque inscription une note.

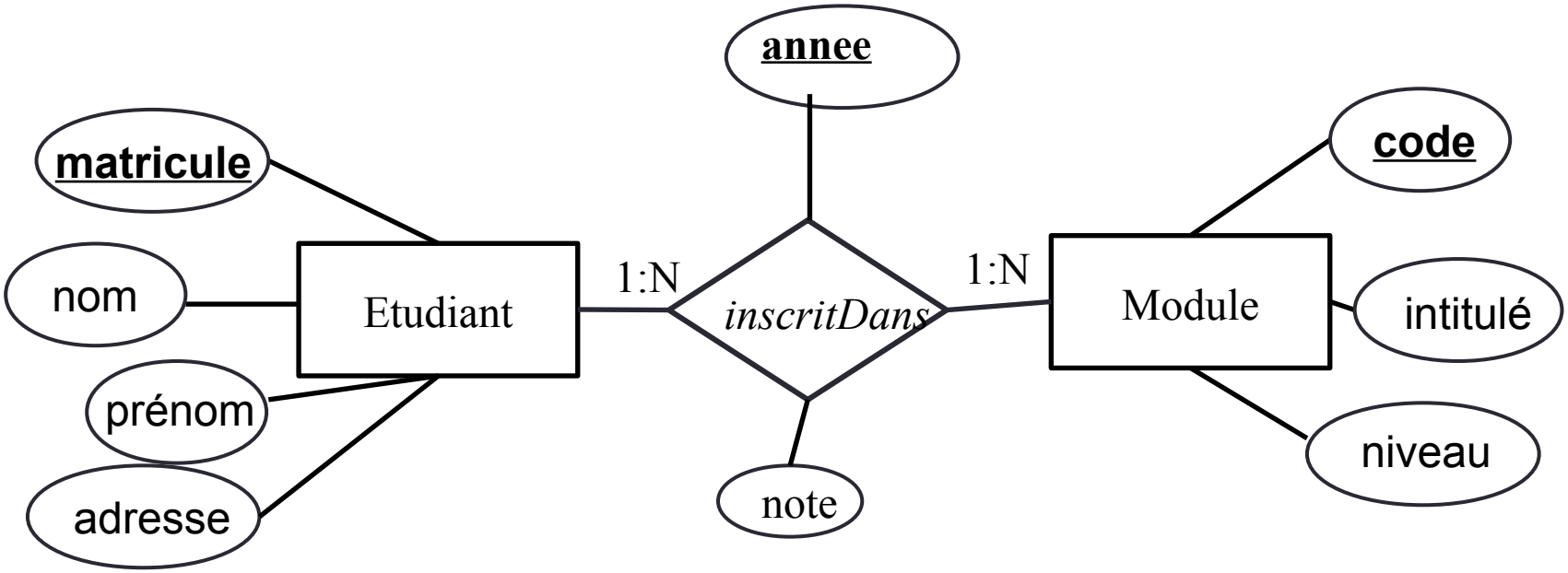
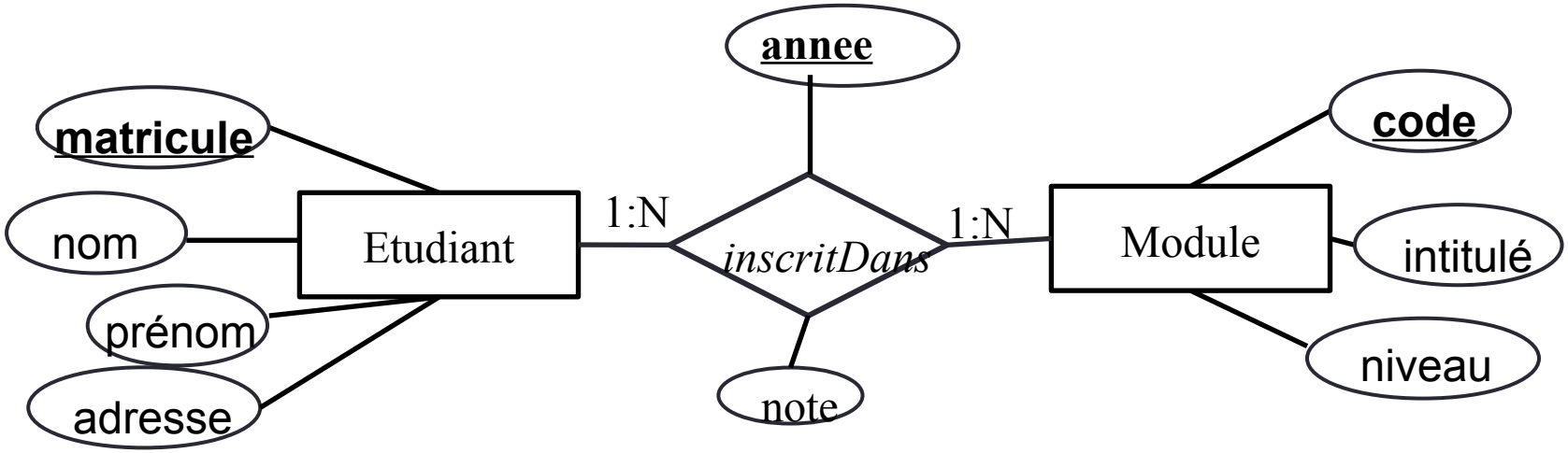


Illustration sur une instance



etudiants	**modules**	**Annee**	note
1753	LI341	2012	9
1753	LI341	2013	10.5
0148	LI345	2012	13

Simplification des appellations

Omission du terme « classe »

- Entité sous-entend classe d'entités
- Association sous entend classe d'associations
- Au niveau E/A, on se préoccupe seulement des classes, pas des instances particulières

La cardinalité d'une association

Nombre d'entités liées par les associations

Intervalle de valeurs [m:n]

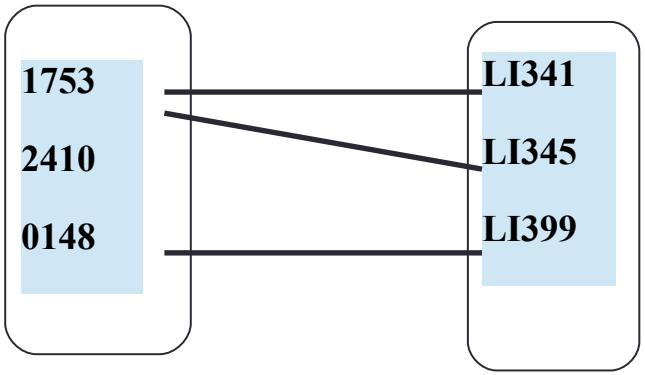
Description	Entités	cardinalité
Un module n'ouvre qui s'il y a au moins un étudiant d'inscrit	Module Etudiant	1:N
Un module a lieu dans la même salle	Module Salle	1:1

Etude de cas : BD d'une université

Les cardinalités d'associations

- Etudiant *inscritDans* Module
  - Un étudiant DOIT s'inscrire dans au moins un module
  - Un module n'ouvre que s'il y a au moins un étudiant

L'association « Etudiant *inscritDans* Module »



Les étudiants Les modules

etudiants	modules
1753	LI341
1753	LI345
2401	
0148	LI399

Quel est le problème?

