

# TECHNIQUES DE MODÉLISATION

## Modèle conceptuel de données

TM080

v210b

2015-03-08

Luc LAVOIE  
Département d'informatique  
Faculté des sciences



Luc.Lavoie@USherbrooke.ca  
<http://info.usherbrooke.ca/llavoie>

# PLAN

- Mise en situation
  - Modélisation et développement
  - Modèles de modèles
  - Liens entre Entité-Association (*Entity-Relationship*) et Relationnel
- Premiers exemples
  - Gestion de cours
  - ...
- Modèle Entité-Association (EA)
  - Concepts
  - Notations
  - Normalisation
- Autres exemples
  - Pointage
  - ...
- Notations
  - UML et EA
  - autres notations
- Références



# MODÈLE CONCEPTUEL DE DONNÉES

## Mise en situation

Premiers exemples

Modèle EA

Autres exemples

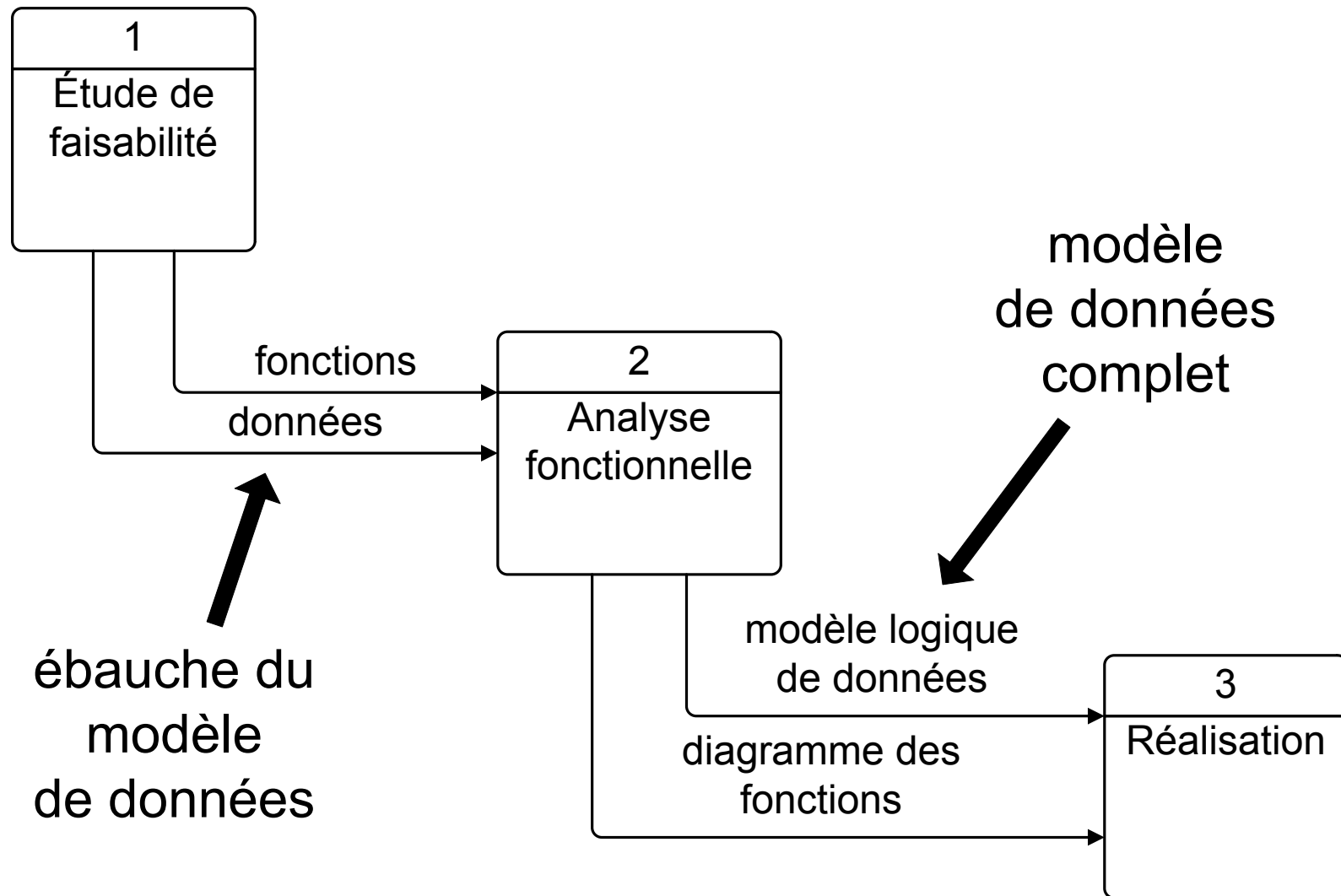
Notations

Références

- La place de la modélisation
- Le processus de modélisation
- Modélisation
  - des données
  - des fonctions
  - des invariants
- Modèles de modèles
- Caractéristiques
- Liens entre EA et R

