

Introduction aux Bases de données Relationnelles

Département Génie Biologique
GB4 – année 2023–2024



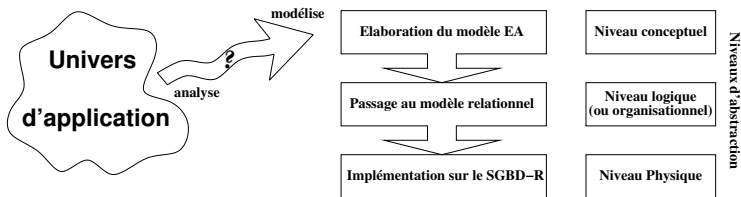
Jean-Paul Comet¹
Nadia Abchiche-Mimouni¹

¹Université Côte d'Azur

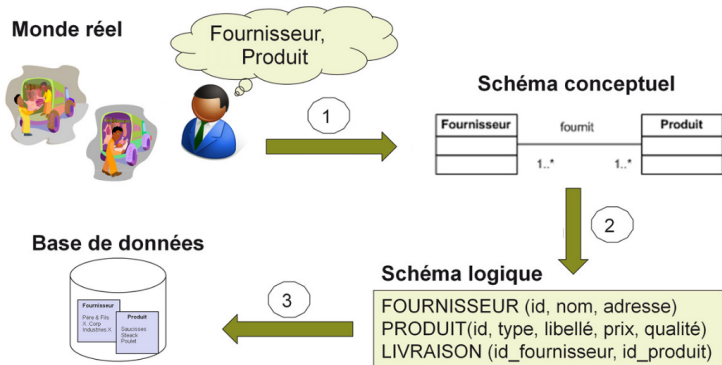
Partie 5 : Le modèle conceptuel Entités-Associations

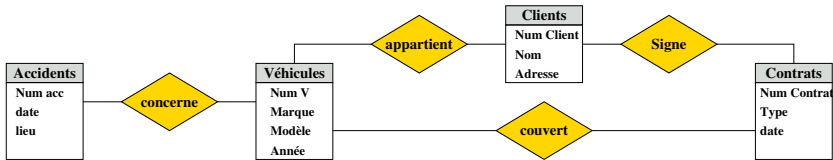
Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

- Les BD constituent le cœur du système d'information.
- La conception de ces bases de données est la tâche la plus ardue du processus de développement du système d'information. :
 - conception bien gérée ⇒ **développement facile.**
 - si des difficultés non révélées ⇒ **la phase de développement sera obligée de reprendre des points non éclaircis lors de la phase de conception. De nombreux bugs verront le jour.**
- Méthodes de conception pour assister la démarche de conception.
3 étapes principales ~ 3 niveaux d'abstraction différents :



- Les BD constituent le cœur du système d'information.
- La conception de ces bases de données est la tâche la plus ardue du processus de développement du système d'information. :
 - conception bien gérée \Rightarrow développement facile.
 - si des difficultés non révélées \Rightarrow la phase de développement sera obligée de reprendre des points non éclaircis lors de la phase de conception. De nombreux bugs verront le jour.
- Méthodes de conception pour assister la démarche de conception.
3 étapes principales \sim 3 niveaux d'abstraction différents :



Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

- Le modèle **entités-associations** (EA), aussi appelé **entités-relations** (ER) est un modèle de données de type conceptuel.
- But : **exprimer une partie du monde réel indépendamment de toute contingence informatique.**
Utilisé dans des méthodes et outils d'aide à la conception (Merise, par ex.).
Se limite à une description statique : son but est d'aider à la conception des structures de données d'une application.
- Idée sous-jacente : représentation des **entités** du monde réel que l'observateur peut identifier de manière distincte.

On distingue alors

- les **entités**
(personne, voitures, contracts, accidents...),
- les propriétés observables de ces entités, appelées **attributs**
(taille, couleur, date de signature, lieu de l'accident...),
- et les **associations** qui relient les entités
(une personne est propriétaire d'une voiture).

- Les **entités** représentent des objets du monde réel, (concrets ou abstraits)
- Les **types d'entités** représentent les ensembles d'entités perçues comme similaires et ayant des caractéristiques comparables.

Clients	Véhicules	Contrats	Accidents
Num Client Nom Adresse	Num V Marque Modèle Année	Num Contrat Type date	Num acc date lieu

- **occurrence** d'un type d'entités / **population** d'un type d'entités.
- Une occurrence d'un type d'entités est vue par l'utilisateur comme un ensemble de valeurs : une valeur est associée à chacun des attributs
- Les **attributs** : représentations des propriétés associées à un type d'entités.
- **attribut composé** \equiv attribut décomposé en attributs plus simples.
Exemple : date \equiv jour + mois + année

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation



Les **associations** représentent les liens existants entre les entités. Les associations sont caractérisées, comme les entités, par un nom et éventuellement des attributs.

- **Types d'associations** : ensembles d'associations perçues comme similaires et ayant des caractéristiques qui peuvent être comparées.
- **Occurrences** d'un type d'associations : instances d'un type d'associations.
- **Population** d'un type d'associations : ensemble d'occurrences d'un type d'associations.

Cardinalité : la description complète d'une association nécessite la définition précise de la participation des entités. La cardinalité est le nombre de participation d'une entité à une association.

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

● **Cardinalité un à un :**

● **Cardinalité un à plusieurs :**

● **Cardinalité plusieurs à plusieurs :**

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

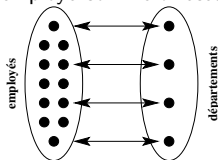
Normalisation
d'une relation

- **Cardinalité un à un** : un employé ne peut être directeur que dans un seul département et un département n'a qu'un seul employé comme directeur.