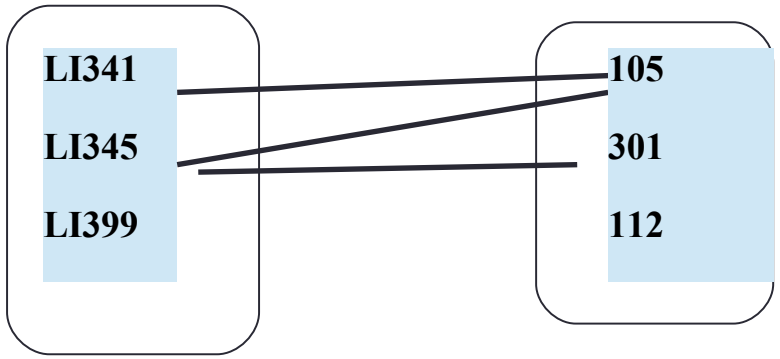
Etude de cas : BD d'une université

Les cardinalités d'associations

- Module *aLieuDans* Salle
  - Un module a lieu dans une et une seule salle
  - Une salle peut être utilisée pour plusieurs modules ou rester inoccupée

---

L'association « Module *aLieuDans* Salle »



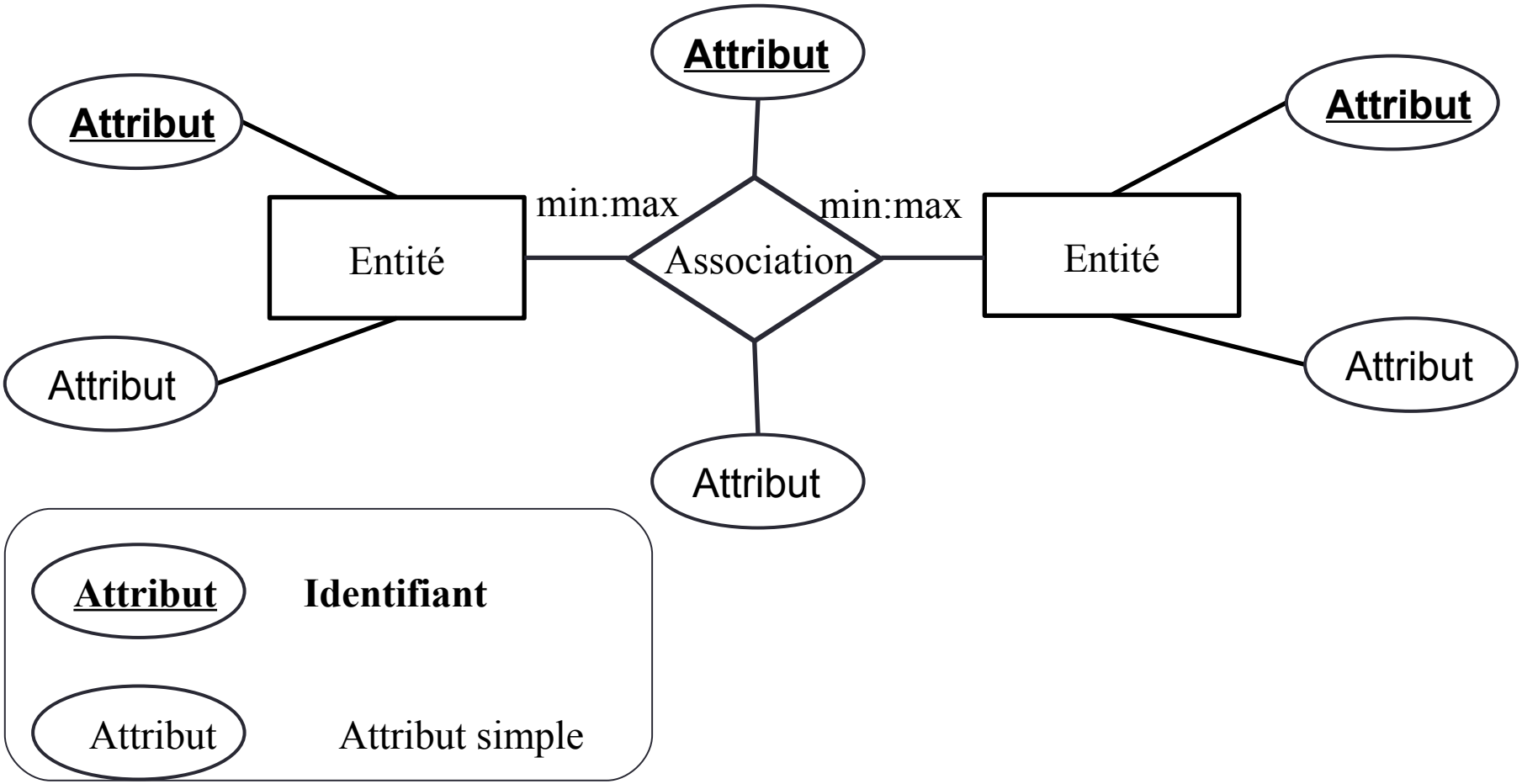
Les modules

Les salles

modules	salles
LI341	105
LI345	105
LI399	301
	112

Quel est le problème?

Modèle E-A : Notation graphique



Etude de cas : BD d'une université

Un étudiant DOIT s'inscrire à au moins un module	?
Un module n'ouvre que s'il y a au moins un étudiant d'inscrit	?