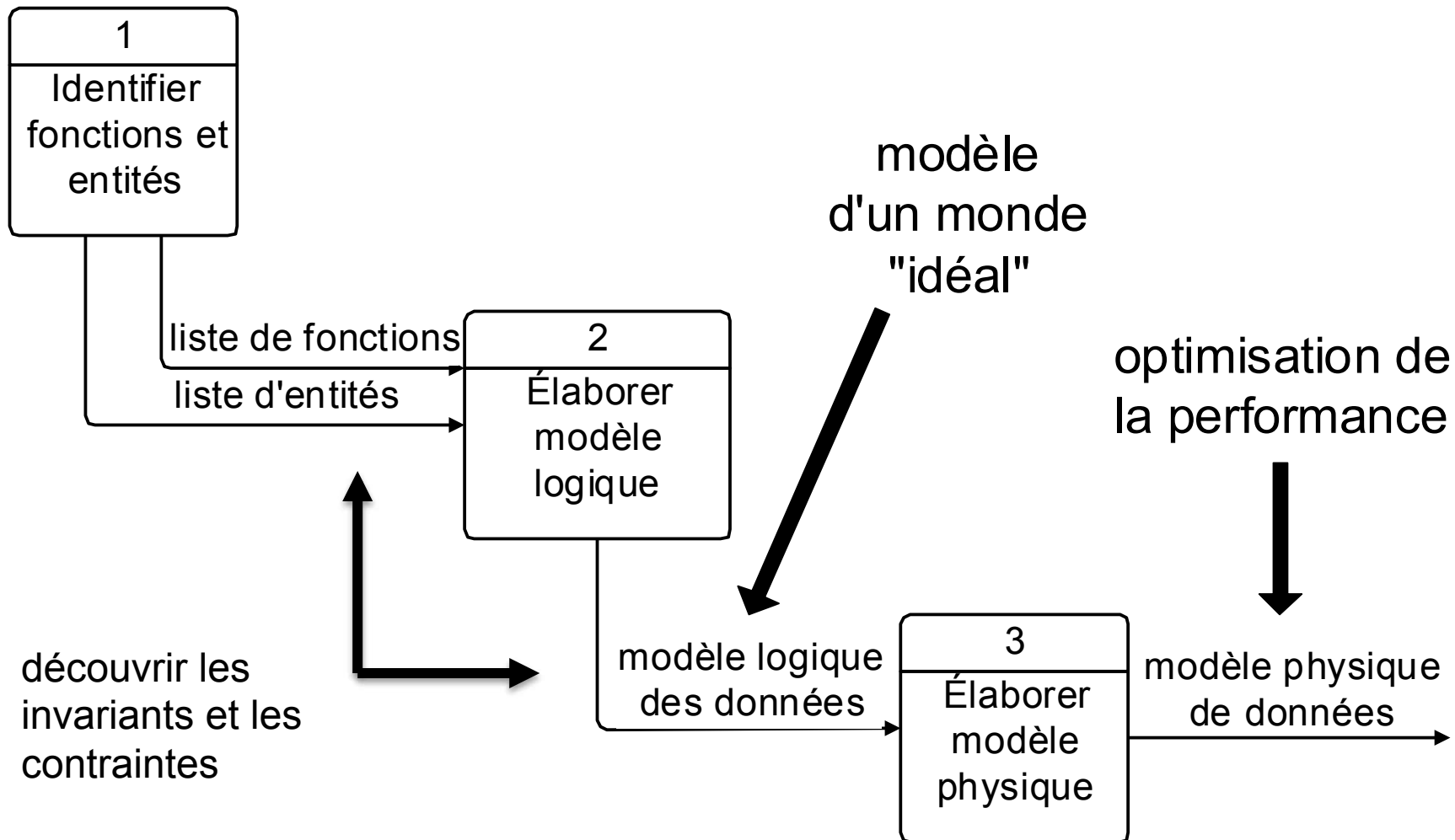
# MISE EN SITUATION

## LA PLACE DE LA MODÉLISATION



# MISE EN SITUATION

## LE PROCESSUS DE MODÉLISATION



# MISE EN SITUATION

## DONNÉES, FONCTIONS ET INVARIANTS

- Le modèle de données et le diagramme des fonctions se développent en parallèle :
  - relation  $\rightarrow$  fonctions
    - l'identification d'une relation entraîne l'identification de fonctions qui sont nécessaires à sa mise en oeuvre (mise à jour, interrogation...);
  - fonction  $\rightarrow$  relations
    - l'identification d'une fonction entraîne l'identification de relations requises pour son calcul et la conservation de son résultat.
- Dans tous les cas, dégager les invariants et les contraintes au fur et à mesure.

# MISE EN SITUATION

## MODÈLES DE MODÈLES

- Il existe quelques modèles de modèles de données :
  - hiérarchique
    - IBM (IMS)
  - réseau
    - Bachman (CODASYL, XML...)
  - entité-association
    - Chen (Merise, SA, SADT, SADM...)
  - relationnel
    - Codd (Ingres, Oracle, DB2...)
  - co-relationnel (coSQL, noSQL)
    - Meijer et Bierman (Dynamo, Cassandra...)
- Les modèles entité-association et relationnel ont une importance prépondérante, tant du point de vue théorique que pratique pour la modélisation de « mondes fermés ».
- Le modèle co-relationnel pourrait devenir tout aussi important dans un contexte de modélisation de « mondes ouverts ».
- Dans le cadre du présent module, nous nous intéressons au
  - modèle entité-association

# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## CARACTÉRISTIQUES

- EA est un modèle abstrait (conceptuel) conservant l'essentiel du problème tout en évitant la surspécification.
- EA est traduisible vers de nombreux autres modèles
  - relationnel,
  - hiérarchique,
  - réseau,
  - etc.



# MISE EN SITUATION

## LIENS ENTRE EA ET RELATIONNEL

- Le modèle entité-association et le modèle relationnel sont par ailleurs complémentaires du point de vue du génie logiciel.
- En particulier, les algorithmes de traduction de l'entité-association vers le relationnel produisent généralement un modèle relationnel normalisé.
- On peut créer un modèle relationnel des données de deux manières :
  - Définir un modèle entité-association et le traduire en modèle relationnel :
    - plus riche : plusieurs types de relations;
    - plus intuitif et plus facile à valider;
    - permet de reporter certaines décisions de mises en oeuvre.
  - Élaborer directement un modèle relationnel :
    - plus simple : tout est une relation, un seul type de relation;
    - plus facile à vérifier.

# MODÈLE CONCEPTUEL DE DONNÉES

Mise en situation

**Premiers exemples**

Modèle EA

Autres exemples

Notations

Références

- Gestion de cours
- ...

# EXEMPLE – GESTION DE COURS

## LES SOURCES

- Texte de l'étude de faisabilité, du document de vision, de l'énoncé de portée, etc.
- Diagramme des fonctions.
- Document (rapport) dont on désire informatiser la production.
- Procédure d'un processus devant être informatisé.
- Experts du domaine!

## EXEMPLE – GESTION DE COURS

### IDENTIFIER LES ENTITÉS (1/2)

- « On désire développer un système pour gérer les inscriptions aux cours dans une université. Les cours offerts sont décrits dans l'annuaire de l'université. On désire affecter les cours selon les disponibilités des professeurs, leurs compétences et la programmation des cours par trimestre. Un étudiant ne peut s'inscrire à un groupe d'un cours pour un trimestre donné que s'il en a complété tous les préalables. On désire également consigner la note d'un étudiant. »

# EXEMPLE – GESTION DE COURS

## IDENTIFIER LES ENTITÉS (2/2)

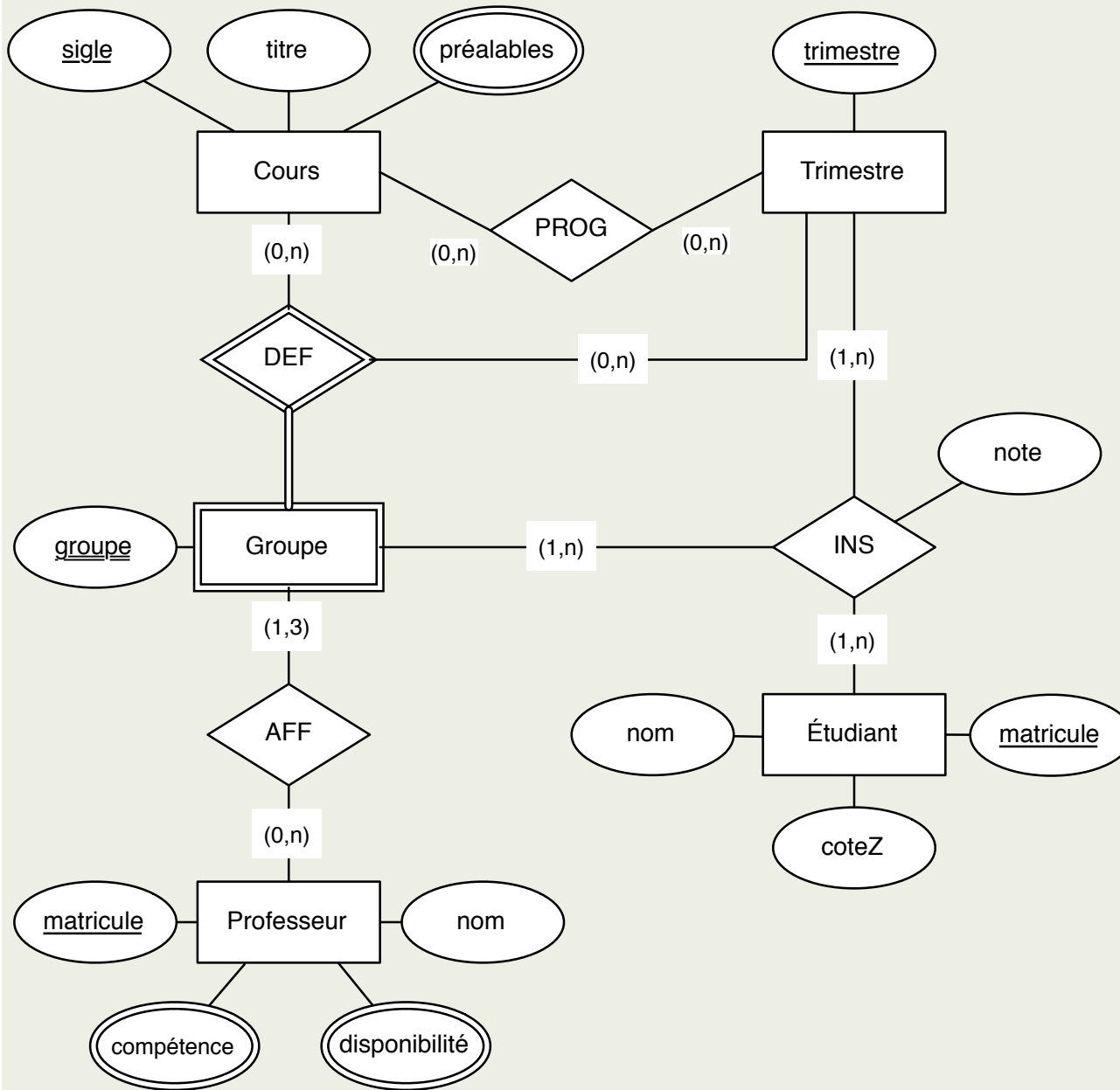
- « On désire développer un système pour gérer les inscriptions aux cours dans une université. Les cours offerts sont décrits dans l'annuaire de l'université. On désire affecter les cours selon les disponibilités des professeurs, leurs compétences et la programmation des cours par trimestre. Un étudiant peut s'inscrire à un groupe d'un cours pour un trimestre donné s'il en a complété tous les préalables. On désire également consigner la note d'un étudiant. »

