

Le modèle entité-association

Département d'informatique

Introduction

- En anglais: Entity-Relationship (ER)
- Origines: C.Bachman (1969), P.Chen (1976).
- Modèle de données → décrire la réalité perçue à travers les données mises en jeu indépendamment des opérations que l'on effectuera ultérieurement dessus.
- But: fournir des outils et un cadre rigoureux pour l'analyse des données et de leurs liaisons.
- Concepts de base: entité, association, attribut et valeur (et type de valeur).

Entité, attribut et valeur

- Une entité est une chose concrète ou abstraite de la réalité perçue à propos de laquelle on veut conserver des informations.
- Une entité a une existence autonome.
- Exemples:
 - L'étudiant Mohamed
 - toute personne
 - tout animal
 - une organisation
 - tout cours à l'université

Entité, attribut et valeur

- Chaque entité possède des propriétés particulières appelées attributs.
- Un attribut est une caractéristique ou une qualité d'une entité ou d'une association.
- Un attribut peut prendre une ou plusieurs valeurs.
- Une valeur est un symbole utilisé pour représenter un fait élémentaire.

Entité, attribut et valeur

Exemple d'entité avec ses valeurs d'attribut:

Enseignant

- Nom= FAROU
- Prénom = Brahim
- Adresse = Guelma
- Grade= Maitre des conférences

Entité, attribut et valeur

Les attributs peuvent être:

- Atomiques
- Composés (Adresse, date naissance)
- Monovalué (une seule valeur pour une entité)
- Multivalué (plusieurs valeurs pour une entité)

Entité, type d'entité

- Dans un processus de modélisation on ne s'intéresse pas à chaque entité séparément mais à un type d'entité.
- Un type d'entité est la classe de toutes les entités de la réalité perçue qui sont de même nature et qui jouent le même rôle.
- Un type d'entité est décrit par:
 - Un nom
 - Une définition qui précise la signification que nous voulons retenir de ce type d'entité dans le cadre de la base de données
 - Une liste d'attributs

Entité, type d'entité

Exemple:

Le type d'entité “Enseignant” regroupe des personnes enseignant des étudiants à l'université caractérisées par leur nom, leur prénom, leur adresse, leur grade et leur date de naissance.

- Simplification de la terminologie:
 - on appellera entité un type d'entité
 - on appellera occurrence d'une entité un individu particulier faisant partie de l'entité.

Entité: schéma, intention et extension

- La description d'une entité est appelée le schéma de l'entité ou l'intention de l'entité.
- L'ensemble des occurrences d'une entité qui existent à un instant particulier dans le temps s'appelle l'extension de l'entité.

- **Exemple:**

- SCHÉMA
(INTENTION)

Enseignant			
Nom	Prénom	Adresse	Grade

- OCCURRENCES
(EXTENSION)

E1			
FAROU	Brahim	Guelma	MCA
GOUASSMI	Nour Eddine	Annaba	MAA
KOUAHLA	Nadjib	Guelma	MCB

Entité: schéma, intention et extension

Remarques:

- Le schéma d'une entité ne va pas changer fréquemment car il décrit la structure de l'entité.
- L'extension peut changer souvent: à chaque insertion ou suppression d'une occurrence d'entité.

Type de valeur ou domaine d'un attribut

- Le type de valeur ou le domaine d'un attribut est la spécification de toutes les valeurs possibles que peut prendre un attribut.
- Utilité:
 - Vérifier la validité d'une donnée
 - Estimer la place de stockage des données
- La spécification d'un type de valeur est donnée par:
 - La liste des valeurs
 - La propriété que doivent vérifier les valeurs
- Exemples:
 - couleur = {rouge, bleu, jaune, vert}
 - numéro de journal = entier compris entre 1 et 366
 - nom = chaîne de caractères alphabétiques