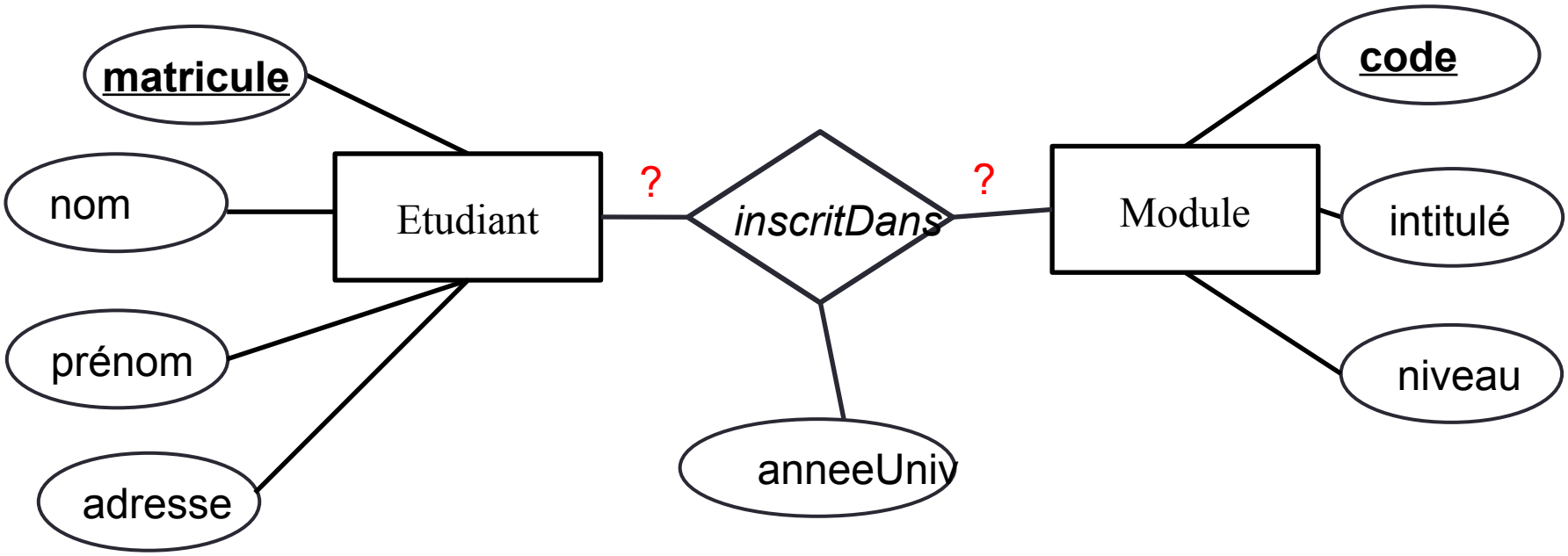
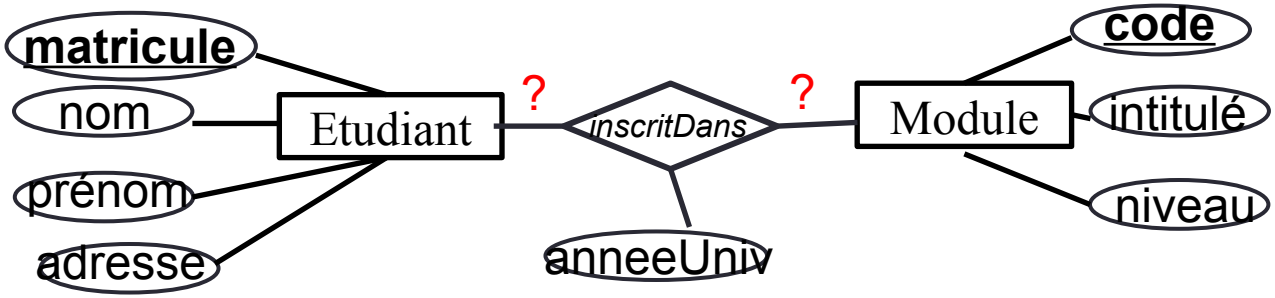
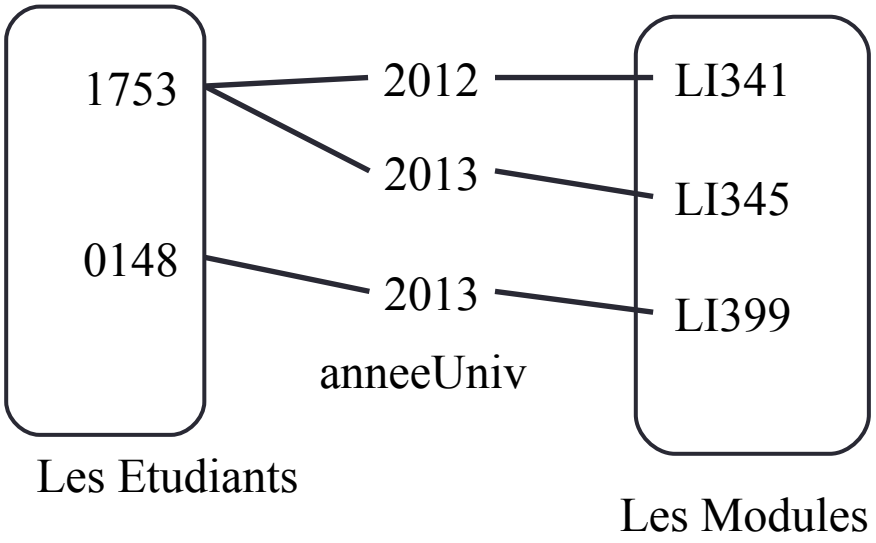


Illustration sur une instance





etudiants	**modules**	anneeUniv
1753	LI341	2012
1753	LI345	2013
0148	LI399	2013

Etude de cas : BD d'une faculté

Un module a lieu dans une salle et une seule	?
Un salle peut être utilisée pour plusieurs modules ou rester inoccupée	?

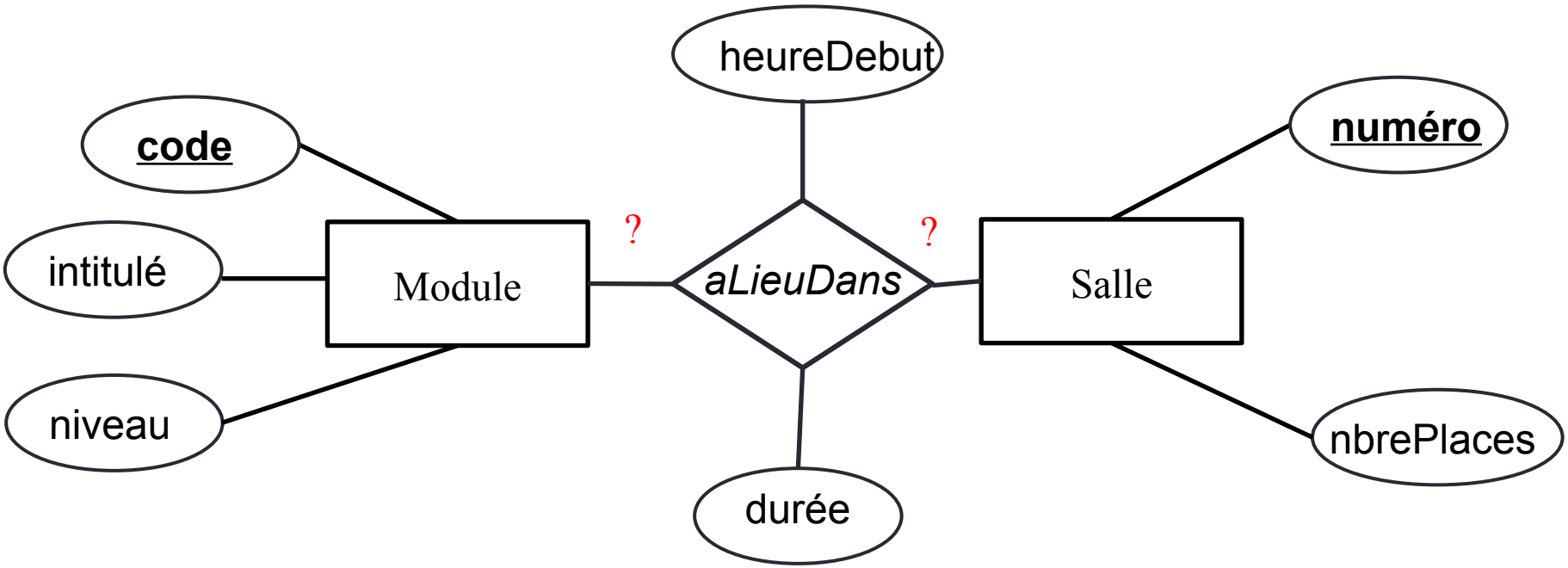
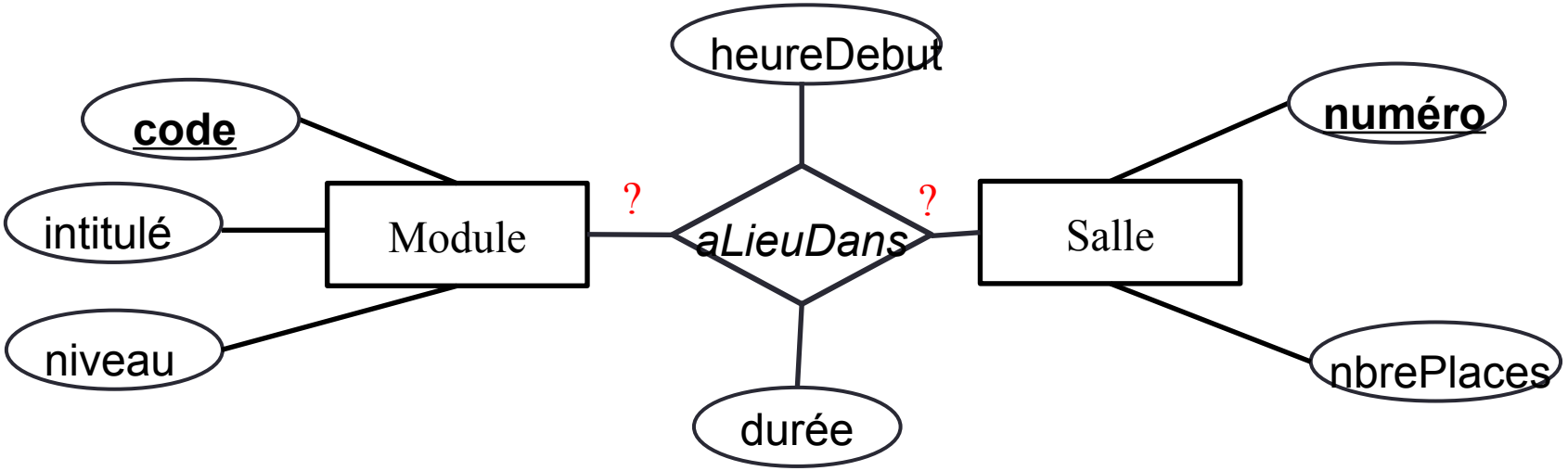