Rouge : entités; bleu : attributs; vert : associations;  
jaune : concepts rejetés; italique : synonymes.

# EXEMPLE – GESTION DE COURS

## INTERROGATIONS INTÉRESSANTES

- Quels sont les cours effectivement offerts à un trimestre donné?
- Quels sont les cours possiblement offerts à un trimestre donné?
- À quels cours un étudiant est-il inscrit à un trimestre donné?
- Combien de groupes d'un même cours y a-t-il à un trimestre donné?
- Quels professeurs assurent-ils un groupe donné?



## EXEMPLE - GESTION DE COURS

### PREMIÈRE ÉBAUCHE

« Université » n'est pas retenue, car il s'agit d'un singleton. En fait, le MCD dans son ensemble représente l'abstraction de l'Université utile et pertinente en regard du problème.

« Annuaire » n'est pas retenue puisqu'il s'agit des l'ensemble des des entités « Cours ».

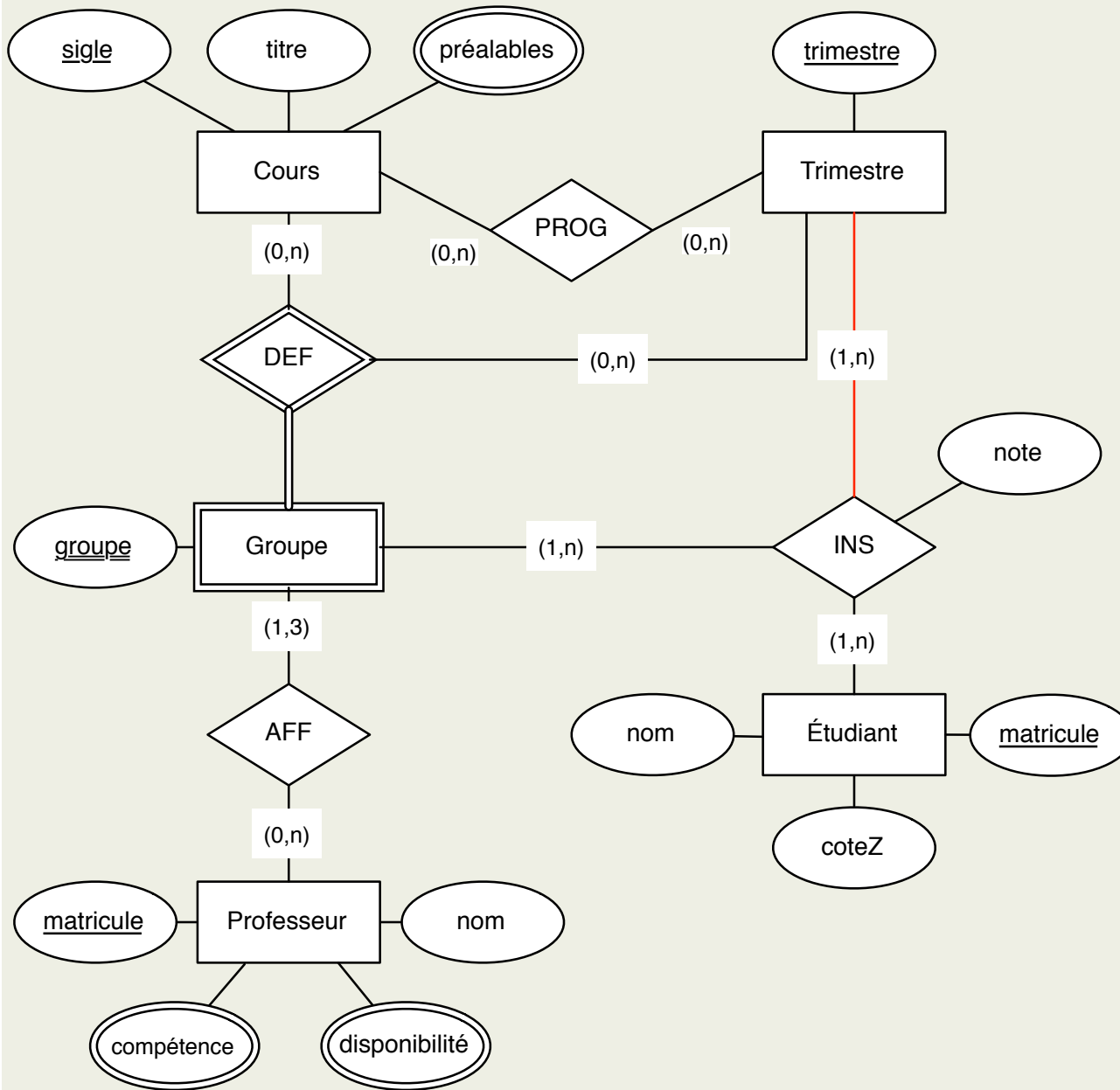
« Compété » n'est pas retenu puisque l'information peut être obtenue par l'ensemble des cours liés aux groupes auxquels l'étudiant a été inscrit. On imagine toutefois qu'une fonction pourrait être définie pour représenter le concept et en faire le calcul (en prenant notamment en compte la note obtenue).

# EXEMPLE – GESTION DE COURS

## PREMIÈRES VÉRIFICATIONS

- L'examen de la mise à jour nous révèle que le lien de la relation INS vers le trimestre est redondant avec celui de l'association déterminante du groupe. Il « faut » en supprimer un des deux. Lequel?
- Le nom du professeur, celui de l'étudiant et la cote Z font-ils partie du problème?
- De quoi sont constitués les préalables, les compétences et les disponibilités?
- Y a-t-il d'autres erreurs?
- Lesquelles?
- Quelles sont les différences entre session et trimestre?
- Quelles sont les différences entre cours et activité?