- **Cardinalité un à plusieurs** :

- **Cardinalité plusieurs à plusieurs** :

- **Cardinalité un à un** : un employé ne peut être directeur que dans un seul département et un département n'a qu'un seul employé comme directeur.



- **Cardinalité un à plusieurs** :
- **Cardinalité plusieurs à plusieurs** :

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

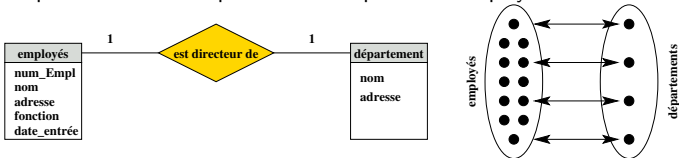
généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

- **Cardinalité un à un** : un employé ne peut être directeur que dans un seul département et un département n'a qu'un seul employé comme directeur.



- **Cardinalité un à plusieurs** : un département emploie plusieurs personnes (employés) mais chaque employé ne fait partie que d'un seul département.

- **Cardinalité plusieurs à plusieurs** :

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

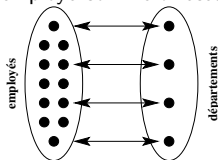
généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

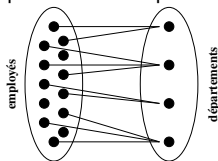
Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

- **Cardinalité un à un** : un employé ne peut être directeur que dans un seul département et un département n'a qu'un seul employé comme directeur.



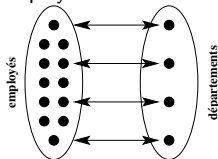
- **Cardinalité un à plusieurs** : un département emploie plusieurs personnes (employés) mais chaque employé ne fait partie que d'un seul département.



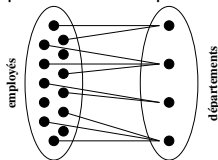
- **Cardinalité plusieurs à plusieurs** :

Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

- **Cardinalité un à un** : un employé ne peut être directeur que dans un seul département et un département n'a qu'un seul employé comme directeur.

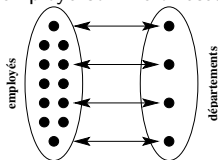


- **Cardinalité un à plusieurs** : un département emploie plusieurs personnes (employés) mais chaque employé ne fait partie que d'un seul département.

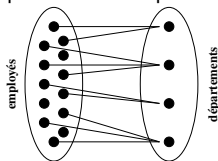


- **Cardinalité plusieurs à plusieurs** : un type de produit peut être fabriqué dans plusieurs usines et une usine donnée peut fabriquer plusieurs produits.

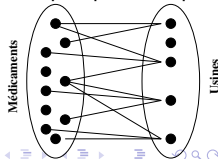
- **Cardinalité un à un** : un employé ne peut être directeur que dans un seul département et un département n'a qu'un seul employé comme directeur.



- **Cardinalité un à plusieurs** : un département emploie plusieurs personnes (employés) mais chaque employé ne fait partie que d'un seul département.



- **Cardinalité plusieurs à plusieurs** : un type de produit peut être fabriqué dans plusieurs usines et une usine donnée peut fabriquer plusieurs produits.



Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentielsAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

Cardinalités maximales : nb max de participations d'une entité à une association.

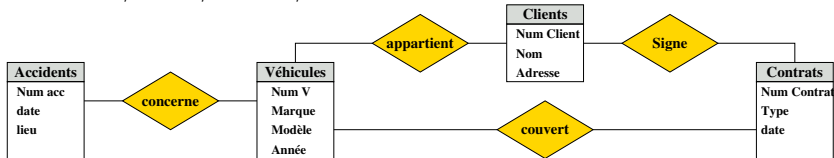
Cardinalités minimales : nb min de participations d'une entité à une association (souvent 0 ou 1).

Les cardinalités max et min traduisent les contraintes propres aux entités et associations.

Notations :

0-1	aucune ou une seule
1-1	une et une seule
0-N	aucune ou plusieurs
1-N	une ou plusieurs

Exercice : Faire le schéma Entités-Associations correspondant aux entités Véhicules, Clients, Contrats, accidents.



Cardinalités maximales : nb max de participations d'une entité à une association.

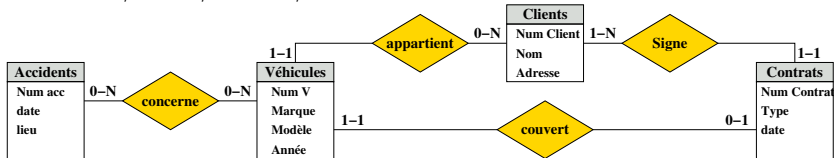
Cardinalités minimales : nb min de participations d'une entité à une association (souvent 0 ou 1).

Les cardinalités max et min traduisent les contraintes propres aux entités et associations.

Notations :

0-1	aucune ou une seule
1-1	une et une seule
0-N	aucune ou plusieurs
1-N	une ou plusieurs

Exercice : Faire le schéma Entités-Associations correspondant aux entités Véhicules, Clients, Contrats, accidents.



Notion de rôles.

- Une association permet de lier plusieurs entités entre elles.
- Chaque entité va donc jouer un **rôle** vis à vis de la sémantique de l'association considérée.
- Si un type d'associations est relié à un même type d'entités par plusieurs liens différents, le rôle de chacun des types d'entités est primordial (indispensable), car c'est lui qui va distinguer les différents cas possibles.