Illustration sur une instance



modules	**salles**	heureDebut	duree
LI341	105	830	120
LI345	105	1030	90
	214		

Association ternaire

- Un étudiant doit s'inscrire dans au moins un module à une année donnée.
- Il se voit affecté un un tuteur, un tuteur doit être affecté à au moins un étudiant.
- Un module doit avoir au moins un étudiant.

Remarque: la cardinalité de l'association d'un étudiant avec un tuteur doit être la même que la cardinalité de l'ssociation d'un étudiant avec un module

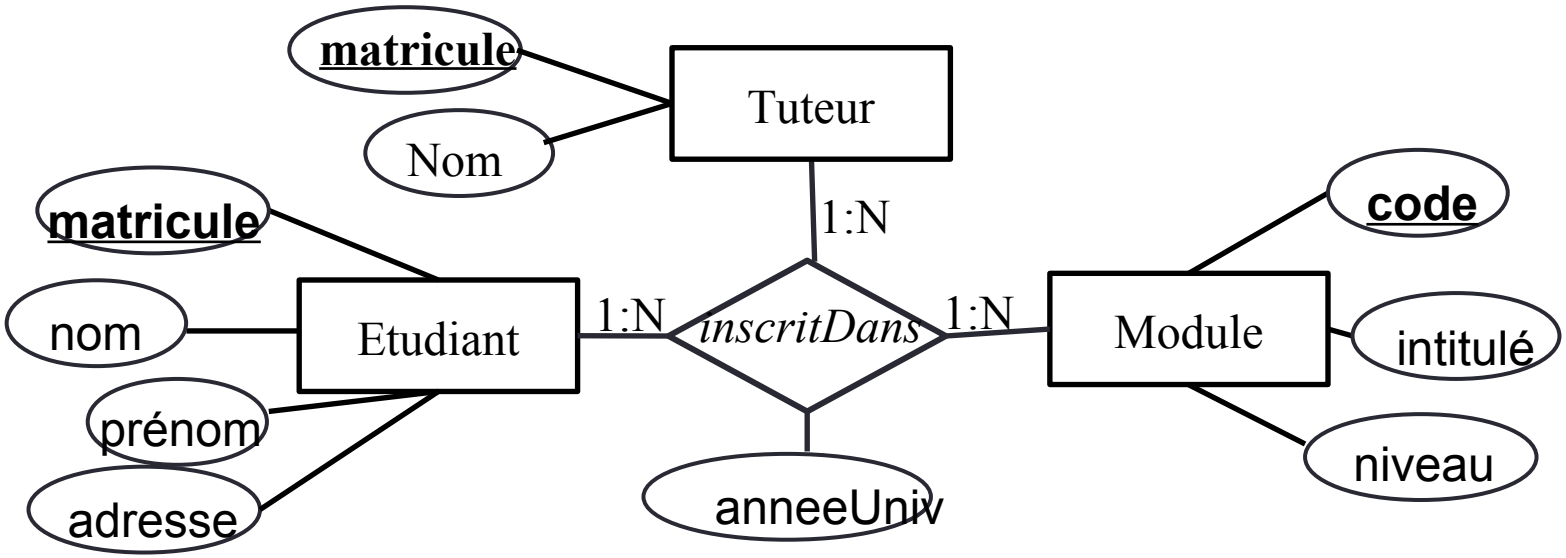
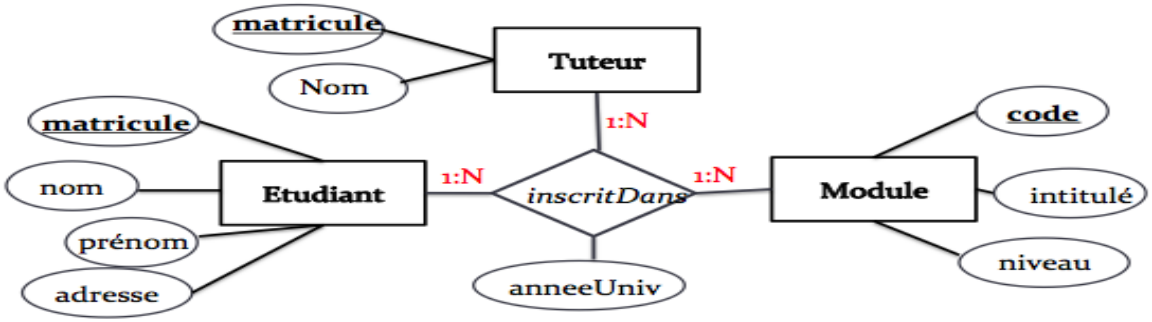


Illustration sur une instance



etudiants	**modules**	**tuteurs**	anneeUniv
1753	LI341	112	2012
1753	LI345	354	2102
0148	LI399	214	2013

→ *Est-il toujours possible d'exprimer une association n-aires avec des associations binaires?*