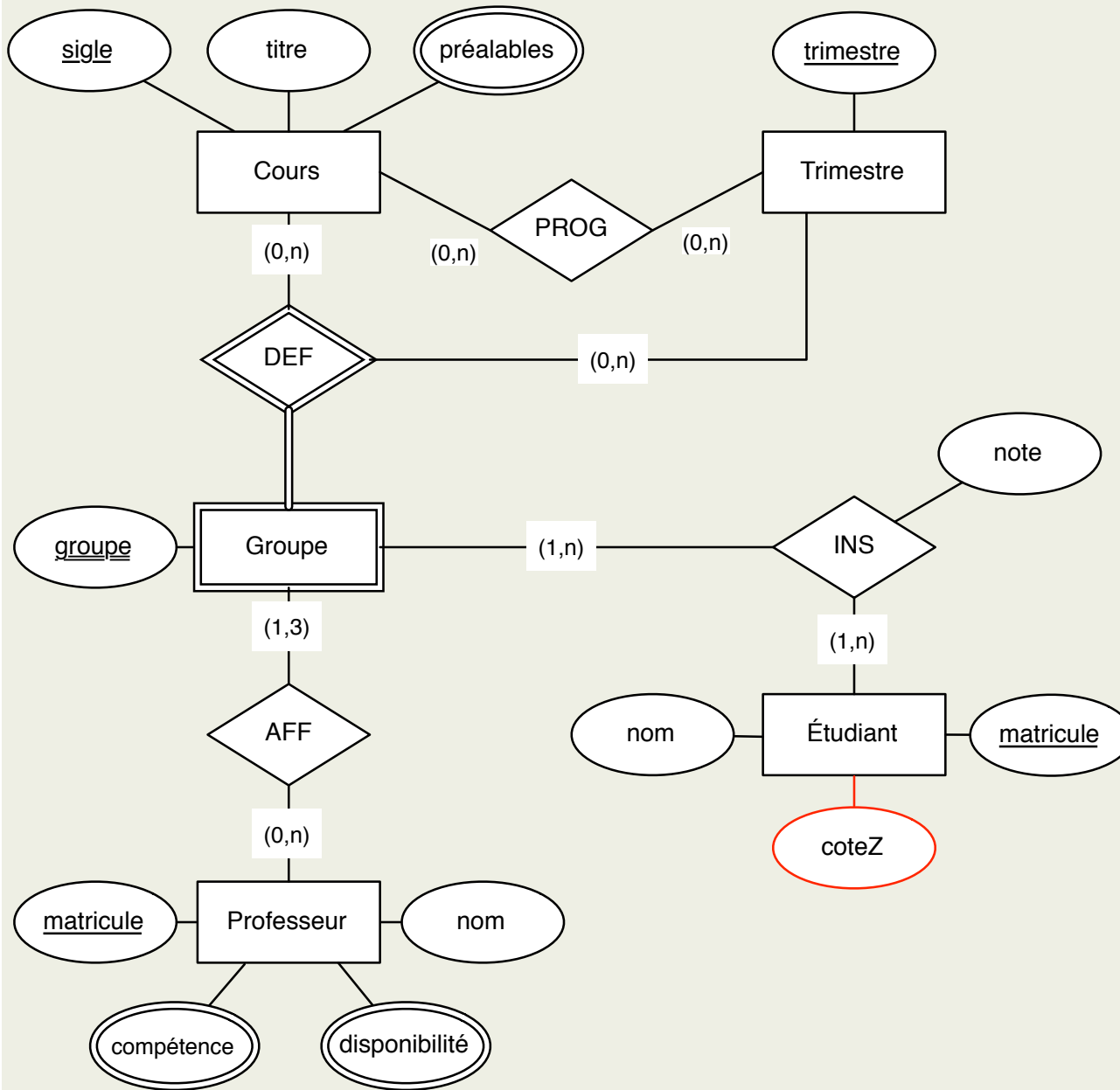
## EXEMPLE - GESTION DE COURS

### DEUXIÈME ESSAI

Retrait de la redondance.

Le lien entre DEF et Trimestre ne peut être retiré, car il participe à la relation déterminante de Groupe.

C'est donc le lien entre INS et Trimestre qu'il faut retirer.



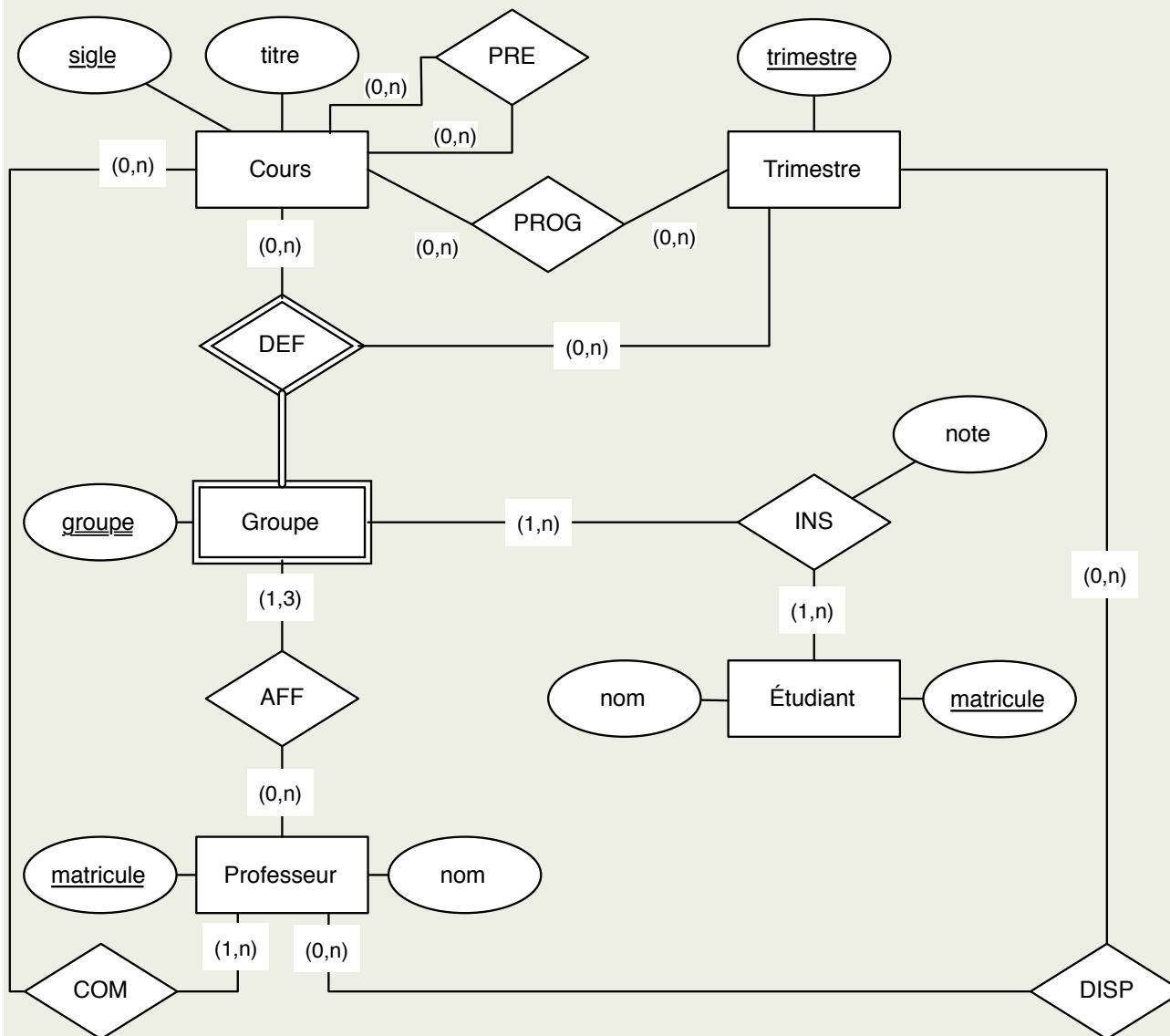
## EXEMPLE - GESTION DE COURS

### TROISIÈME ÉBAUCHE

Le nom du professeur et celui de l'étudiant ne sont pas mentionnés, il est toutefois raisonnable de penser que cette information est requise, compte tenu du domaine d'application et de la portée du problème. Par contre, les noms ne peuvent agir à titre de clés (en raison des homonymes), notre « connaissance » du domaine nous amène donc à introduire le sigle et les matricules. Il en est de même pour le titre du cours et le sigle est requis pour les mêmes raisons.

La cote Z, par contre, ne participe pas au problème. Elle introduit en fait une confusion.

Finalement, il est d'usage de ne mettre que les attributs « essentiels » dans le diagramme afin d'en faciliter la compréhension. Les attributs « complémentaires » sont présentés dans le texte qui suit le diagramme et dans le DD.