Identifiant d'une entité

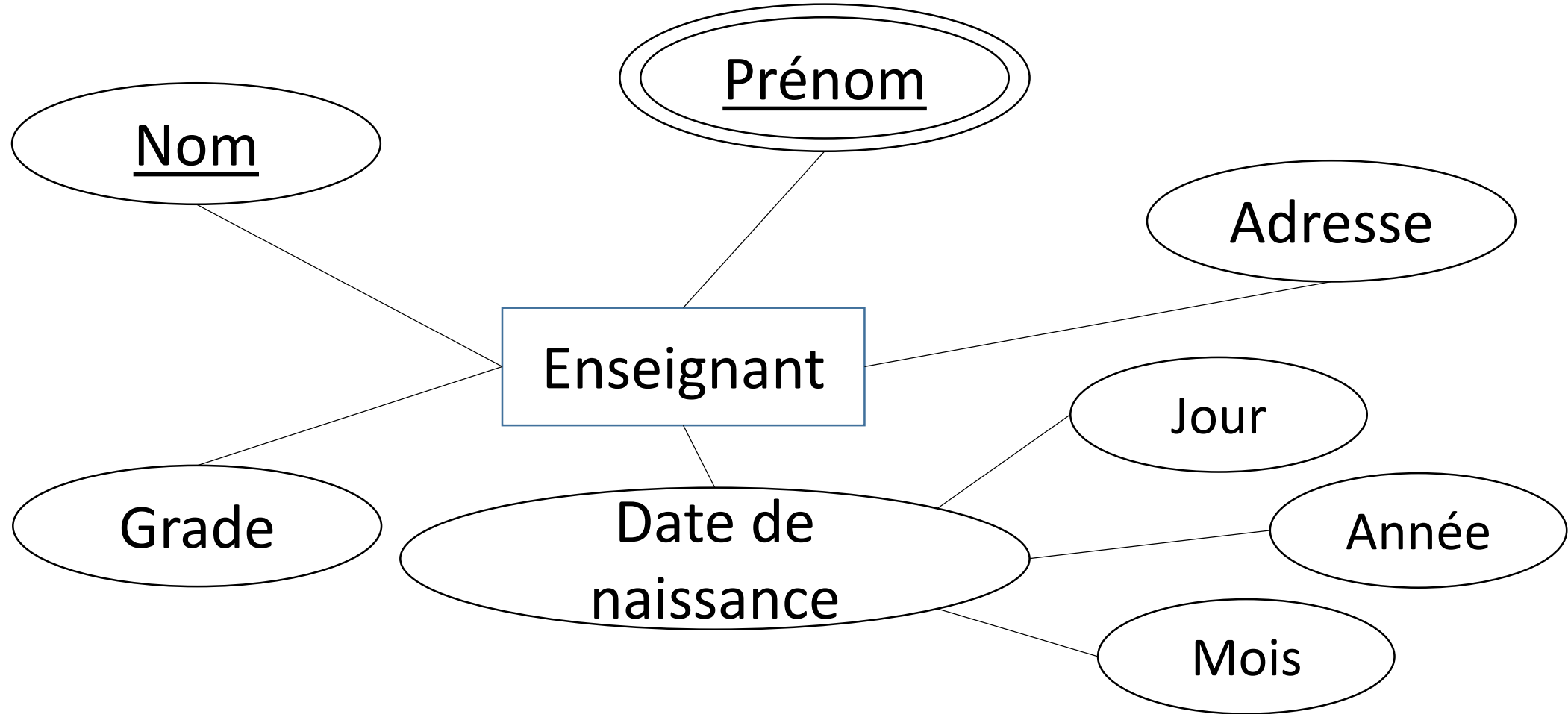
- Chaque occurrence d'une entité doit pouvoir être repérée individuellement et distinguée de toutes les autres → c'est le rôle de l'identifiant.
- On appelle attributs clé ou identifiant d'une entité un groupe minimal d'attributs et/ou rôles tel qu'à chaque combinaison de valeurs prises par ce groupe correspond au plus une occurrence de cette entité.