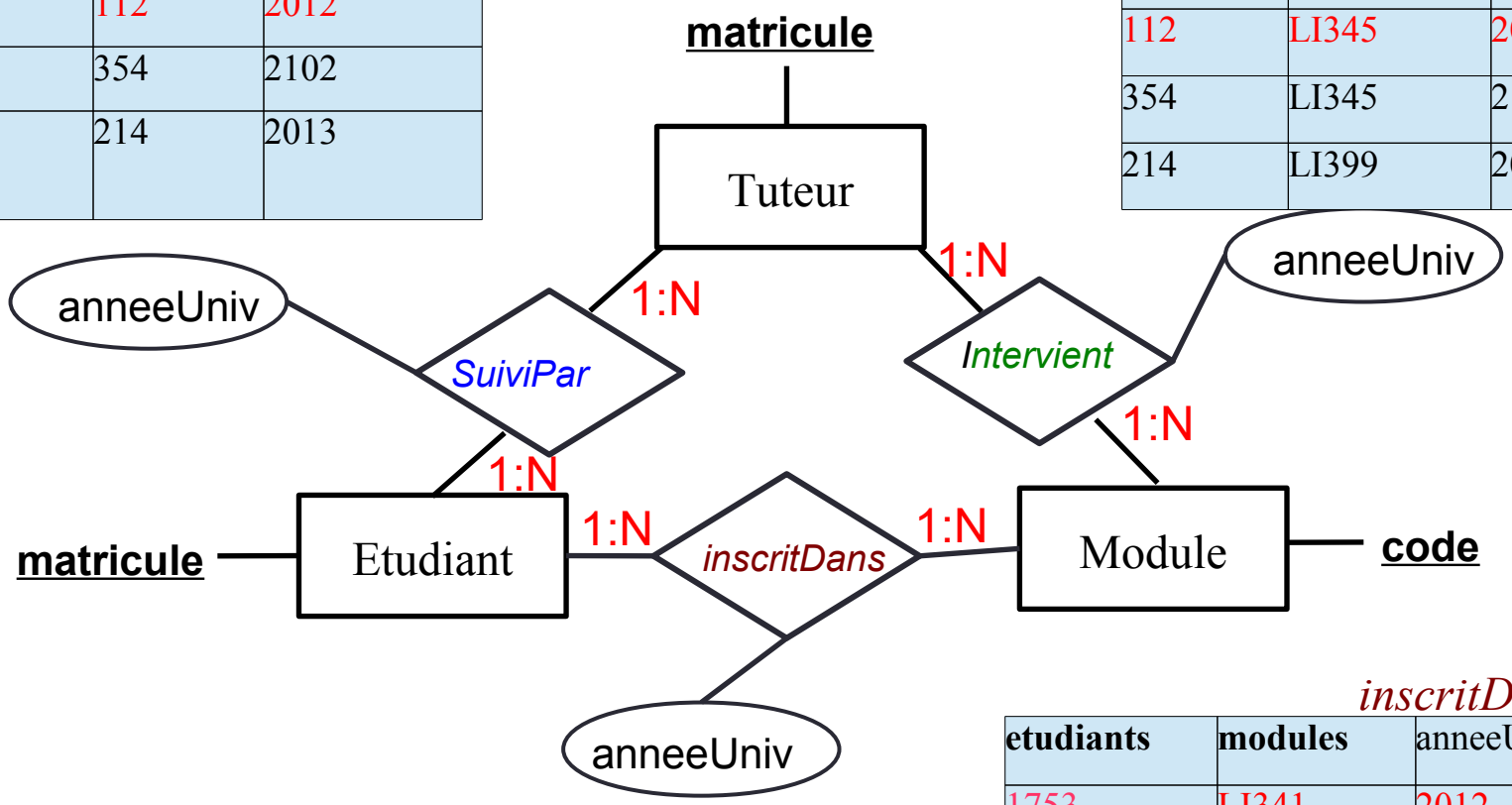
Trois associations binaires

SuiviPar

etudiants	**tuteurs**	anneeUniv
1753	112	2012
1753	354	2102
0148	214	2013

Intervient

tuteurs	**modules**	anneeUniv
112	LI345	2012
354	LI345	2102
214	LI399	2013



inscritDans

etudiants	**modules**	anneeUniv
1753	LI341	2012
1753	LI345	2102
0148	LI399	2013

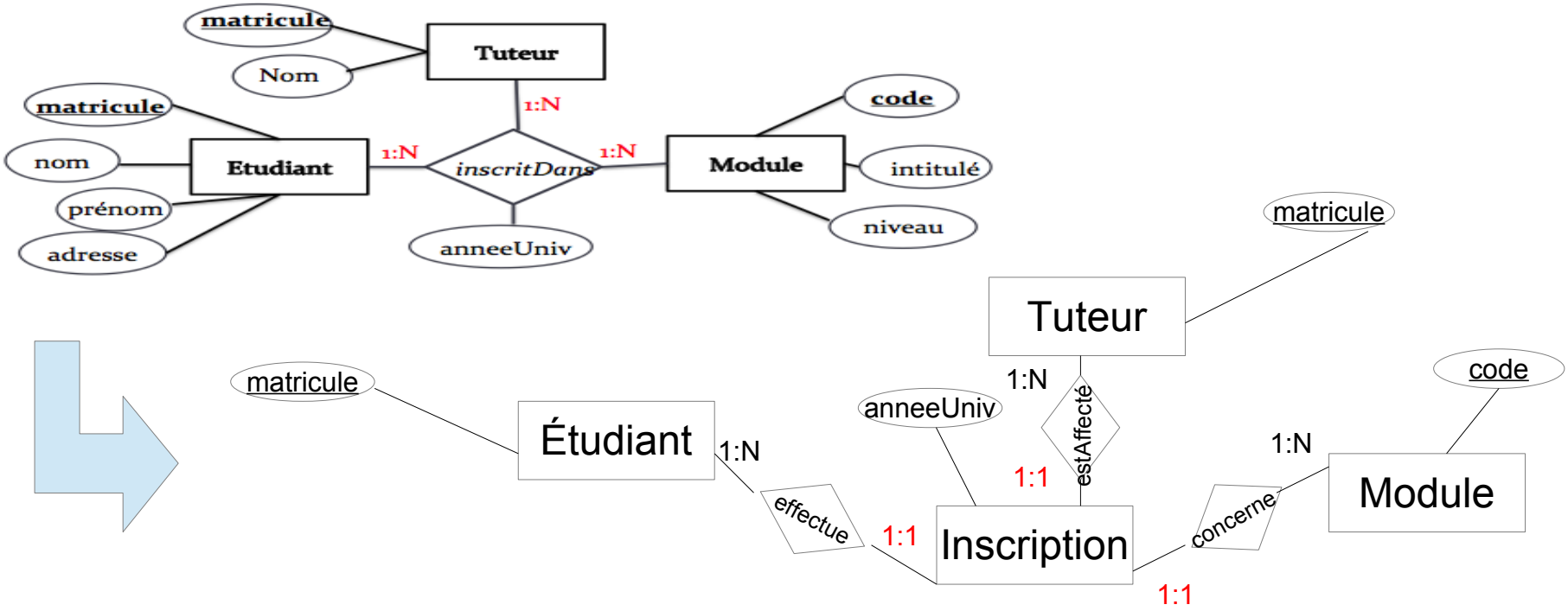
- Un étudiant peut être inscrit dans un module et être suivi par un tuteur qui n'intervient pas dans le module !
- On peut aussi enlever l'inscription d'un étudiant à un module alors que le tuteur existe toujours !