## EXEMPLE – GESTION DE COURS

### QUATRIÈME ÉBAUCHE

Que sont les disponibilités, les compétences et les préalables?

Notre « connaissance » du domaine permet de répondre presque à coup sûr que les préalables sont des cours.

Il pourrait en être de même pour les compétences, alors que les disponibilités pourraient être des trimestres. Auquel cas, il paraît avantageux de remplacer les attributs multiples par des associations,

Mais ce sont des *hypothèses*. Une exploration complémentaire est requise.

Si certaines hypothèses se révèlent fausses, les « optimisations » correspondantes le sont également.

Note : si une hypothèse est fautive, il faut introduire des fonctions supplémentaires. Par exemple, si la disponibilité est exprimée en terme de mois, il faut une fonction qui détermine les trimestres affectables en regard des mois de disponibilité.

# MODÈLE CONCEPTUEL DE DONNÉES

Mise en situation

Premiers exemples

**Modèle EA**

Autres exemples

Notations

Références

- Concepts
  - Entités
  - Associations
  - Attributs
  - Clés
- Notations EA et UML
- Normalisation

# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## LES CONCEPTS

- Entité
  - forte
  - faible
- Association
  - simple
  - déterminante
  - dérivation
    - disjointe (d)
    - conjointe (o)
  - union (u)
- Attribut
  - simple
  - composé
  - calculé
  - multiple
- Clé
  - structure
    - simple
    - composée
  - portée
    - totale
    - partielle

# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## ENTITÉS

- Une entité représente un objet (**physique** ou **abstrait**) du monde réel.
- Une entité est digne d'intérêt pour l'**utilisateur** du système.
- Une entité répond généralement aux critères de pertinence suivants :
  - Elle a une valeur pour le processus d'affaires.
  - Elle est référencée par une fonction de mise à jour et une fonction d'interrogation.
  - Elle se généralise afin de définir un ensemble d'entités de même type.
  - Il existe plusieurs entités de même type dans une instance typique du problème.

# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## ENTITÉS OU ENSEMBLE D'ENTITÉS?

- Le modèle entité-association s'intéresse aux ensembles d'entités de même type.
- Dans la langue courante, toutefois, on nomme souvent les ensembles d'entités par le seul mot « entité ».

# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## ASSOCIATIONS

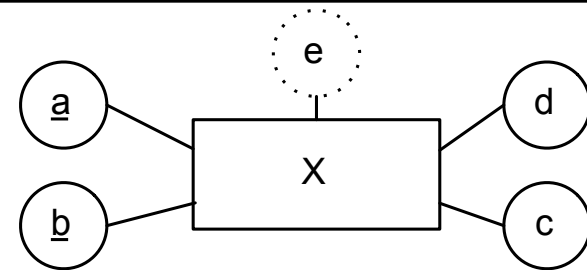
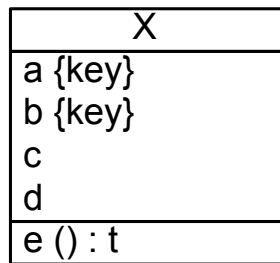
- Lorsqu'une entité peut être exprimée totalement (ou principalement) par une relation entre d'autres entités, elle est représentée par une association des clés de ces dernières.
- Une association correspond souvent à une interrogation (requête) issue du domaine du problème.
- Une association est « bien faite » si elle demeure valide suite à la mise à jour des ensembles d'entités.



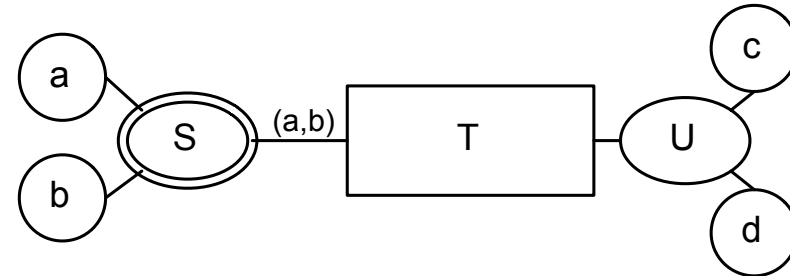
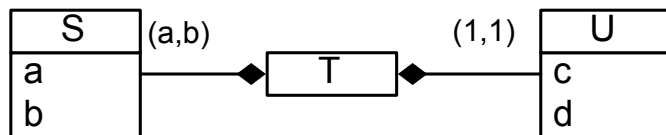
# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## NOTATIONS UML ET EA (1/4)

Classes, attributs et clés ↔ Entités, attributs et clés



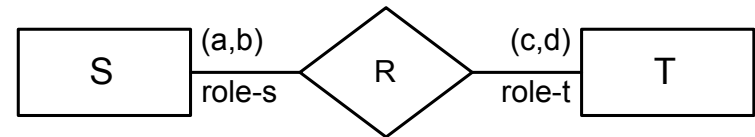
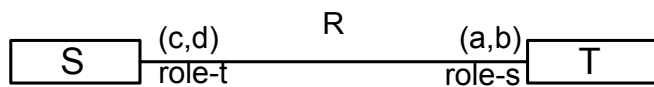
Composition ↔ Attributs composites et multiples



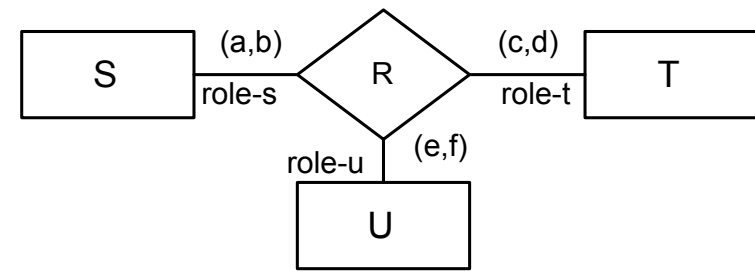
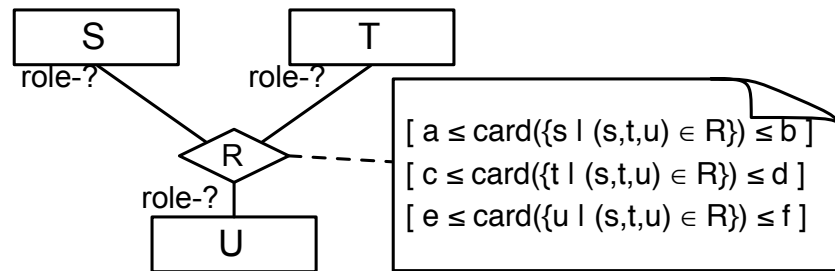
# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## NOTATIONS UML ET EA (2/4)

Relation binaire ↔ Association binaire



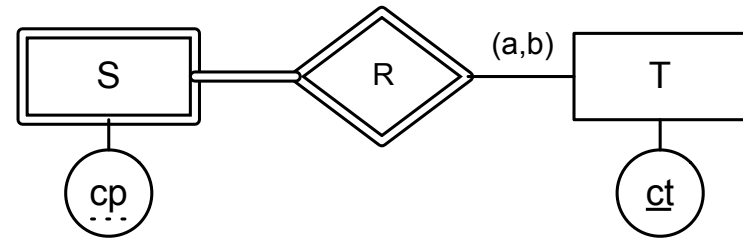
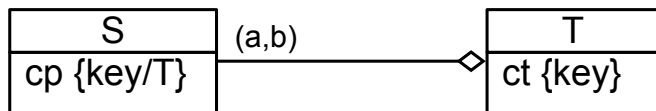
Relation multiple ↔ Association multiple