Identifiant d'une entité

Quatre possibilités d'identification d'une entité:

- l'identifiant est formé d'un ou plusieurs attributs de l'entité à identifier.
- On ajoute à l'entité un attribut artificiel ("surrogate"): un numéro arbitraire dont l'unicité est garantie.
- Il existe 2 autres possibilités d'identification d'une entité: en utilisant les rôles.

Représentation graphique



Association

- Une association est une correspondance entre deux ou plusieurs occurrences d'entités à propos de laquelle on veut conserver des informations.
- L'existence d'une association est contingente à l'existence des occurrences d'entités qu'elle met en correspondance.
- Chaque occurrence d'entité joue un rôle particulier dans l'association.
- On dit aussi que les occurrences d'entités mises en correspondance par l'association participent à l'association

Association

Exemple:

L'enseignement (association) du module “Bases de données” par Brahim FAROU exprime la correspondance qui existe entre Brahim FAROU et le module “Bases de données”.

Association, type d'association

- Un type d'association est la classe de toutes les associations possibles de la réalité perçue qui vérifient la définition constitutive du type.
- Définition constitutive d'un type d'association :
 - Un nom: c'est une liste d'entités qui participent au type d'association avec leurs rôles respectifs.
 - notation: $A(\text{ro}(1): E1, \text{ro}(2): E2, \dots, \text{ro}(n): E_n)$
 - notation simplifiée: $A(E1, E2, \dots, E_n)$
 - Une description: elle précise la signification que nous voulons retenir de ce type d'association dans le cadre de la base de données.

Association, type d'association

Exemple:

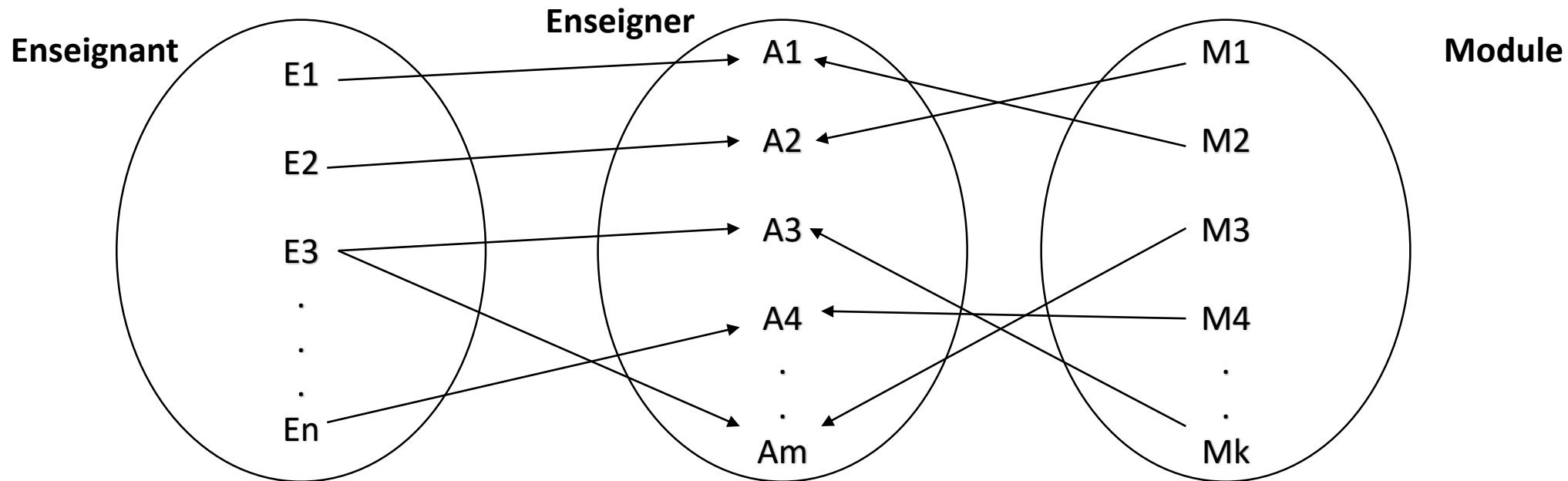
Enseigner(enseigne : Enseignant, est enseigné par : Module)

Le type d'association Enseigner exprime le fait qu'un enseignant enseigne un ou plusieurs modules ou, symétriquement, qu'un module est enseigné par un enseignant.

