

Le Modèle Entité Association

HLIN511

Pascal Poncelet
Pascal.Poncelet@umontpellier.fr
<http://www.lirmm.fr/~poncelet>



Organisation du cours

Introduction

Le modèle Entité-Association

Un exemple

Transformation vers le modèle relationnel



2

Introduction

- Objectif de la conception : représenter la réalité telle qu'elle est perçue par les utilisateurs
- Contrairement aux modèles logiques qui décrivent la réalité en fonction du modèle du SGBD
- Représentation à l'aide de la trilogie de base
 - objets – liens - propriétés
- Attention portée sur les applications
- Indépendante des technologies
 - Portabilité
 - Longévité



3

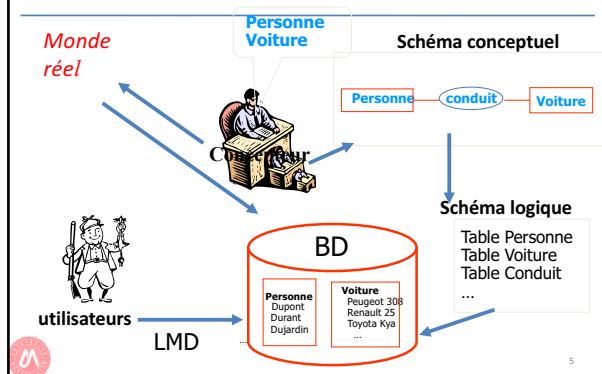
Introduction

- Orientée utilisateur
 - Compréhensibilité
 - Support du dialogue concepteurs / utilisateurs
- Permet la collaboration et la validation par les utilisateurs
- Facilite les échanges d'informations entre SGBD différents
- La qualité de la conception de la BD est un facteur critique de réussite



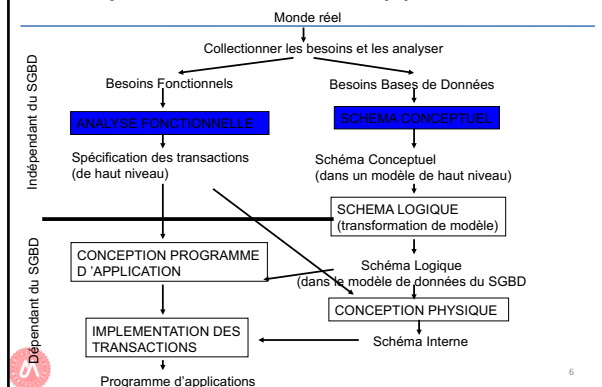
4

Cycle de vie d'une application



5

Cycle de vie d'une application



6

Introduction

- Quelques exemples de modèles conceptuels
 - Entité Association (ER: Entity-Relationship)
 - UML
 - Autres (OO, OR)
- Attention le modèle relationnel et certains modèles orienté objets sont des modèles logiques (objectif : implémentation)



7

Organisation du cours

Introduction

Le modèle Entité-Association

Un exemple

Transformation vers le modèle relationnel



8

Le modèle Entité-Association

- Modèle Entité-Association élaboré par Chen [Chen76]
 - « The Entity Relationship Model - Toward a Unified View of Data », TODS, March 1976
- Modèle pour la conception des bases de données : aspect données
- Modèle sémantique, modèle conceptuel, ...
- Pas d'implantationmais utilisé dans des AGL



9

Entité-Association

- **Entité** : représentation d'un objet du monde réel ayant une existence propre
- **Type d'entité (TE)** : représentation d'un ensemble d'entités perçues comme similaires et ayant les mêmes caractéristiques



Dupond Durand Dujardin



Personne



10

Entité-Association

- **Association** : représentation d'un lien non orienté entre plusieurs entités (qui jouent un **rôle** déterminé)
- **Type d'association (TA)** : représentation d'un ensemble d'associations ayant la même sémantique et décrites par les mêmes caractéristiques



« 1 personne possède 1 maison »

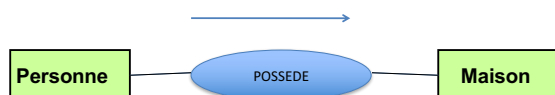
« 1 maison est achetée par une personne »