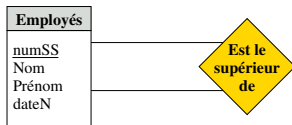
Exemple : les liens hiérarchiques dans une entreprise

2 rôles :

- un rôle pour exprimer le chef.
- un rôle pour exprimer le ou les subordonnés,

Les cardinalités :

- 0-N pour le rôle « *chef* »,
- 0-1 pour le rôle « *subordonné* ».



Une **occurrence d'un type d'associations** est vue par l'utilisateur comme

- un ensemble de valeurs : une valeur pour chaque attribut du type d'associations (s'il en existe)
- un ensemble d'occurrences de types d'entités : pour chaque rôle associé au type d'associations, une occurrence du type d'entités qui joue ce rôle.

Notion de rôles.

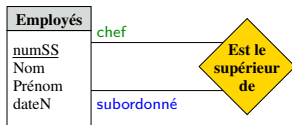
- Une association permet de lier plusieurs entités entre elles.
- Chaque entité va donc jouer un **rôle** vis à vis de la sémantique de l'association considérée.
- Si un type d'associations est relié à un même type d'entités par plusieurs liens différents, le rôle de chacun des types d'entités est primordial (indispensable), car c'est lui qui va distinguer les différents cas possibles.

Exemple : les liens hiérarchiques dans une entreprise
2 rôles :

- un rôle pour exprimer le chef.
- un rôle pour exprimer le ou les subordonnés,

Les cardinalités :

- 0-N pour le rôle « *chef* »,
- 0-1 pour le rôle « *subordonné* ».



Une **occurrence d'un type d'associations** est vue par l'utilisateur comme

- un ensemble de valeurs : une valeur pour chaque attribut du type d'associations (s'il en existe)
- un ensemble d'occurrences de types d'entités : pour chaque rôle associé au type d'associations, une occurrence du type d'entités qui joue ce rôle.

Notion de rôles.

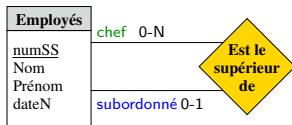
- Une association permet de lier plusieurs entités entre elles.
- Chaque entité va donc jouer un **rôle** vis à vis de la sémantique de l'association considérée.
- Si un type d'associations est relié à un même type d'entités par plusieurs liens différents, le rôle de chacun des types d'entités est primordial (indispensable), car c'est lui qui va distinguer les différents cas possibles.

Exemple : les liens hiérarchiques dans une entreprise
2 rôles :

- un rôle pour exprimer le chef.
- un rôle pour exprimer le ou les subordonnés,

Les cardinalités :

- 0-N pour le rôle « *chef* »,
- 0-1 pour le rôle « *subordonné* ».



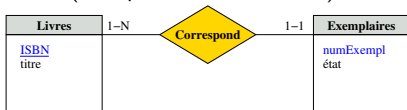
Une **occurrence d'un type d'associations** est vue par l'utilisateur comme

- un ensemble de valeurs : une valeur pour chaque attribut du type d'associations (s'il en existe)
- un ensemble d'occurrences de types d'entités : pour chaque rôle associé au type d'associations, une occurrence du type d'entités qui joue ce rôle.

Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

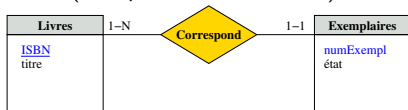
- Un **identifiant** est un attribut ou un *ensemble d'attributs* permettant de déterminer une et une seule entité à l'intérieur de la population.
 - Un **identifiant** est un ensemble minimum d'attributs tel qu'il n'existe pas deux occurrences du TE qui ont la même valeur pour ces attributs.
- ⇒ s'il y a un identifiant composé d'au moins 2 attributs, bien le distinguer de deux identifiants simples.

Exemple. Dans une bibliothèque, on distingue le livre (œuvre protégée) de l'exemplaire de cet œuvre (exemplaire numéro 1, 2 ...).



- Un **identifiant** est un attribut ou un *ensemble d'attributs* permettant de déterminer une et une seule entité à l'intérieur de la population.
 - Un **identifiant** est un ensemble minimum d'attributs tel qu'il n'existe pas deux occurrences du TE qui ont la même valeur pour ces attributs.
- ⇒ s'il y a un identifiant composé d'au moins 2 attributs, bien le distinguer de deux identifiants simples.

Exemple. Dans une bibliothèque, on distingue le livre (œuvre protégée) de l'exemplaire de cet œuvre (exemplaire numéro 1, 2 ...).



- on dit que le TE *Exemplaires* est **faible**.
- Un TE est dit **faible** lorsque :
 - aucun sous-ensemble de ses attributs constitue un identifiant, et
 - un identifiant peut être défini en intégrant un identifiant d'un autre TE' qui lui est lié par un TA binaire de cardinalité (1,1) pour TE.On dit dans ce cas que TE **dépend** de TE'.
- le TE *Exemplaires* dépend du TE *Livres*, car tout exemplaire est rattaché à un livre.
L'identifiant est (**Livres.ISBN, numExempl**).

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

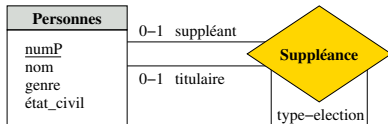
Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

La définition des identifiants est la même que pour les types d'entités.

Exemples.