- Simplification de la terminologie:
 - On appellera association un type d'association
 - On appellera occurrence d'association toute correspondance qui existe entre deux ou plusieurs occurrences d'entités.

Extension d'une association

- L'ensemble des occurrences d'une association qui existent (dans la base de données) à un instant particulier dans le temps s'appelle l'extension de l'association.
- Exemple: une extension de l'association « Enseigner »



Degré d'une association

- Le degré d'une association est le nombre d'entités qui participent à une association

Exemple:

Cours(Module, Salle, Enseignant) → relation ternaire

Enseigner(Module, Enseignant) → relation binaire

Attributs d'une association

- Une association peut avoir ses propres attributs.

Exemple:

Le temps qui a été nécessaire à l'enseignant pour enseigner un module pourrait être un attribut de l'association Enseigner.

Enseigner(enseigne : Enseignant, est enseigné par : Module; volume horaire)

Identification d'une association

- L'identifiant est implicite.
- Par définition, une association est identifiée par l'ensemble des rôles assumés par les entités qu'elle met en correspondance.
- Concrètement, dans la base de données, l'identifiant de l'association sera formé par l'ensemble des identifiants des entités qui participent à l'association.

Exemple:

Enseigner(enseigne : Enseignant, est enseigné par : Module)

Identifiant: (Module, Enseignant)

Cardinalité

- Le but est d'exprimer le nombre minimum et le nombre maximum de participations de chaque occurrence d'entité à une association.

Exemple:

- Si on veut exprimer la contrainte que tous les enseignants doivent enseigner au moins un module.
 - On écrira $\text{min}=1$ et $\text{max}=N$ ou N veut dire nombre indéterminé.
- Si on veut exprimer la contrainte que tout module doit être enseigné par un et un seul enseignant.
 - On écrira $\text{min}=1$ et $\text{max}=1$.

Cardinalité

- De manière générale

Soit $A(\text{ro}(1): E1, \text{ro}(2): E2, \dots, \text{ro}(n): E_n)$ une association.

La contrainte de cardinalité de A est définie par un ensemble de couple $(\text{min}(i), \text{max}(i))$ $1 < i < n$.