Règle de transformation d'une association n-aire en entité

Pour une association A entre les entités E1, …, En

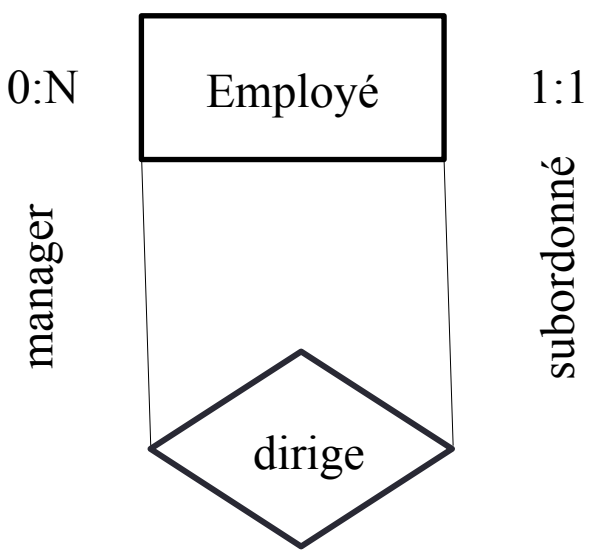
- Construire une entité E à partir des attributs de A hormis son identifiant
- Attribuer un identifiant à E (artificiel si aucun sous-ensemble de E ne peut être choisi comme identifiant
- Créer entre chaque entité Ei et E une association Ai de cardinalité 1:1

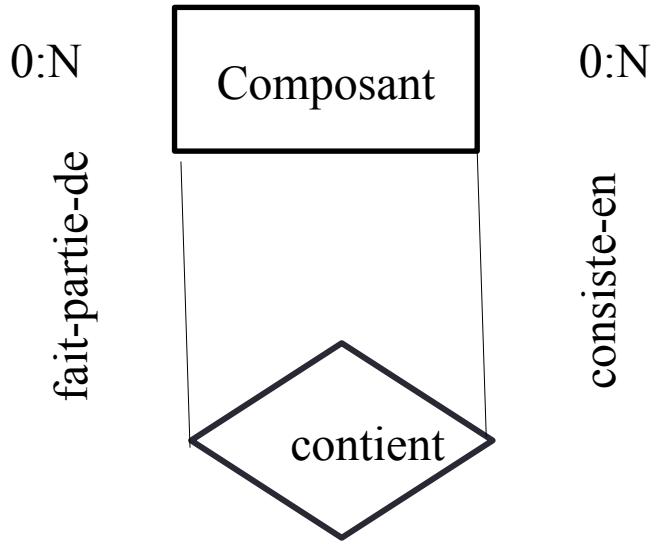
Exemple :



Association réflexive

- Une entité est associée à elle même
- On distingue deux *rôles*
- Les cardinalités peuvent être distinctes





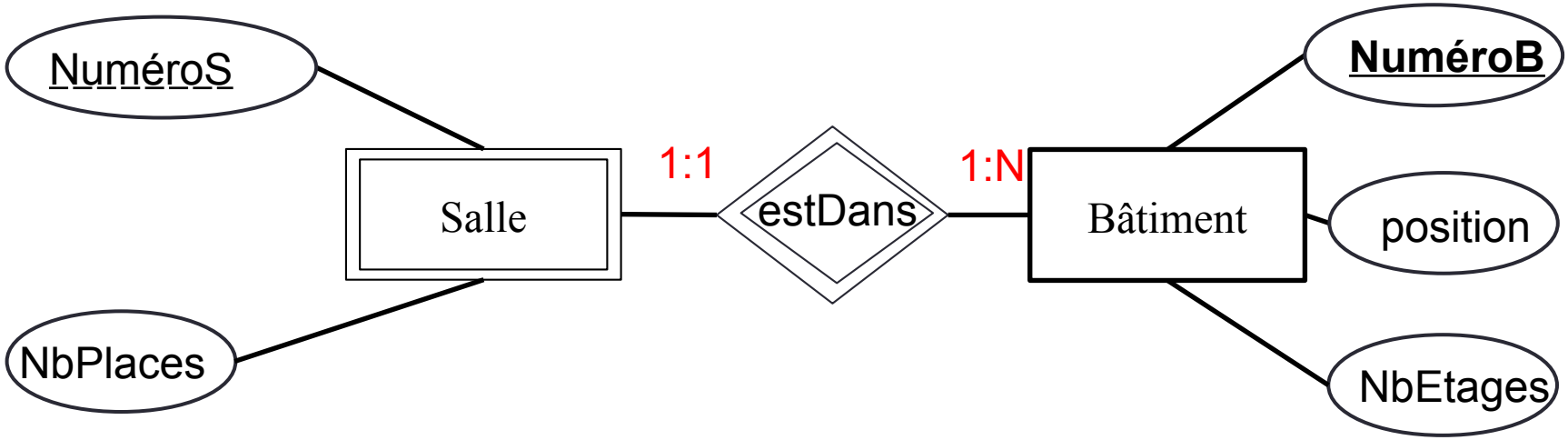
Entités faibles

- Entités ne possédant pas assez d'attributs leur permettant d'être identifiées
- Elles sont identifiées relativement à une autre entité appelée forte

Exemples :

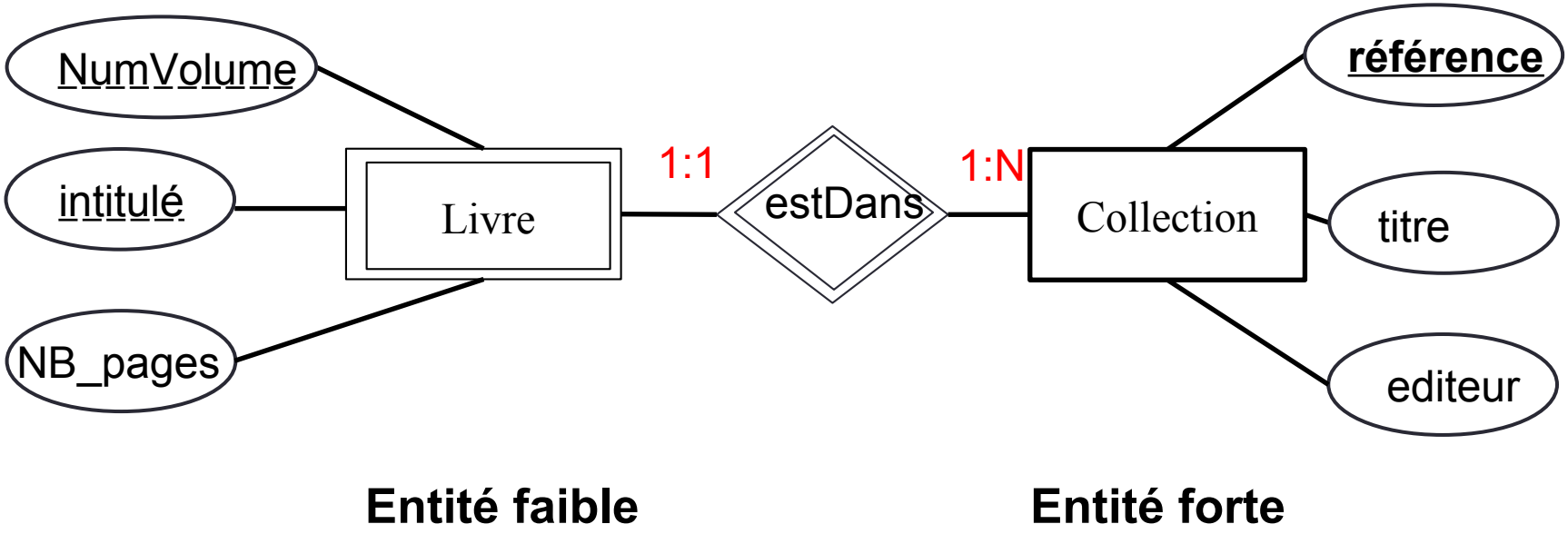
- Entité Section définie par rapport au Livre qui la contient
- Entité Livre définie par rapport à une entité Collection
- Entité Salle définie par raport à un entité Bâtiment
- Entité Bâtiment définie par rapport à une entité Campus