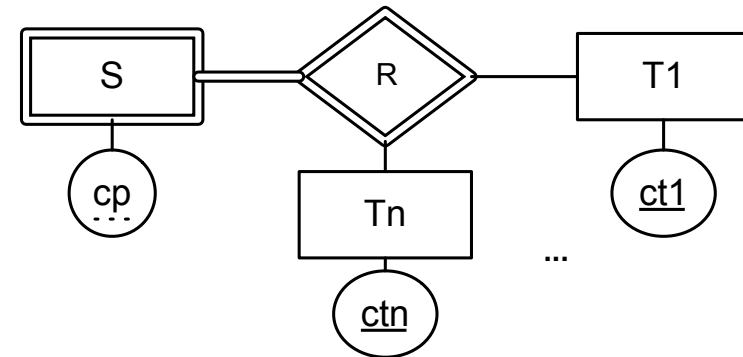
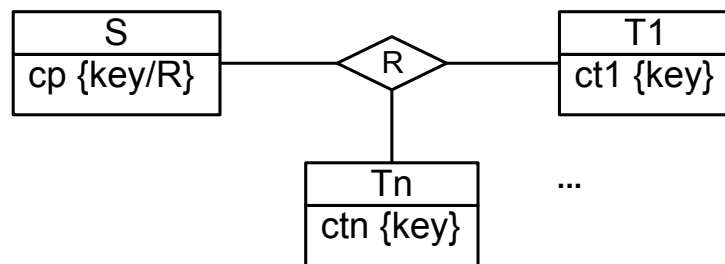
# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## NOTATIONS UML ET EA (3/4)

Agrégation ↔ Association binaire déterminante et clés partielles



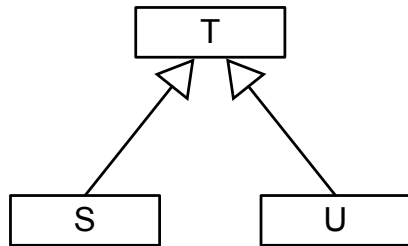
Relation déterminante (**PROPOSITION**) ↔ Association générale déterminante et clés partielles



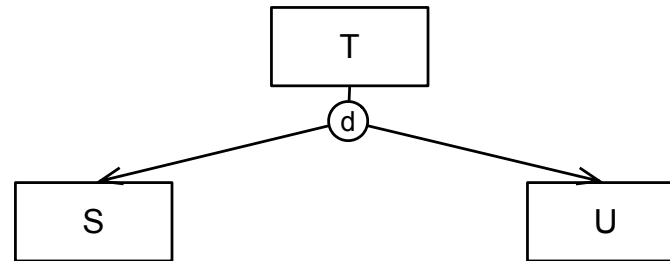
# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## NOTATIONS UML ET EA (4/4)

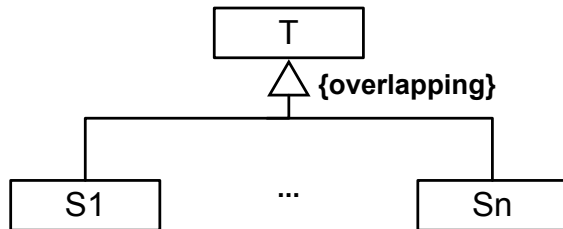
Héritage simple disjoint



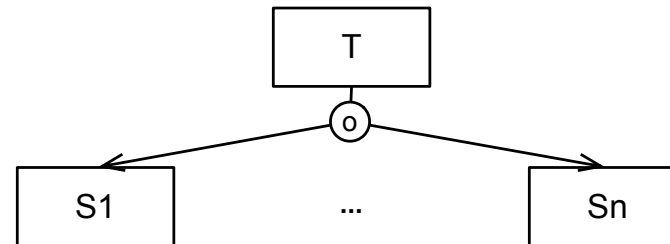
Dérivation disjointe



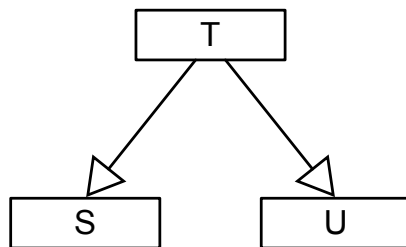
Héritage conjoint



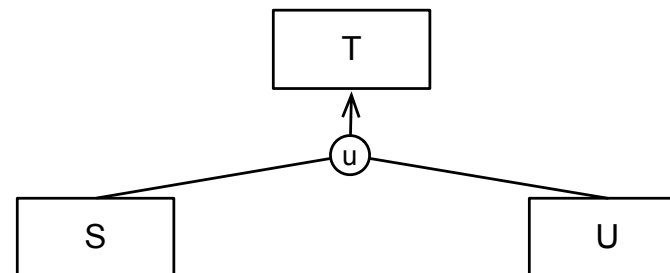
Dérivation conjointe



Héritage multiples



Union



# MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION

## NORMALISATION

- La normalisation d'un modèle consiste à construire un modèle équivalent respectant un ensemble de règles (normes) données.
- Les règles de normalisation des MCD ont pour objectifs de
  - minimiser la redondance des données (et donc l'incohérence),
  - faciliter l'interrogation des données (et en garantit la cohérence),
  - faciliter la mise à jour des données (et dans certain cas peut en garantir la cohérence),
  - faciliter l'évolution du modèle.

# MODÈLE CONCEPTUEL DE DONNÉES

Mise en situation

Premiers exemples

Modèle EA

**Autres exemples**

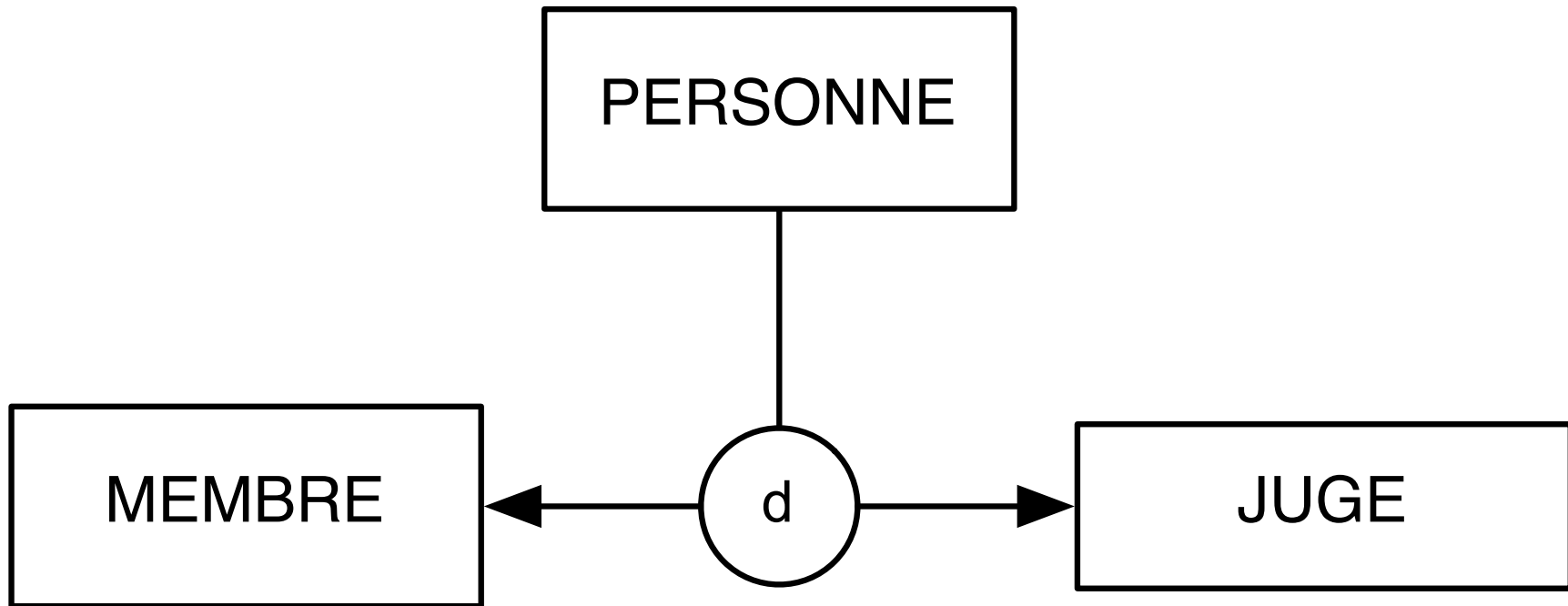
Notations

Références

- Pointage... ou la gestion d'un gala de patinage artistique
  - Membre et Juge
  - Dossier
  - Gala