11

Rôles dans une association

- L'association se reporte dans son nom (un verbe)



- S'il n'y a pas d'ambiguïté il est possible de ne mettre qu'un seul rôle dans l'association mais dans ce cas on privilégie une lecture



12

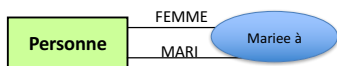
Rôles dans une association

- Les associations peuvent être cycliques



'marié à' = < 1 personne, 1 personne >

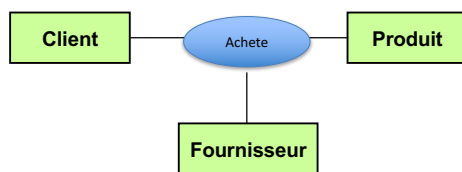
- Les cycles posent des problèmes d'ambiguïté : comment savoir dans un couple qui est le mari, qui est la femme ?



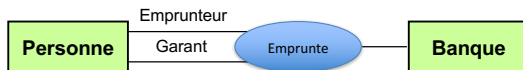
« mariée à » = < 1 personne/FEMME, 1 personne/MARI >

13

Associations Ternaires



'achète' = < 1 client, 1 produit, 1 fournisseur >



14

Cardinalités



- Combien de voitures (minimum) une personne peut elle avoir ?
- Combien de voitures (maximum) une personne peut elle avoir ?



15

Cardinalités

- Une personne peut ne pas avoir de voiture, en avoir 1, 2, ... n (pas de contraintes)



- Une voiture peut avoir un et un seul propriétaire

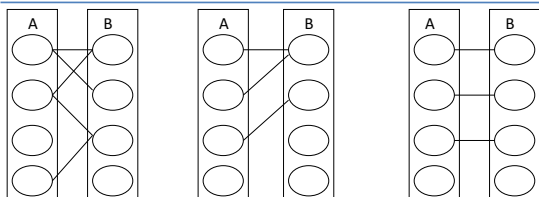


- Cardinalités : contraintes sur les données



16

Cardinalités



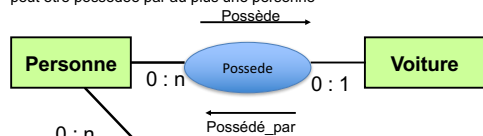
1 instance de A peut être liée à plusieurs instances de B et réciproquement

1 instance de A ne peut être liée qu'à 1 seule instance de B et réciproquement

17

Cardinalités

Une personne possède aucune ou plusieurs voitures. Une voiture peut être possédée par au plus une personne



0 : n

Possédé_par

Est-fils-de

Est pere de

1 : 1

Est-père-de

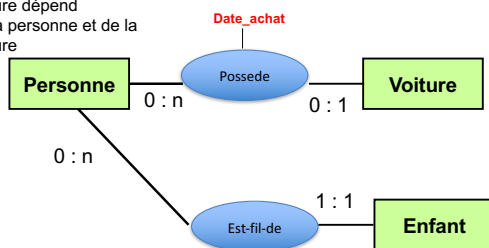
Une personne est père d'aucun ou plusieurs enfants. Un enfant est fils d'une seule personne



18

Cardinalités

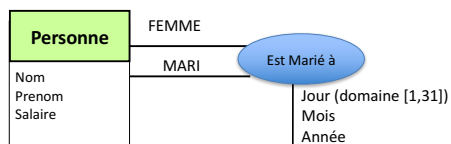
La **date d'achat** d'une voiture dépend de la personne et de la voiture



19

Les attributs

- Décrivent les propriétés associées à :
 - un type d'entité
 - un type d'association
 - un autre attribut (**Attention**)



20

Les attributs

- Un attribut possède :
 - un nom (si possible différent)
 - Un domaine (à mettre dans le dictionnaire de données)

Nom attribut	Sémantique	Type	Contraintes	Calculé	...
Nom	Nom des personnes	STRING	12 CAR	NON	
Jour	Jour dans la date du mariage	INT	{1, 2, ..., 31}	NON	