Entités faibles (exemple)



- Les entités faible possèdent des attributs discriminants dont les valeurs sont uniques (e.g *NuméroS)* dans le contexte de l'entité forte
- L'attribut discriminant est toujours souligné en pointillé
- Cardinalité **1:1** *implicite*
- Pas d'attribut pour l'association

Entités faibles (autre exemple)



Choix de conception

Analyse des besoins produit une spécification peu précise

→ plusieurs choix de conception possibles

Questions fréquentes :

1. Un objet du monde réel peut-il être modélise par une entité ou par un attribut ?
2. Un objet du monde réel peut-il être modélise par une entité ou par une association ?
3. Un attribut décrit-il une association ou une entité?

Choix de conception:

Entité ou attribut ?

Question. Pour renseigner l'adresse d'un étudiant

1) rajouter un attribut adresse à l'entité étudiant ? Ou
2) introduire une nouvelle entité, adresse, ayant comme attributs numéro, voie, code postal ?

Réponse. Décision relativement facile à prendre si l'on connaît l'application et son évolution.

Entité ou association ?

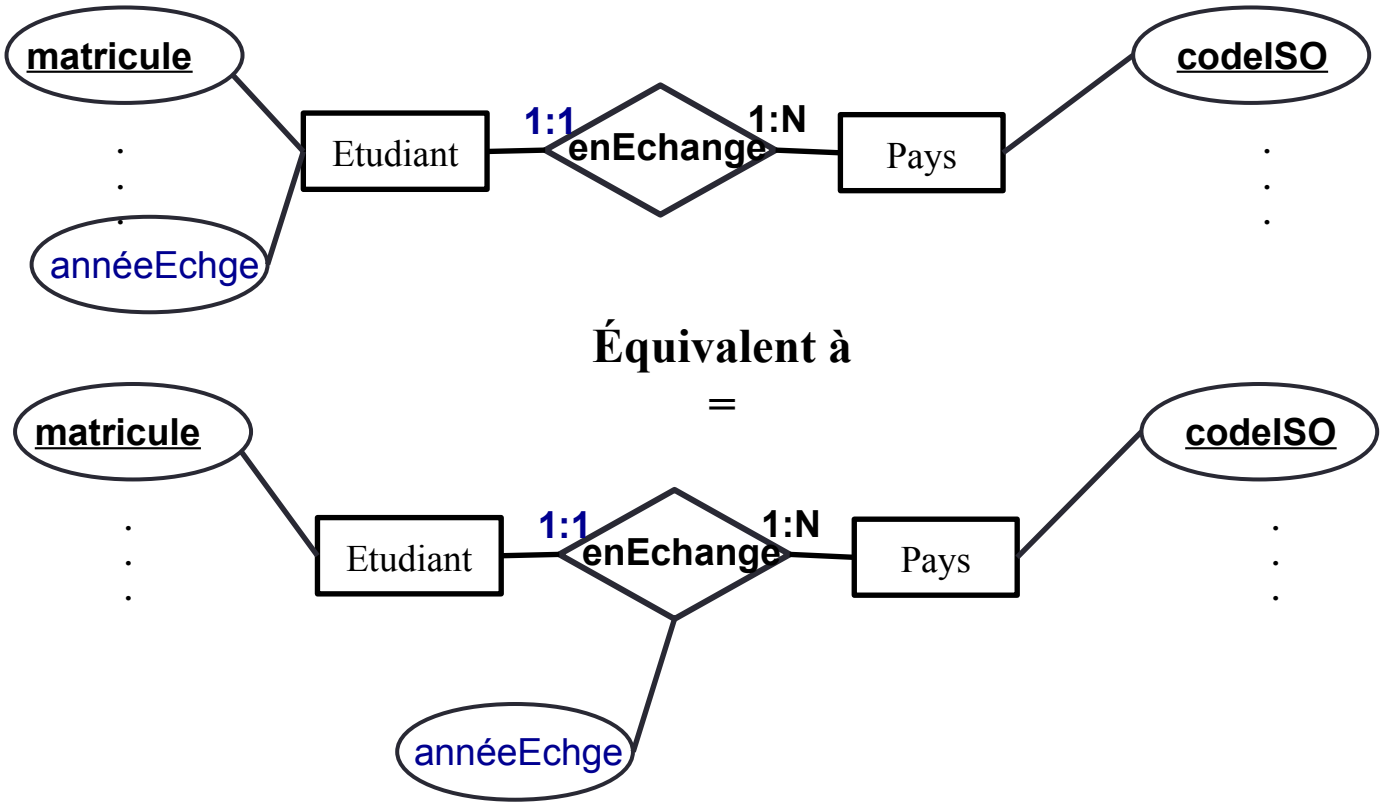
Règle générale : toute action impliquant deux entités donne lieu à une association.

Exemple: (le cours d'un) module a lieu dans une salle → association *ALieuDans*

Choix de conception

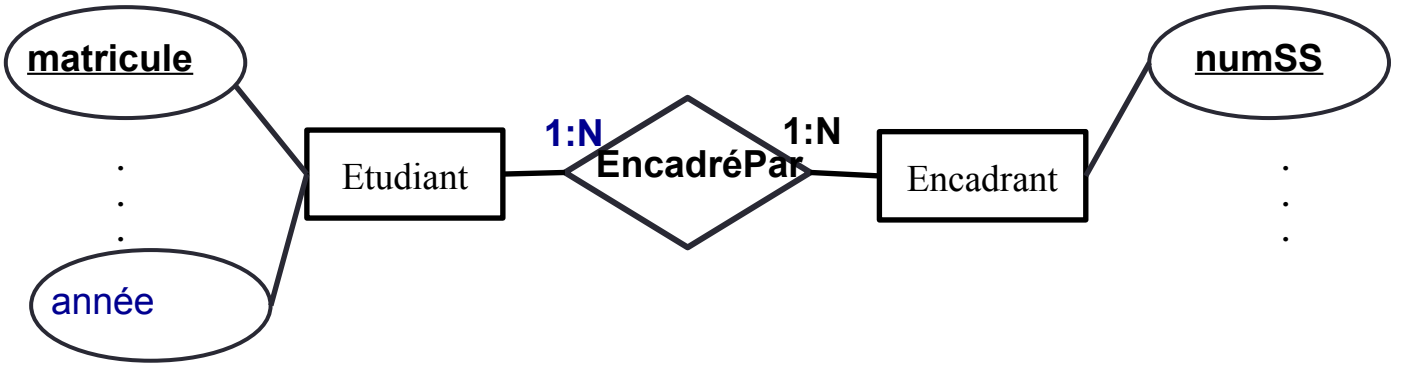
Attribut d'une association ou d'une entité? Le choix dépend des cardinalités