- Une occurrence du TA Suppléance est un triplet.
numP est un identifiant de Personnes, la cardinalité des deux rôles est 0-1

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

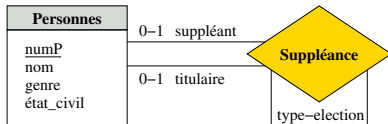
Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

La définition des identifiants est la même que pour les types d'entités.

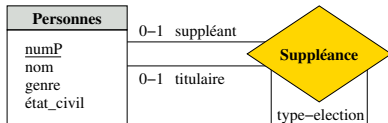
Exemples.



- Une occurrence du TA Suppléance est un triplet.
numP est un identifiant de Personnes, la cardinalité des deux rôles est 0-1
⇒ Suppléance possède 2 identifiants :
(suppléant.numP, type_election) et
(titulaire.numP, type_election).

La définition des identifiants est la même que pour les types d'entités.

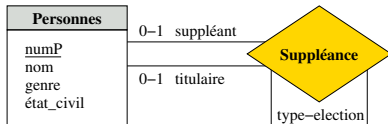
Exemples.



- Une occurrence du TA Suppléance est un triplet.
numP est un identifiant de Personnes, la cardinalité des deux rôles est 0-1
⇒ Suppléance possède 2 identifiants :
(suppléant.numP, type_election) et
(titulaire.numP, type_election).
- Ce raisonnement est bon uniquement si la base de données ne contient que les suppléances en cours. Si on mémorisait toutes les suppléances, les cardinalités des rôles suppléant et titulaire seraient 0-N, et les identifiants de Suppléance seraient :

La définition des identifiants est la même que pour les types d'entités.

Exemples.



- Une occurrence du TA Suppléance est un triplet.
numP est un identifiant de Personnes, la cardinalité des deux rôles est 0-1
⇒ Suppléance possède 2 identifiants :
(suppléant.numP, type_election) et
(titulaire.numP, type_election).
- Ce raisonnement est bon uniquement si la base de données ne contient que les suppléances en cours. Si on mémorisait toutes les suppléances, les cardinalités des rôles suppléant et titulaire seraient 0-N, et les identifiants de Suppléance seraient :
(suppléant.numP, type_election, date) et
(titulaire.numP, type_election, date).

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

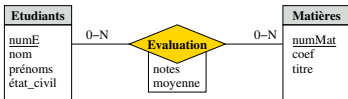
généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Exercice : Donner les identifiants des types d'associations suivants.



Correction :

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

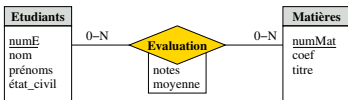
généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

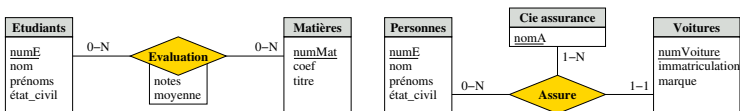
Exercice : Donner les identifiants des types d'associations suivants.



Correction :

Dans le 1er cas, l'identifiant est (`Etudiant.numE, Matière.numMat`).

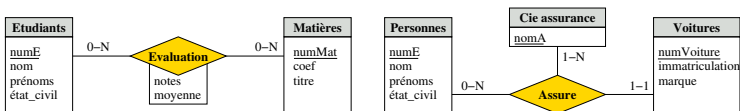
Exercice : Donner les identifiants des types d'associations suivants.



Correction :

Dans le 1er cas, l'identifiant est (**Etudiant.numE, Matière.numMat**).

Exercice : Donner les identifiants des types d'associations suivants.



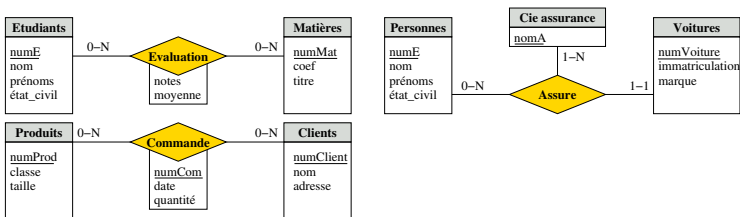
Correction :

Dans le 1er cas, l'identifiant est **(Etudiant.numE, Matière.numMat)**.

Dans le 2ème cas, l'identifiant est **Voitures.numVoiture**.

Règle 1. Lorsqu'un type associations est lié à un TE par un lien de cardinalité maximum égale à 1, alors tout identifiant de ce TE fait partie de l'identifiant du TA considéré.

Exercice : Donner les identifiants des types d'associations suivants.



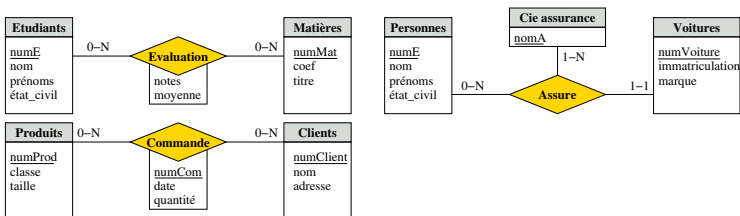
Correction :

Dans le 1er cas, l'identifiant est (Etudiant.numE, Matière.numMat).

Dans le 2ème cas, l'identifiant est Voitures.numVoiture.

Règle 1. Lorsqu'un type associations est lié à un TE par un lien de cardinalité maximum égale à 1, alors tout identifiant de ce TE fait partie de l'identifiant du TA considéré.

Exercice : Donner les identifiants des types d'associations suivants.



Correction :

Dans le 1er cas, l'identifiant est (**Etudiant.numE, Matière.numMat**).