21

Attributs simples ou complexes

- simple (atomique) : non décomposable
 - Le domaine de valeurs est constitué de valeurs atomiques
 - Ex. : jour - domaine de valeurs : {1, 2, ..., 31}
 - Domaines prédéfinis standard, intervalles, énumérés
- Complexe : décomposé en d'autres attributs
 - Exemples: date (jour, mois, année), adresse (rue, ville, code postal)
- Un attribut complexe ne porte pas de valeur propre (pas de domaine directement associé)
- Attributs complexes à éviter si vous désirez aller vers du relationnel car plus compliqué. Un attribut complexe peut alors être vu comme un type d'association



22

Attribut identifiant

- Pour chaque type d'entité il faut un attribut identifiant
 - Numéro de personne
 - Le faire apparaître de manière évidente dans le schéma

Personne
NumeroPersonne
Nom
Prenom
Salaire

Nom attribut	Sémantique	Type	Contraintes	Calculé	Identifiants
Numero Personne	Numero de Personne	INT	Numero > 1 et Numero < 1000	NON	Identifiant



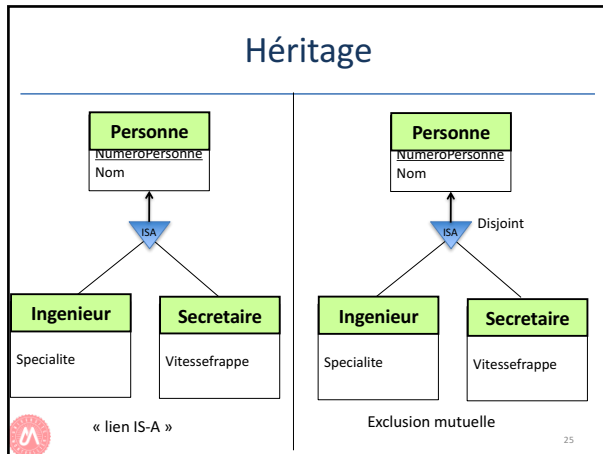
23

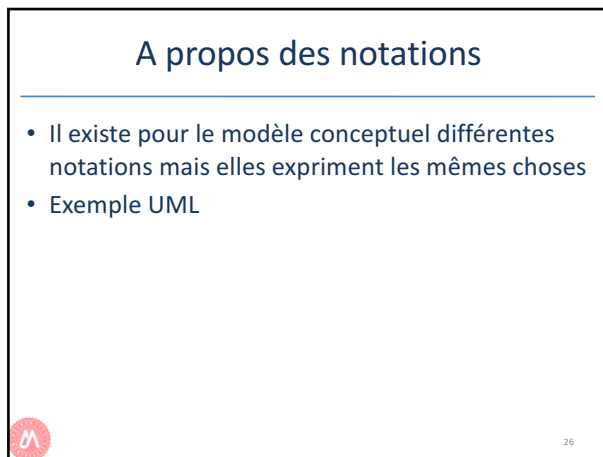
Quelques contraintes

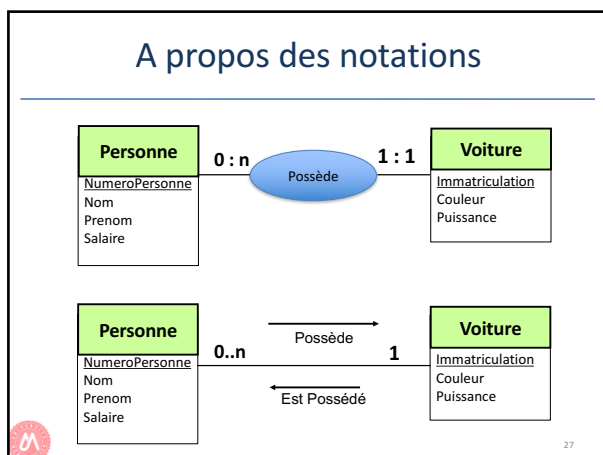
- Monovalué (1 seule valeur)
 - Date de naissance
- Multivalué (plusieurs valeurs) (**Attention**)
 - Numéros de téléphones, prénoms
- Obligatoire
 - Nom (**NOT NULL**)
- Facultatif
 - Téléphone