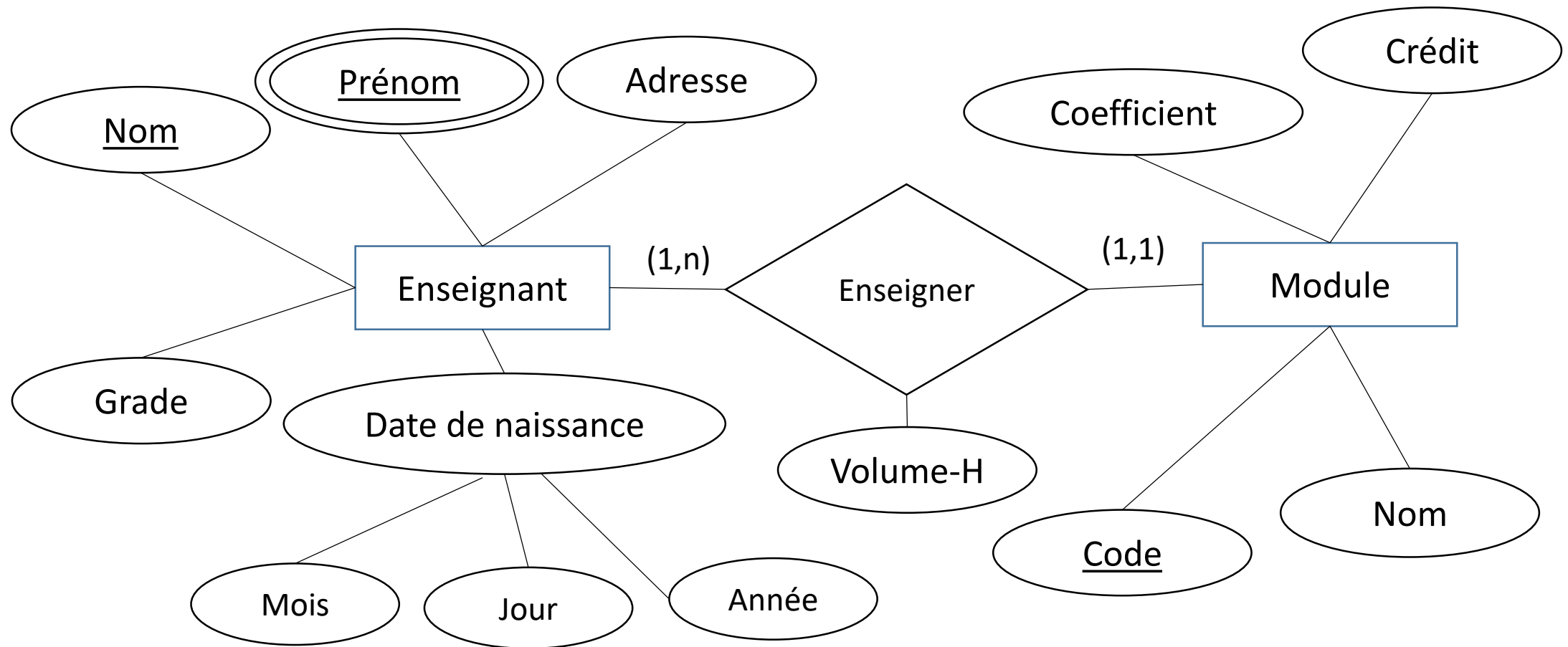
→ $\text{Min}(i)$ indique le nombre minimum de fois, qu'à tout moment toute occurrence de E_i doit assumer le rôle $\text{ro}(i)$.

→ $\text{Max}(i)$ indique le nombre maximum de fois qu'à tout moment toute occurrence de E_i peut assumer le rôle $\text{ro}(i)$.

Cardinalité

Valeur	Signification
min=0	toute occurrence de E peut exister indépendamment de A; on parle de participation partielle de E à A
min=1	aucune occurrence de E ne peut exister indépendamment de A; on parle de participation totale de E à A
max=1	toute occurrence de E assume au plus une fois le rôle ro
max=k > 1	toute occurrence de E assume au plus k fois le rôle ro
max=N	toute occurrence de E peut assumer un nombre non limité de fois le rôle ro

Représentation graphique d'une association



Entité faible

- Entité faible = entité sans identifiant propre.
- Identification: deux possibilités
 - Par le ou les rôles assumés par d'autres entités qui participent à la même association que l'entité faible à identifier.
 - Par une combinaison d'attributs propres de l'entité et du ou des rôles assumés par d'autres entités qui participent à la même association que l'entité faible à identifier.

Entité faible

Remarques:

- La cardinalité du rôle de l'entité faible au sein de l'association identifiante est (1,1)
- Concrètement, l'identifiant de l'entité faible sera formé par une combinaison d'attributs propres et par un ou des identifiants des autres entités qui participent à la même association que l'entité faible à identifier.

Modélisation

- La modélisation en termes d'entités et d'associations n'est pas innée dans le monde réel. C'est un choix du concepteur suivant la perception et l'intérêt pour une application donnée.
- Le formalisme Entité-Association n'est qu'un langage formel et une représentation graphique dont il faut respecter la syntaxe.
- Les concepts du modèle E.A. permettent de traiter un bon nombre de problèmes. Toutefois, ils ne sont pas suffisants pour modéliser certaines réalités complexes.

