

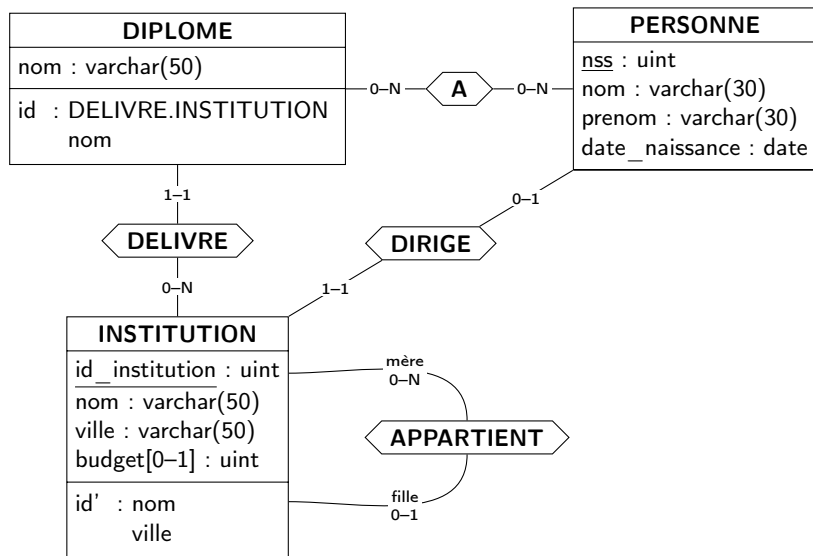
# Analyse conceptuelle – Deuxième partie

## Projet Base de Données – ENS Paris-Saclay

Gabriel Hondet  
hondet@lsv.fr

1<sup>er</sup> février 2019

# La semaine dernière



# Contraintes d'intégrité

Une **contrainte d'intégrité** est une propriété que les instances décrites par un schéma (les entités, les associations et les valeurs d'attributs) doivent respecter.

## Contraintes de base

Elles sont **déjà données** directement dans le schéma entité-association, à savoir :

- ▶ les identifiants ;
- ▶ les attributs obligatoires ;
- ▶ les contraintes de cardinalité ;
- ▶ le type de données des attributs.

# Contraintes d'intégrité

## Contraintes additionnelles

Elles sont données **en supplément** du schéma entité-association et sont exprimées de manière semi-formelle ou en langage courant. On peut trouver :

- ▶ des **contraintes de domaine** sur les valeurs données aux attributs (ex. :  $\forall i \in \text{INSTITUTION}, 10000 \leq i.\text{budget} \leq 10000000000$ );
- ▶ des **contraintes entre valeurs** d'attributs (ex. :  $\forall (m, f) \in \text{APPARTIENT}, m.\text{id\_institution} < f.\text{id\_institution}$ );
- ▶ des **contraintes d'existence** (ex. :  $\forall m \in \text{INSTITUTION}, (\exists f \in \text{INSTITUTION t.q. } (m, f) \in \text{APPARTIENT}) \Rightarrow m.\text{budget} \neq \text{NULL}$ );
- ▶ des **dépendances fonctionnelles**;
- ▶ etc.

# Contraintes d'intégrité

## Dépendances fonctionnelles

Soit un type d'entités  $E$  et deux ensemble  $A$ ,  $B$  non vides

- ▶ d'attributs de  $E$  ;
- ▶ de rôles opposés  $R_i.E_i$ , où  $E_i$  est un type d'entités distinct de  $E$  associé à celui-ci via le type d'associations  $R_i$ , où  $R_i.E$  a 0–1 ou 1–1 pour cardinalité.

On a la **dépendance fonctionnelle**  $A \rightarrow B$  ssi pour toute entité de  $E$ , la valeur donnée aux attributs de  $A$  et les entités associées des rôles opposés de  $A$  déterminent de manière unique la valeur donnée aux attributs de  $B$  et les entités associées des rôles opposés de  $B$ .

Par exemple :

- ▶ dans DIPLOME, on a  $\{\text{nom, DELIVRE.INSTITUTION}\} \rightarrow \{\text{nom}\}$  (identifiant) ;
- ▶ on pourrait imposer que dans INSTITUTION,  $\{\text{nom}\} \rightarrow \{\text{budget}\}$ .