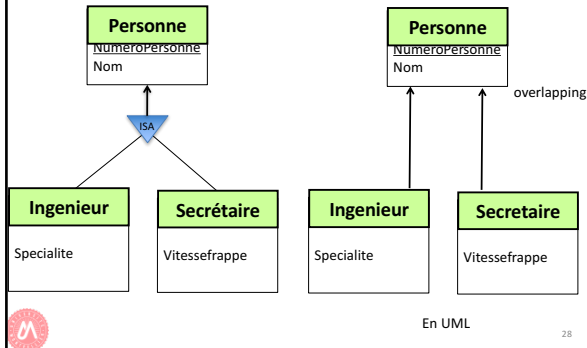
24



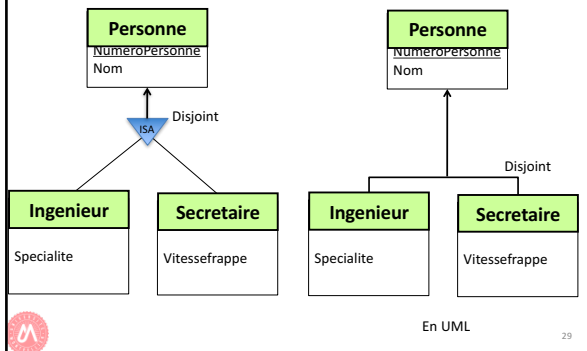




A propos des notations



A propos des notations



Caractéristiques d'un « bon schéma »

- Un type d'attribut :
 - est caractérisé par un nom et un domaine
 - est rattaché de façon exclusive à un type d'entité ou d'association
 - les noms des types d'attributs, d'entité et d'associations sont distincts
 - éviter les valeurs d'attributs complexes
 - Éviter les accents dans les noms
- Un type d'entité :
 - a au moins un identifiant
 - a si possible au moins un type d'attributs autre que la clé

Caractéristiques d'un « bon schéma »

- Le dictionnaire de données est important :
- Il doit contenir les différents attributs des types d'attributs , les contraintes, les identifiants, etc
- Rappel : c'est à partir du schéma et du dictionnaire de données que tout peut être automatiquement généré



31

Caractéristiques d'un « bon schéma »

- Quel est l'usage de la modélisation ?
- Il est important de savoir répondre à cette question !
- Votre modélisation doit être capable de répondre aux différentes requêtes qui vont être posées par la suite
- On ne modélise que pour répondre à un besoin. Ce besoin s'exprime par des requêtes !



32

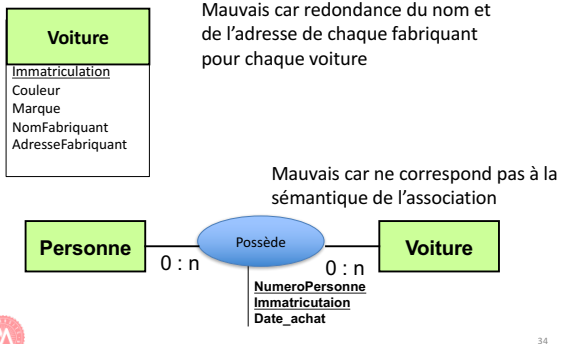
Caractéristiques d'un « bon schéma »

- Le client a peut être une vague idée de ce qu'il veut
- Nécessité de concevoir une base de données qui représente uniquement ses idées
- Respect des besoins : ne pas présager d'hypothèses futures
 - « un cours est assuré par un seul professeur » ... dans le futur **peut être que** « ce cours va être assuré par plusieurs professeurs »
- Faire quelque chose de simple