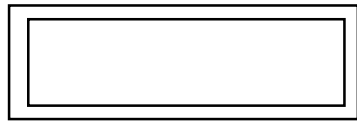
Modélisation

- Pour repousser ces limites, plusieurs extensions au modèle ont été proposées.
- Le but de la modélisation est d'inclure le maximum de sémantique au niveau du modèle conceptuelle des données. La sémantique qui n'y aura pas été incluse devra être programmée au niveau des traitements.
- On s'efforce toujours d'obtenir un schéma cohérent et conforme à une forme canonique en appliquant des règles de validation

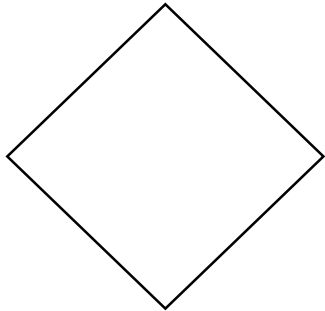
Conventions graphiques du modèle E.A



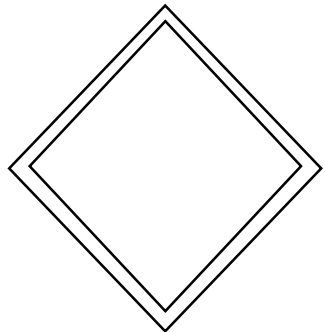
Entité



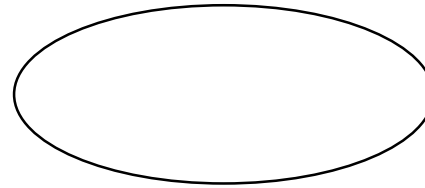
Entité faible



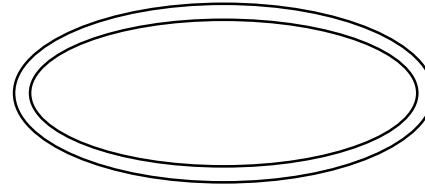
Association



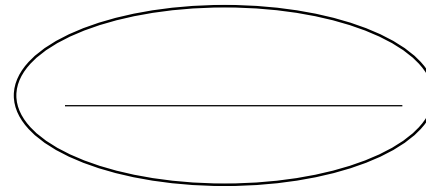
Association identifiante



Attribut



Attribut multivalué



Attribut clé

Contraintes d'intégrité

- Le but des contraintes d'intégrités est de spécifier des propriétés sémantiques du réel perçu qui ne sont pas exprimables avec le modèle E.A.
- Une contrainte d'intégrité (C.I.) est une propriété non représentée par les concepts de base du modèle E.A. que doivent satisfaire les données appartenant à la base de données.
- Effet: limiter les occurrences possibles des structures d'information.
- La contrainte d'intégrité peut être de nature statique ou dynamique

Contraintes d'intégrité

- Statique: propriété qui doit être vérifiée à tout moment.
 - Un enseignant doit enseigner au moins un module (cardinalité)
 - Date d'inscription d'un étudiant > date de naissance
- Dynamique: propriété que doit respecter tout changement d'état de la base de données
 - Le salaire d'un employé ne peut que croître
 - Le changement d'état civil d'une personne

C.I. statiques obligatoires

- Complètent obligatoirement la description d'un schéma.
- Concernent l'identification, cardinalité, attribut obligatoire ou facultatif.

Contrainte d'identification:

Toute entité ou association doit avoir un identifiant: il permet de repérer de manière univoque chaque occurrence de ce type. Bien que l'identification d'une association est implicite (car incluse dans sa définition), elle n'est pas toujours minimale, dans ce cas on cherchera un sous ensemble minimal de rôles identifiants.

C.I. statiques obligatoires

Contrainte de cardinalité(ou de connectivité):

Définit le nombre minimum et le nombre maximum de participations de chaque occurrence d'entité à une association.

Attribut obligatoire ou facultatif:

Un attribut facultatif prend la valeur inexistante s'il n'a pas de sens pour une occurrence d'entité donnée, inconnue si sa valeur n'est pas connue à une date d'observation donnée.

Remarque:

Tous les attributs formant un identifiant sont obligatoires.