# Intégration des contraintes d'intégrité

## Contraintes d'intégrité

À ajouter ensuite. Deux sources possibles :

- ▶ celles données explicitement par la spécification informelle ;
- ▶ celles issues d'une analyse critique ou d'un certain choix de conception (nécessaire pour les contraintes de base).

## Normalisation du schéma

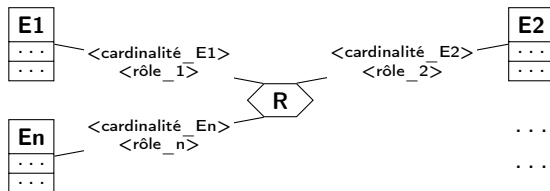
- ▶ **Simplification du schéma** : éliminer les constructions inutilement compliquées.
- ▶ **Élimination des redondances internes** : pour chaque type d'entités  $E$ , les seules dépendances fonctionnelles  $A \rightarrow B$  doivent être telles que  $A$  est un sur-ensemble d'un identifiant de  $E$ , autrement il faut décomposer.

# Associations n-aires

## Définitions

- ▶ On définit des types d'associations à  $n \geq 2$  rôles.
- ▶ Une association (instance) d'un tel type est donc un  $n$ -uplet d'entités des types impliqués.
- ▶ Chaque type d'entités impliqués joue un ou plusieurs rôles, chacun de ceux-ci a une cardinalité donnant, pour chaque entité de ce type, le nombre d'associations minimum et maximum dans lesquelles elle peut participer pour ce rôle.

## Représentation graphique

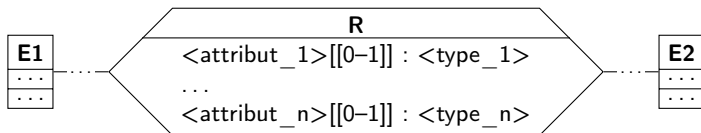


# Attributs de type d'associations

## Définitions

- ▶ À chaque type d'associations, on peut ajouter une **liste d'attributs** (chacun ayant un nom, un type de données et un caractère obligatoire ou facultatif).
- ▶ Chaque association (instance) de ce type vient donc en plus avec une valuation de ces attributs.

## Représentation graphique





# Le modèle EA étendu

## Identifiants de type d'associations

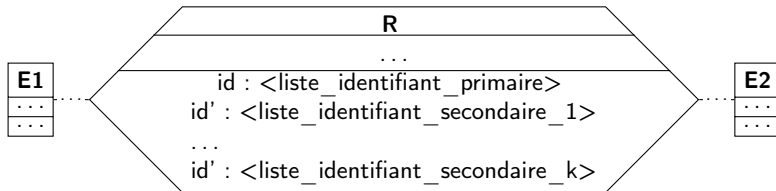
### Définitions

Pour  $R$  un type d'associations, sont des identifiants :

- ▶ tout rôle de cardinalité  $i-1$  ;
- ▶ tout ensemble d'attributs et de rôles de  $R$  déclaré comme tel ;
- ▶ l'ensemble des rôles de  $R$ , si  $R$  ne possède pas de rôle de cardinalité  $i-1$  ou d'identifiant explicite.

Il ne doit pas exister de contraintes de dépendance fonctionnelle violant la minimalité des identifiants tels que définis ci-dessus.

### Représentation graphique



# Relation de généralisation-spécialisation (sous-typage)

## Définitions

- ▶ Soit  $A$  un **objet** (un type d'entités ou d'associations), on appellera **population de  $A$**  et on notera  $\text{pop}(A)$  l'ensemble des instances de  $A$  à un moment déterminé.
- ▶ Dans le modèle EA de base, pour  $A$  et  $B$  deux types d'entités distincts, on a à tout instant  $\text{pop}(A) \cap \text{pop}(B) = \emptyset$ . Par la **relation est-un**, on va pouvoir exprimer le fait qu'une entité d'un certain type est aussi d'un **surtype plus général** (généralisation) et/ou d'un ou plusieurs **sous-types plus spécifiques** (spécialisation).