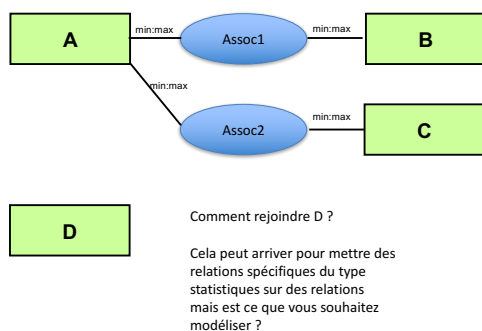


33

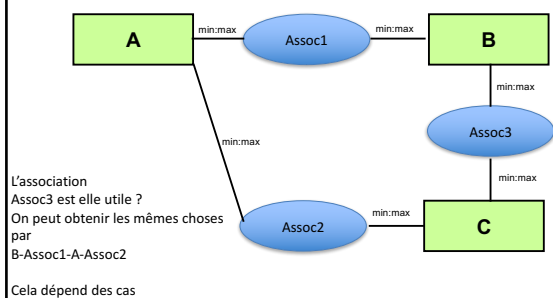
Des exemples de mauvais schémas



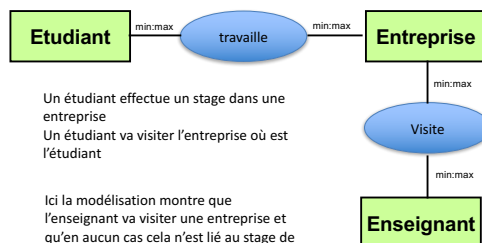
Des exemples de mauvais schémas



Des exemples de mauvais schémas

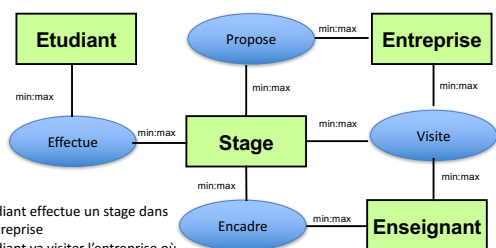


Des exemples de mauvais schémas



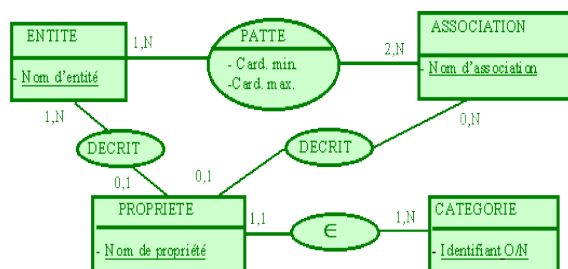
37

Des exemples de mauvais schémas



38

E/A - Le métamodèle



39

Organisation du cours

Introduction

Le modèle Entité-Association

Un exemple

Transformation vers le modèle relationnel



40

Un exemple

- Un client qui s'inscrit à la bibliothèque verse une caution. Suivant le montant de cette caution il aura le droit d'effectuer en même temps 10 emprunts au maximum.
- Les emprunts durent au maximum 15 jours
- Un livre est caractérisé par son numéro dans la bibliothèque (identifiant), son titre, son éditeur et son (ses) auteur(s).
- Les auteurs sont caractérisés par leurs nom, prénom et date de naissance et chaque livre est écrit à un moment donné.
- On veut pouvoir obtenir, pour chaque client les emprunts qu'il a effectués (nombre, numéro et titre du livre, date de l'emprunt).
- Toutes les semaines, on édite la liste des emprunteurs en retard : nom et adresse du client, date de l'emprunt, numéro(s) et titre du (des) livre(s) concerné(s).
- On veut enfin pouvoir connaître pour chaque livre sa date d'achat et son état.



41

Objets ayant une existence propre

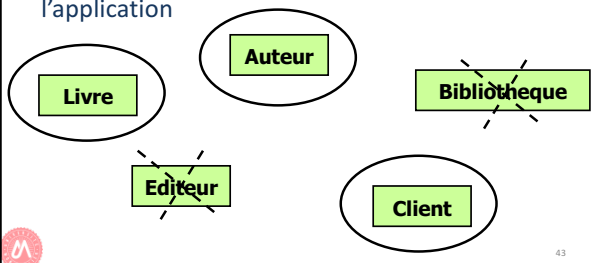
- Un **client** qui s'inscrit à la **bibliothèque** verse une caution. Suivant le montant de cette caution il aura le droit d'effectuer en même temps 10 emprunts au maximum.
- Les emprunts durent au maximum 15 jours
- Un **livre** est caractérisé par son numéro dans la bibliothèque (identifiant), son titre, son **éditeur** et son (ses) **auteur(s)**.
- Les auteurs sont caractérisés par leurs nom, prénom et date de naissance et chaque livre est écrit à un moment donné.
- On veut pouvoir obtenir, pour chaque client les emprunts qu'il a effectués (nombre, numéro et titre du livre, date de l'emprunt).
- Toutes les semaines, on édite la liste des emprunteurs en retard : nom et adresse du client, date de l'emprunt, numéro(s) et titre du (des) livre(s) concerné(s).
- On veut enfin pouvoir connaître pour chaque livre sa date d'achat et son état.