C.I. statiques facultatives

Contrainte de sous-typage:

Si l'entité F est un sous-type de l'entité E, alors toutes les occurrences de F sont aussi des occurrences de E dont elles héritent les attributs et les associations auxquelles participe E.

Représentations:

- On utilise le concept d'association pour représenter le sous-typage.
- L'association porte généralement le nom ISA (“est un” en français).

Contrainte de sous-typage

- Pour des raisons de simplicité, nous considérons qu'une entité ne peut avoir qu'un seul sur-type.
- La structure des sous-types constitue une arborescence.
- Dans les Sous-type il y a deux situations possibles:
 - Les sous-types forment une partition, c-à-d qu'à une occurrence du sur-type est associée au plus une occurrence d'un sous-type. Dans ce cas on ajoute cette C.I. à la structure de sous-typage.
 - Les sous-types ne forment pas une partition.

Contrainte de sous-typage

Exemple:

il est raisonnable de modéliser les entités Professeur et Chercheur comme des sous-types de l'entité Personnel-Universitaire. Ces sous-types ne forment pas une partition: en effet, un Professeur a généralement aussi une fonction de Chercheur.

Remarques:

La contrainte de sous-typage est dérivée du mécanisme d'abstraction de généralisation et de spécialisation dénommés super-classes et sous-classes dans la terminologie "objet", les sur-types et les sous-types sont à la base des modèles de données orientés objets.

Dépendances fonctionnelles (D.F.)

Dépendance fonctionnelle entre attributs

Etant donné une entité ou une association, un attribut B dépend fonctionnellement d'un attribut A si à chaque valeur de A correspond au plus une valeur de B.

On dit que A est le déterminant et B le déterminé

Notation:



T est le nom de l'entité ou de l'association possédant les attributs A et B.

Dépendances fonctionnelles (D.F.)

Dépendance fonctionnelle entre attributs

La définition peut être étendue en considérant qu'un déterminant ou qu'un déterminé est constitué par un groupe d'attributs.

Notation:

$$(A_1, A_2, \dots, A_n) \xrightarrow{T} (B_1, B_2, \dots, B_n)$$

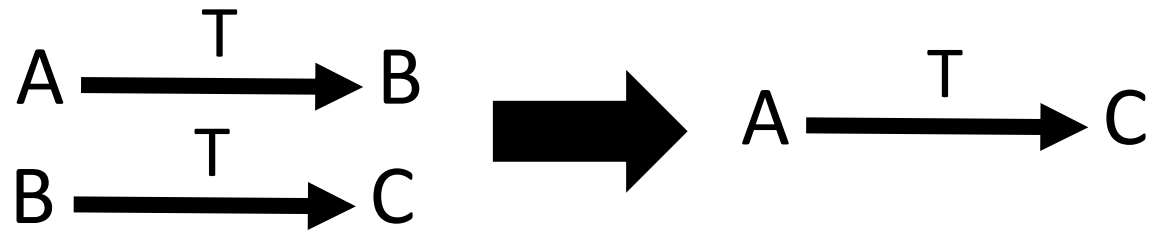
Remarque:

Par définition, chaque attribut non identifiant d'une entité dépend fonctionnellement de l'identifiant de l'entité.