- Cardinalité **1 à plusieurs** : les deux alternatives sont équivalentes puisque l'une des deux entités participe une seule fois dans l'association
- Cardinalité **plusieurs-à-plusieurs** : la sémantique diffère selon le cas où l'attribut est au niveau de l'entité ou de l'association



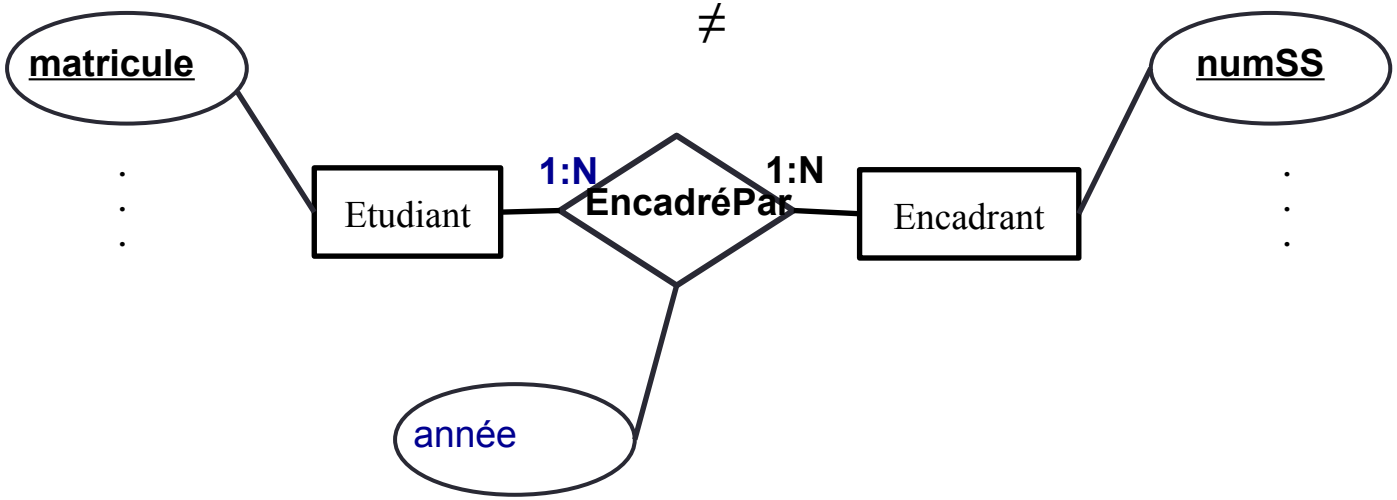
Attribut d'association ou d'entité?

Cardinalité plusieurs-à-plusieurs



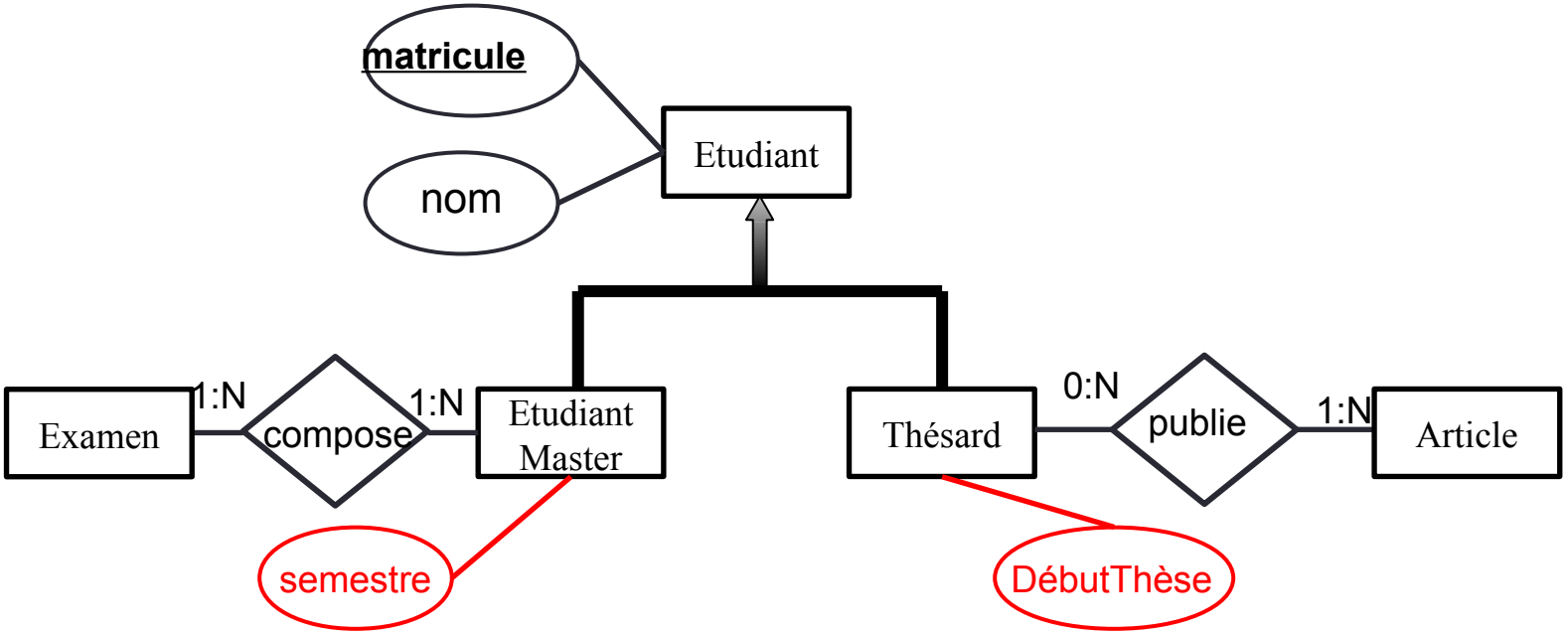
Différent de

≠



Spécialisation

- Utile lorsque les objets à modéliser partagent certaines propriétés et possèdent d'autres priorités propre à eux
- **Principe** : créer une entité avec les propriétés en commun dont vont *hériter* des propriétés plus spécifiques
- Exemple : il peut y avoir deux types d'étudiants
  - *Etudiants en master* passent des examens
  - *Etudiants en thèse* publient des articles scientifiques



Conclusion

- L'intérêt des bases de données
  - Méthodologie pour la conception et la structuration de données
  - Différents niveaux d'abstraction qui permettent l'interopérabilité entre les systèmes

- Plusieurs étapes pour créer une base de données
  - Analyse de besoins
  - Modélisation des données
  - Création des données

- Modélisation des données
  - Transcription de la réalité vers le modèle Entité-Association
  - Plusieurs alternatives
- Suite: passage du modèle Entité-Association vers le modèle relationnel