Dans le 2ème cas, l'identifiant est **Voitures.numVoiture**.

Dans le 3ème cas, l'identifiant est

(**Produit.numProd, numCom, Client.numClient**).

Règle 1. Lorsqu'un type associations est lié à un TE par un lien de cardinalité maximum égale à 1, alors tout identifiant de ce TE fait partie de l'identifiant du TA considéré.

Règle 2. Lorsque plusieurs occurrences d'un TA peuvent lier les mêmes occurrences des TE, alors l'identifiant du TA contient au moins un attribut du TA.

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

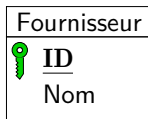
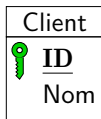
Concepts de base et
Diagramme EA

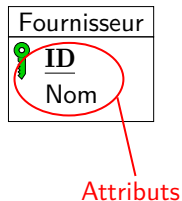
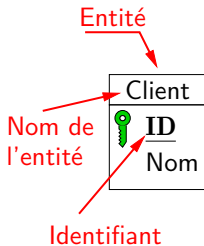
généralisation /
spécialisation

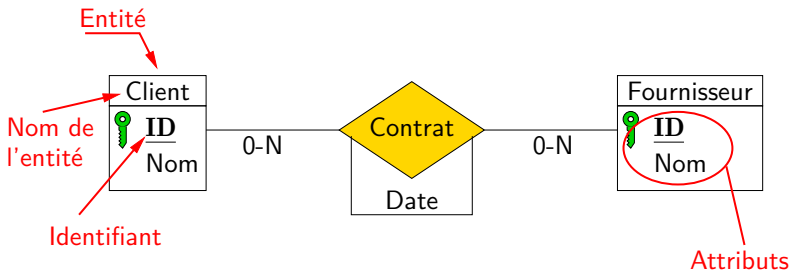
Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation



Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

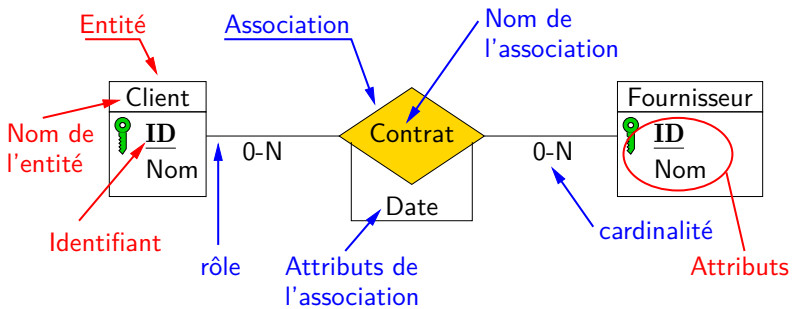
Concepts de base et
Diagramme EA

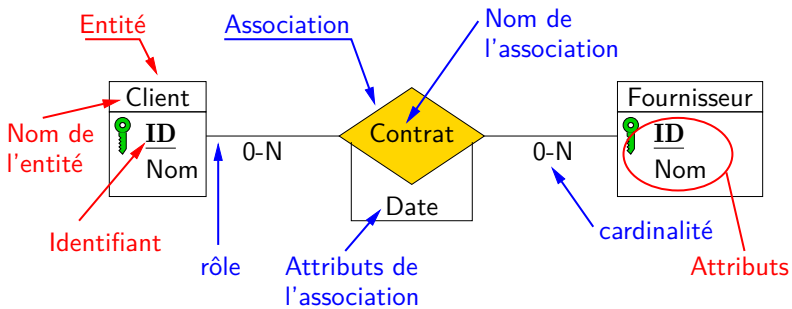
généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation



Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

Association : Contrat
Dimension (arité) = 2

Les entités Client et Fournisseur
sont les participants de
l'association Contrat

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

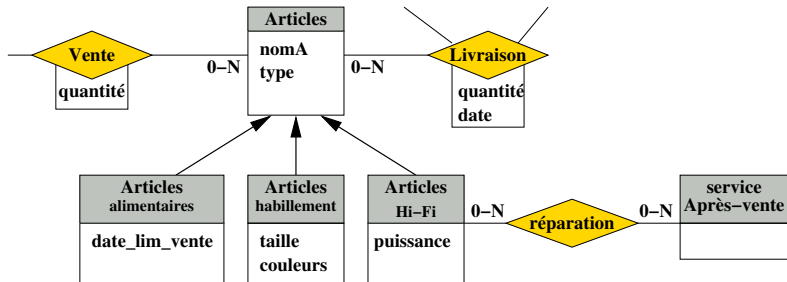
**généralisation/
spécialisation**

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

- Un type d'entités représente une classe d'objets du monde réel.
 - Ce même ensemble peut être perçu d'un autre point de vue comme plusieurs classes. **Exemple** : articles d'un supermarché
 - pour certains, tous les articles ont le même statut,
 - pour d'autres, articles d'alimentation, articles d'habillement... (traitements différents)
 - Comment définir un TE générique `Article`, et des TE spécialisés représentant des sous-classes spécialisées ?
Les classes d'objets *ne sont donc plus distinctes*.
- 1 **Généralisation** : TE spécialisé (*spécifique*) \longrightarrow TE générique
Spécialisation : TE générique \longrightarrow TE spécialisé (*spécifique*)
« à toute entité d'un TE spécialisé correspond une et une seule entité du TE générique »
« à toute entité du TE générique correspond au plus une entité d'un TE spécialisé »
Lien « est un » (ou « IS A »)
le TE spécialisé est appelé **sous-type** du TE générique
le TE générique est appelé **sur-type** du TE spécialisé.
Lorsqu'il y a plusieurs niveaux, **hiérarchie de généralisations**.
- 2 les attributs qui sont communs à tous les sous-types, sont rattachés au type d'entités générique : les sous-types **héritent** de ces attributs.