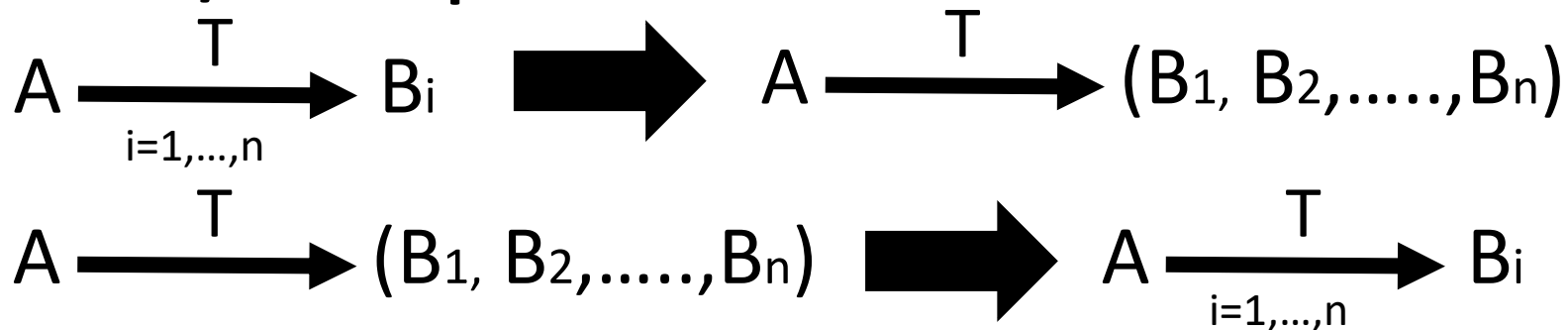
Dépendances fonctionnelles (D.F.)

Propriétés des dépendances fonctionnelles:

Transitivité:



Union/Décomposition::



Dépendances fonctionnelles (D.F.)

Dépendance fonctionnelle entre rôles

- Elle est généralement présentée dans une relation de dimension > 2
- Elle indique l'existence d'une dépendance entre un rôle et un autre

Dépendances multivaluées

- Dépendance multivaluée = cas particulier d'une D.F.
- C'est une dépendance d'un attribut monovalué (ou groupe d'attributs monovalués) vers un attribut multivalué
- s'il existe une dépendance multivaluée de A vers B, la connaissance d'une valeur de A détermine à elle seule un ensemble de valeurs de B.

Règles de validation d'un schéma E.A.

- Vérifier la complétude du schéma
- Vérifier la cohérence du schéma (absence de contradictions)
- Mise sous forme canonique du schéma (la forme canonique possède des propriétés très intéressantes pour les bases de données)

Remarque:

- Il s'agit de complétude formelle, c-à-d par rapport au modèle E.A. et non par rapport à la réalité perçue.

Règles de mise sous forme canonique

- Unicité des noms et absence d'homonymes

Chaque objet du schéma (entité, association, attribut, rôle et C.I.) reçoit un nom unique.

- Absence de synonymes

L'existence de deux objets sémantiques équivalents se retrouvent dans le schéma sous des noms différents nécessite l'élimination de l'un des objets et restructurer le schéma.

- Tout identifiant doit être minimal

Si l'identifiant d'une entité ou d'une association est constitué d'un groupe d'attributs et/ou rôles, alors il n'existe pas au sein de ce groupe un sous groupe qui forme un identifiant

- Mise en évidence des attributs dérivables

Un attribut est dérivable si sa valeur peut être calculée à partir de la valeur d'autres attributs.

Exemples: total, moyenne, etc.

Règles de mise sous forme canonique

- Elimination de structures redondantes
 - Attribut redondant avec une association
 - Association sémantiquement redondante avec d'autres association
- Désagrégation d'une entité

Une entité est désagrégeable lorsqu'au moins un de ses attributs exprime un objet de la réalité perçue représentable sous la forme d'une association ou d'une entité.

- lorsqu'il y a un attribut répétitif ou composé
- lorsqu'il y a d'autres DF entre attributs que celles entre l'identifiant et les attributs non identifiant.
- lorsqu'il y a des attributs prenant la valeur "inexistante" en fonction de la valeur des autres attributs.

Règles de mise sous forme canonique

- Désagrégation d'une association
 - Les cas de désagrégation d'une association sont analogues à ceux de la désagrégation d'une entité
 - Le processus de transformation est plus complexe et peut occasionner la création de plusieurs entités et associations supplémentaires.
- Décomposition d'une association
 - La décomposition d'une association est un processus qui a pour but de remplacer, sans perte d'information, une association de degré $n > 2$ par plusieurs associations dont le degré sera au plus égal à $n-1$.

Remarque:

- On ne procédera à la décomposition d'une association que si elle clarifie la sémantique du schéma, c-à-d qu'elle met en évidence des concepts distincts.