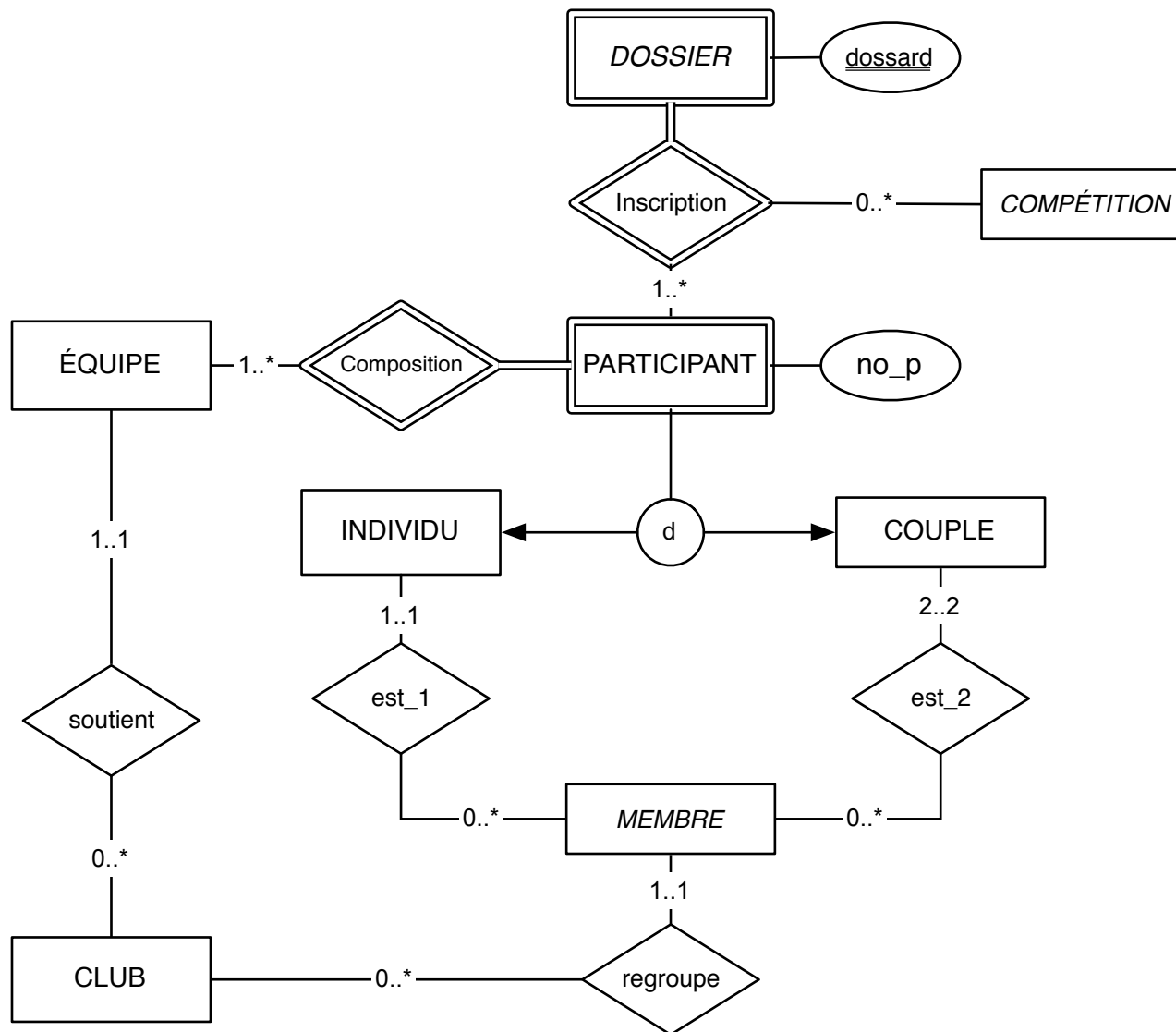
# EXEMPLE – POINTAGE

## PERSONNE



# EXEMPLE – POINTAGE

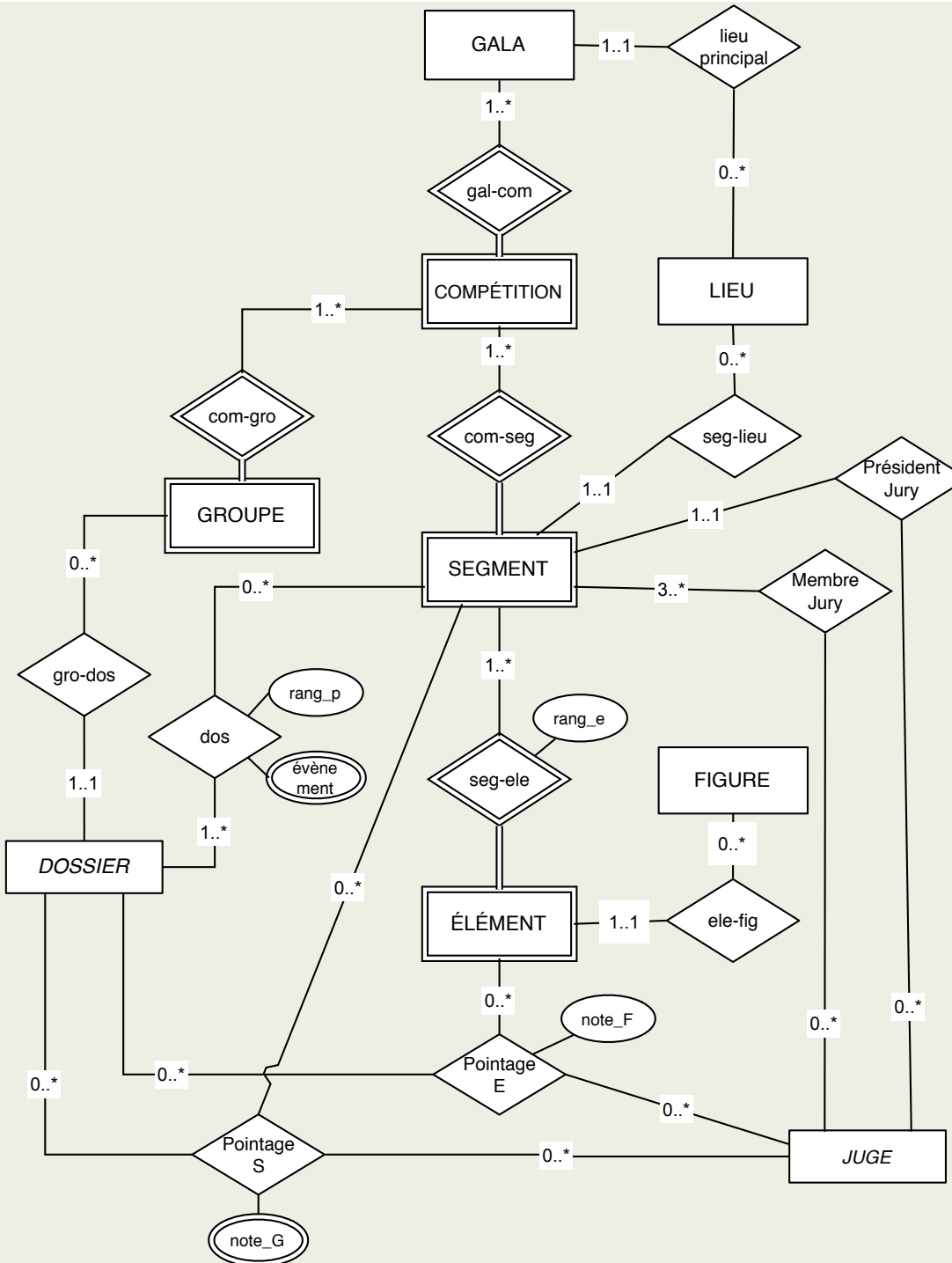
## DOSSIER





## EXEMPLE - POINTAGE

### GALA



# MODÈLE CONCEPTUEL DE DONNÉES

Mise en situation

Premiers exemples

Modèle EA

Autres exemples

**Notations**

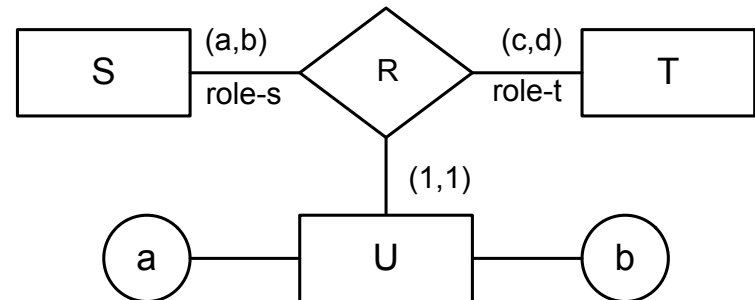
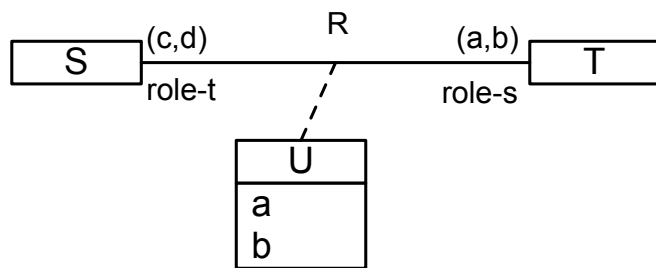
Références

- Compléments UML et EA
- Notations des cardinalités
  - cas binaire
  - cas général

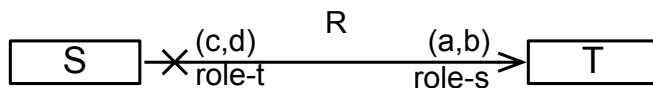
# NOTATIONS

## COMPLÉMENTS UML ET EA

Attributs de relation ↔ Association ternaire totale



Relation orientée ✘ Ne pas limiter l'orientation d'une association en analyse



# NOTATIONS

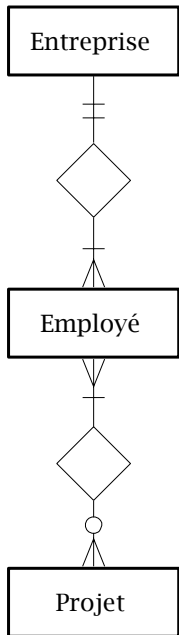