- Il n'est pas nécessaire que l'ensemble des sous-types constituent une partition du sur-type.
- Les TE spécifiques peuvent représenter des populations qui ne sont pas disjointes.
- **généralisation multiple** lorsqu'un TE spécialisé est sous-type de plusieurs autres TE. (Cf exemple suivant)
- **Identifiant d'un TE sous-type.** Soit E un TE sous-type d'un TE E'. Tout identifiant de E' est aussi identifiant de E. E n'a pas nécessairement d'identifiant qui lui soit propre.

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

**généralisation /
spécialisation**

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Exercice : Décrire par un diagramme EA l'ensemble des personnes travaillant dans une université. Chaque individu est une personne, la population des personnes est partagée en étudiants et employés. La population des personnels est découpée en trois : les enseignants (MCF, Pr, et autres), les techniciens et les administratifs. Parmi les étudiants, on particularise les doctorants, parmi lesquels certains sont moniteurs, c'est-à-dire héritent de la population des enseignants.

Les attributs associés aux personnes sont : n^o d'identifiant, nom, prénom. L'étudiant a comme attribut le dépt, le doctorant a un sujet de thèse, et l'employé a pour attribut sa classe (A,B,C).

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

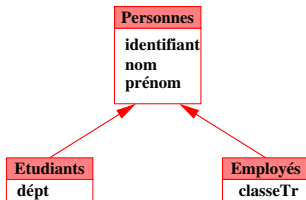
**généralisation /
spécialisation**

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Exercice : Décrire par un diagramme EA l'ensemble des personnes travaillant dans une université. **Chaque individu est une personne, la population des personnes est partagée en étudiants et employés.** La population des personnels est découpée en trois : les enseignants (MCF, Pr, et autres), les techniciens et les administratifs. Parmi les étudiants, on particularise les doctorants, parmi lesquels certains sont moniteurs, c'est-à-dire héritent de la population des enseignants. Les attributs associés aux personnes sont : n^o d'identifiant, nom, prénom. L'étudiant a comme attribut le dépt, le doctorant a un sujet de thèse, et l'employé a pour attribut sa classe (A,B,C).



Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

**généralisation /
spécialisation**

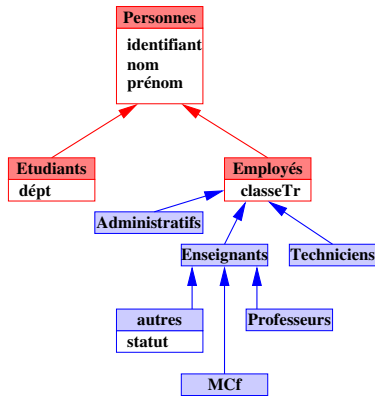
Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Exercice : Décrire par un diagramme EA l'ensemble des personnes travaillant dans une université. **Chaque individu est une personne, la population des personnes est partagée en étudiants et employés. La population des personnels est découpée en trois : les enseignants (MCF, Pr, et autres), les techniciens et les administratifs.** Parmi les étudiants, on particularise les doctorants, parmi lesquels certains sont moniteurs, c'est-à-dire héritent de la population des enseignants.

Les attributs associés aux personnes sont : n^o d'identifiant, nom, prénom. L'étudiant a comme attribut le dépt, le doctorant a un sujet de thèse, et l'employé a pour attribut sa classe (A,B,C).



Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

**généralisation /
spécialisation**

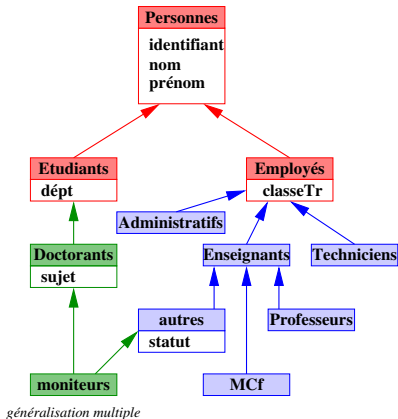
Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Exercice : Décrire par un diagramme EA l'ensemble des personnes travaillant dans une université. **Chaque individu est une personne, la population des personnes est partagée en étudiants et employés.** La population des personnels est découpée en trois : les enseignants (MCF, Pr, et autres), les techniciens et les administratifs. Parmi les étudiants, on particularise les doctorants, parmi lesquels certains sont moniteurs, c'est-à-dire héritent de la population des enseignants.

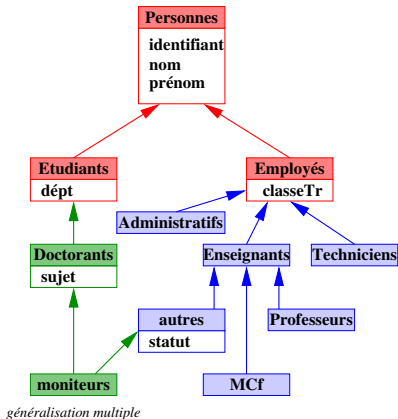
Les attributs associés aux personnes sont : n^o d'identifiant, nom, prénom. L'étudiant a comme attribut le dépt, le doctorant a un sujet de thèse, et l'employé a pour attribut sa classe (A,B,C).



Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation/
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

Exercice : Décrire par un diagramme EA l'ensemble des personnes travaillant dans une université. **Chaque individu est une personne, la population des personnes est partagée en étudiants et employés.** La population des personnels est découpée en trois : les enseignants (MCF, Pr, et autres), les techniciens et les administratifs. Parmi les étudiants, on particularise les doctorants, parmi lesquels certains sont moniteurs, c'est-à-dire héritent de la population des enseignants.

Les attributs associés aux personnes sont : n^o d'identifiant, nom, prénom. L'étudiant a comme attribut le dépt, le doctorant a un sujet de thèse, et l'employé a pour attribut sa classe (A,B,C).



Problèmes liés à l'héritage

- les sous-types peuvent hériter deux fois d'un ancêtre commun
- conflit d'héritage lorsqu'un sous-type hérite de 2 TE ayant un nom d'attribut en commun.
- Ces problèmes doivent être résolus par le concepteur : préférence d'héritage par exemple.

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Les Types d'Entités (TE)

- nom du type,
- nom des sur-types s'il en existe,
- la définition libre (commentaire) précisant la sémantique du TE,
- la description des attributs,
- les identifiants.

Deux TE différents ne peuvent pas avoir le même nom.

Les Types d'Associations (TA)

- nom du type,
- la définition libre (commentaire) précisant la sémantique du TA,
- le nom des TE avec le nom du rôle les associant au TA (en pratique, ce n'est nécessaire que pour les associations cycliques),
- pour chacun des rôles, ses cardinalités ; si la cardinalité max est supérieure à 1, on précise si les rôles liant une entité constitue une liste ou un ensemble (valeur par défaut),
- la description des attributs,
- la composition des identifiants, s'il en existe.

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Les attributs : plusieurs types :

- **attributs simples** (attributs non composés),
- **attributs complexes** (attributs composés),
- **attributs monovalués** (cardinalité $\max=1$),
- **attributs multivalués** (cardinalité $\max>1$),
- **attributs obligatoires** (cardinalité $\min=1$),
- **attributs facultatifs** (cardinalité $\min=0$).

Un attribut est décrit par les spécifications suivantes :

- nom de l'attribut,
- définition libre,
- cardinalité (min :max)
Si la cardinalité est supérieure à 1, on précise si les valeurs de l'attribut constituent une liste ou un ensemble (valeur par défaut)
- si l'attribut n'est pas composé d'autres attributs : domaine de valeurs définissant les valeurs possibles,
- si l'attribut est composé d'autres attributs : description des attributs composants.

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Exemple : On considère un type d'entités *employés* qui doit mémoriser en plus des identifiants, noms et prénoms de la personne, les formations validées, ainsi que l'ensemble des postes occupées par l'employé en question.

employés	cardinalité	type d'attribut
identifiantE	1:1	simple, monovalué, obligatoire
Nom	1:1	simple, monovalué, obligatoire
prénoms	1:N	simple, multivalué, obligatoire
formation Validée	0:N	complexe, multivalué, facultatif
diplome	1:1	
année	1:1	
poste	1:N	complexe, multivalué, obligatoire
intitule	1:1	
date-debut	1:1	
date_fin	1:1	
salaire	1:N	
montant	1:1	
date	1:1	
année	1:1	
mois	1:1	

Considérons le type d'associations Mariages et le type d'entités Personnes.

- si une personne participe à une association du type Mariages son état civil doit être marié.

$$\forall x, y \in \text{Personnes}, (x, y) \in \text{Mariages} \implies \begin{cases} x.\text{état} = \text{"Marié"} \wedge \\ y.\text{état} = \text{"Marié"} \end{cases}$$

- si l'état civil d'une personne est "Marié", il ne peut être changé par la suite en "Célibataire"

$$\forall x \in \text{Personnes}, \forall t_1, t_2 \in \text{Temps}, \\ (t_1 < t_2) \wedge x(t_1).\text{état} = \text{"Marié"} \implies x(t_2).\text{état} \neq \text{"Célibataire"}$$

Autre exemple : tournois de doubles mixtes.

- seuls les hommes (resp. femmes) participent à l'association Equipe dans le rôle d'homme (resp. de femme) :

$$\begin{aligned} \forall x, y \in \text{Personnes}, (\text{homme} : x, y) \in \text{Equipe} &\implies x.\text{genre} = \text{"M"} \\ \forall x, y \in \text{Personnes}, (\text{femme} : x, y) \in \text{Equipe} &\implies x.\text{genre} = \text{"F"} \end{aligned}$$

Ces règles sont décrites à l'aide de **règles d'intégrité**. Si ces règles ne sont pas satisfaites par la BD, la base est dite **incohérente**.

L'implémentation se fait par des prédicats de contraintes (**CHECK**), par des procédures déclenchées automatiquement (voir les **TRIGGERS**) ou par des procédures associées aux schémas (voir les stored procedure).

Introduction
aux BDR

Jean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
Mimouni

Les concepts
généraux

Notions
essentielles

Algèbre
Relationnelle
+ SQL

le modèle
Entités-
Associations

Concepts de base et
Diagramme EA

généralisation /
spécialisation

Spécification des
diagrammes EA

Contraintes
d'intégrité

Normalisation
d'une relation

Sur les attributs : Les contraintes les plus fréquentes cherchent à réduire les valeurs possibles d'un attribut à certaines valeurs du domaine sous-jacent.

Exemple :

- un mois dans une date sera un entier compris entre 1 et 12 :
 $\text{mois} \in [1 : 12]$.