## Exemple

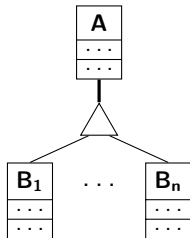
On peut par exemple exprimer qu'une entité du type DIRECTEUR est aussi, plus généralement, du surtype PERSONNE et qu'une entité de ce type PERSONNE peut être, plus spécifiquement, du sous-type ALUMNI ou DIRECTEUR.

# Relation de généralisation-spécialisation (sous-typage)

## Variantes et représentation graphique

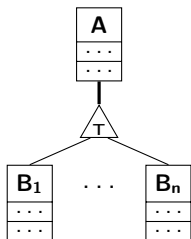
Supposons que l'on veuille spécifier que  $A$  est un surtype de sous-types  $B_1, \dots, B_n$ . Il existe **plusieurs variantes** de relation est-un que l'on peut imposer entre  $A$  et  $B_1, \dots, B_n$ , selon les contraintes que l'on souhaite voir respectées par les populations de  $A$  et  $B_1, \dots, B_n$ .

- ▶ **Sans contraintes** :  $\bigcup_{i=1}^n \text{pop}(B_i) \subseteq \text{pop}(A)$ .

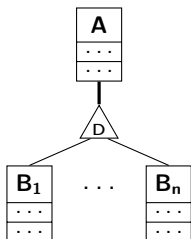


## Relation de généralisation-spécialisation (sous-typage)

- **Recouvrement total** :  $\bigcup_{i=1}^n \text{pop}(B_i) = \text{pop}(A)$ .

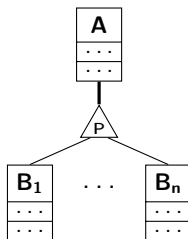


- **Disjonction** :  $\bigcup_{i=1}^n \text{pop}(B_i) \subseteq \text{pop}(A)$  et pour tous  $i, j \in \mathbb{N}$ ,  $1 \leq i, j \leq n$ ,  $\text{pop}(B_i) \cap \text{pop}(B_j) = \emptyset$ .



## Relation de généralisation-spécialisation (sous-typage)

- ▶ **Partition** :  $\bigcup_{i=1}^n \text{pop}(B_i) = \text{pop}(A)$  et pour tous  $i, j \in \mathbb{N}$ ,  $1 \leq i, j \leq n$ ,  $\text{pop}(B_i) \cap \text{pop}(B_j) = \emptyset$ .



### Propriétés

- ▶ Toute entité est d'un **type propre** et de tous ses **surtypes directs ou indirects** ; elle possède les attributs, joue les rôles et est soumise aux contraintes de tous ses types (notion d'**héritage**).

# Relation de généralisation-spécialisation (sous-typage)

- ▶ Une **caractéristique héritée** peut être **restreinte** par rapport à sa définition dans le surtype (domaine, cardinalité, etc.).

## Règles

- ▶ Le graphe des relations est-un (où l'on va des surtypes aux sous-types) doit former un **graphe orienté sans circuit**.
- ▶ Les **attributs propres et hérités** d'un type d'entités doivent avoir des **noms distincts**.
- ▶ Les **contraintes d'intégrité propres et héritées** d'un type d'entités doivent être **non contradictoires** (en particulier, seul un type d'entités source peut avoir un identifiant primaire).
- ▶ Si  $A$  et  $B$  sont deux types d'entités n'ayant **aucun surtype** direct ou indirect **commun**, alors  $\text{pop}(A) \cap \text{pop}(B) = \emptyset$ .

# Élaboration d'un schéma conceptuel

## Documentation du schéma

À chaque type d'entités, attribut et type d'associations est associée une **description** indiquant quel concept ou fait de la spécification informelle il représente, ou, à défaut, son utilité en regard de la spécification.

## Complétude

Simplement **vérifier** que tous les concepts et faits de l'énoncé formel sont bien pris en compte et que tout ce qui est nécessaire est présent dans le schéma (identifiants, types de données, cardinalité, etc.).