## NOTATION DES CARDINALITÉS (CAS BINAIRE)

Information Engineering	OMT	Martin-1	Chen-1	Abrial

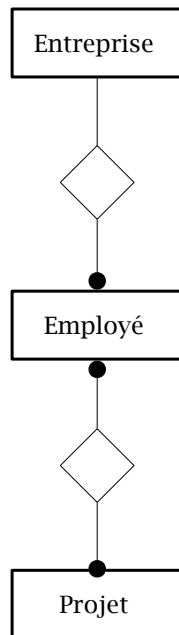
# NOTATIONS

## NOTATION DES CARDINALITÉS (CAS BINAIRE)

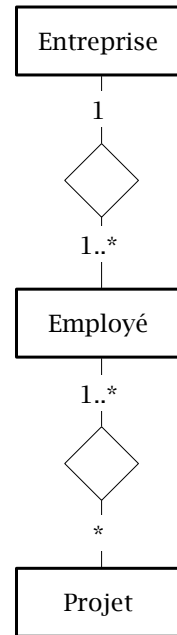
Information  
Engineering



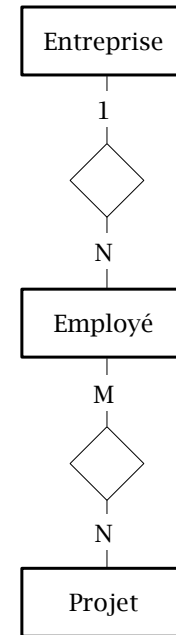
OMT



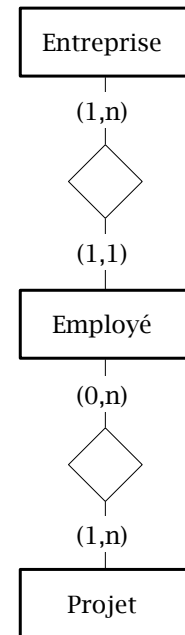
Martin-1



Chen-1



Abrial

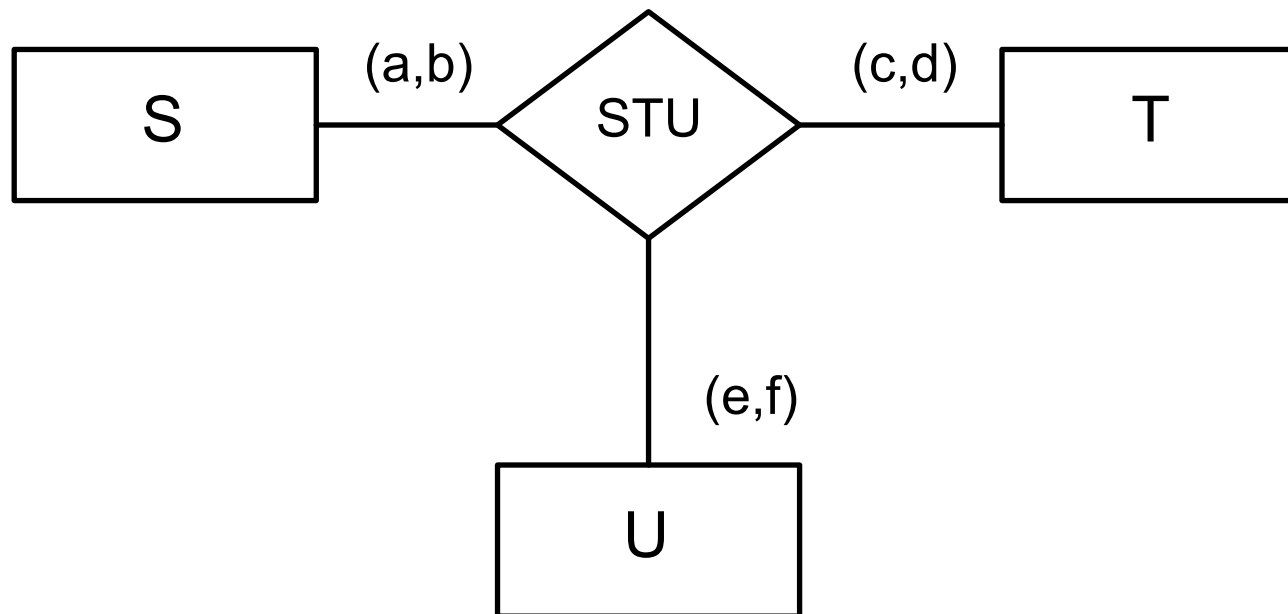


## NOTATIONS

### NOTATION DES CARDINALITÉS (CAS GÉNÉRAL)

- En fait, une seule notation permet de donner des cardinalités significantes aux associations de degré supérieur à 2 : celle d'Abrial (Merise).

Association multiple



# RÉFÉRENCES



- Les manuels classiques :
  - Elmasri
  - Pressman
  - Sommerville