Ces contraintes peuvent aussi dépendre d'un contexte :

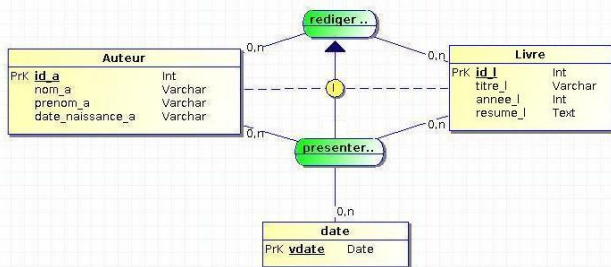
- si $\text{mois} \in \{4, 6, 9, 11\}$ alors $\text{jour} \in [1 : 30]$, sinon si $\text{mois} = 2$ alors $\text{jour} \in [1 : 29]$, sinon $\text{jour} \in [1 : 31]$.
- si une personne participe à l'association Mariages, alors son état civil est marié.

Sur les cardinalités : Prenons un exemple :

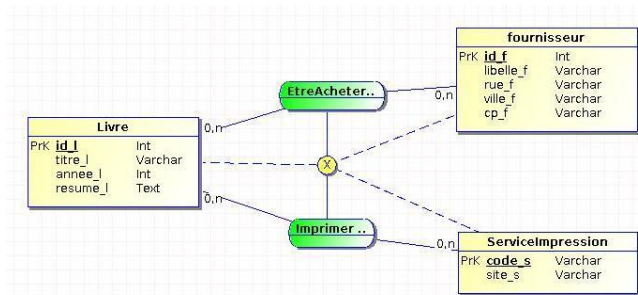
- le TA "est_parent_de"
- le TE Parents comprend l'attribut "nb_enfants".

⇒ Contrainte d'intégrité :

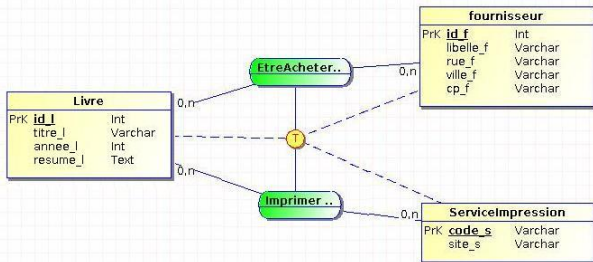
« le "nb_enfants" d'un parent est égal au nombre d'occurrences dans le TA "est_parent_de" qui lie ce parent. »

Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

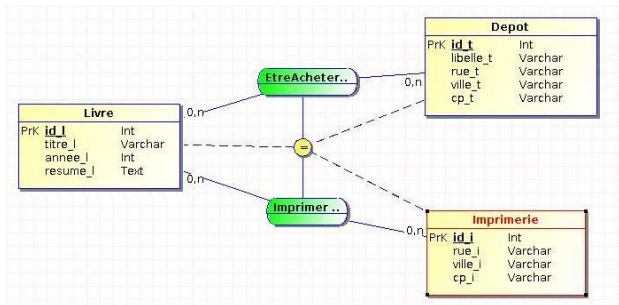
"Inclusion" : si un auteur présente son livre, c'est qu'il l'a écrit !



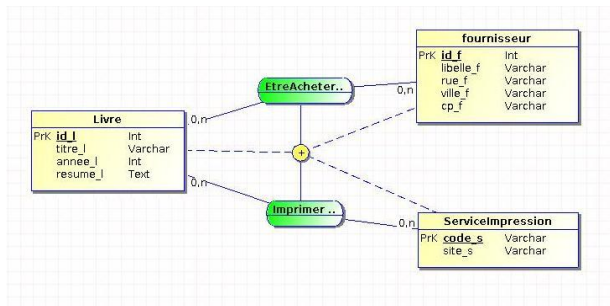
"ou exclusif" : si un livre est présent, soit il a été acheté à un fournisseur, soit il a été imprimé dans un des services d'impression du groupe.

Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

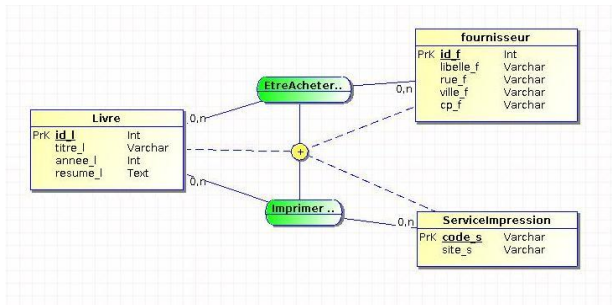
"Totalité" : il n'y a pas d'autre choix...



"Egalité" : Un livre (vu par une librairie) acheté dans un dépôt est également imprimé dans une imprimerie et vice et versa.



"Totalité + ou exclusif" noté "TX" ou "+" : le livre sera soit imprimé dans un service interne, soit acheté.

Introduction
aux BDRJean-Paul
Comet,
Nadia
Abchiche-
MimouniLes concepts
générauxNotions
essentiellesAlgèbre
Relationnelle
+ SQLle modèle
Entités-
AssociationsConcepts de base et
Diagramme EAgénéralisation /
spécialisationSpécification des
diagrammes EAContraintes
d'intégritéNormalisation
d'une relation

"Totalité + ou exclusif" noté "TX" ou "+" : le livre sera soit imprimé dans un service interne, soit acheté.

Pour conclure sur le modèle Entités-Associations : un schéma conceptuel Entités-Associations est un ensemble de descriptions de types d'entités et de types d'associations (attributs, liens de généralisations...) et de contraintes d'intégrités.