42

Les types d'entités

- Objets ayant une existence propre et ayant un intérêt pour au moins un traitement de l'application



43

Les attributs du TE Livre

- Un client qui s'inscrit à la bibliothèque verse une caution: Suivant le montant de cette caution il aura le droit d'effectuer en même temps 10 emprunts au maximum.
- Les emprunts durent au maximum 15 jours
- Un **LIVRE** est caractérisé par son numéro dans la bibliothèque (identifiant), son titre, son éditeur et son (ses) auteur(s).
- Les auteurs sont caractérisés par leurs nom, prénom et date de naissance et chaque livre est écrit à un moment donné.
- On veut pouvoir obtenir, pour chaque client les emprunts qu'il a effectués (nombre, numéro et titre du livre, date de l'emprunt).
- Toutes les semaines, on édite la liste des emprunteurs en retard : nom et adresse du client, date de l'emprunt, numéro(s) et titre du (des) livre(s) concerné(s).
- On veut enfin pouvoir connaître pour chaque livre sa date d'achat et son état.

44

Les attributs du TE Livre

Livre
NumeroLivre
Titre (NOT NULL)
Etat
Date_achat
Editeur

45

Les attributs du TE Auteur

- ...
- Les AUTEURS sont caractérisés par leurs *nom*, *prénom* et *date de naissance* et chaque livre est écrit à un moment donné.
- On veut pouvoir obtenir, pour chaque client les emprunts qu'il a effectués (nombre, numéro et titre du livre, date de l'emprunt).



46

Les attributs du TE Auteur

Auteur
NumeroAuteur
Nom (NOT NULL)
Prenom
DateNaissance

Intuitivement il semble raisonnable de considérer qu'un auteur a au moins un nom.
Il peut exister des auteurs qui n'ont pas de prénoms (par exemple nom auteur collectif)
Il peut exister des auteurs pour lesquels la date de naissance n'est pas très précise



47

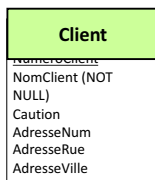
Les attributs du TE Client

- Un **CLIENT** qui s'inscrit à la bibliothèque verse une *caution*. Suivant le montant de cette caution il aura le droit d'effectuer en même temps 10 emprunts au maximum.
- Les emprunts durent au maximum 15 jours
- On veut pouvoir obtenir, pour chaque client les emprunts qu'il a effectués (nombre, numéro et titre du livre, date de l'emprunt).
- Toutes les semaines, on édite la liste des emprunteurs en retard : *nom* et *adresse du client*, date de l'emprunt, numéro(s) et titre du (des) livre(s) concerné(s).



48

Les attributs du TE Client



Intuitivement on pourrait ajouter le numéro de téléphone.

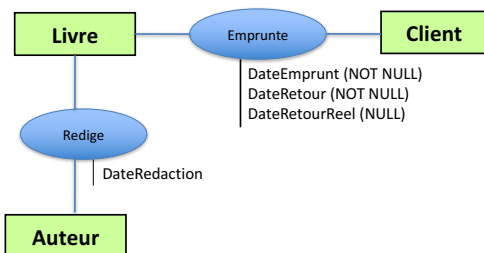
Par contre la bibliothèque n'en a pas parlé. Il s'agit d'une question qu'il faudrait poser à la bibliothèque pour lever cette ambiguïté



49

Les types d'association

- représentation d'un lien non orienté entre plusieurs entités (qui jouent un rôle déterminé)



50

Le dictionnaire de données

- Il est créé en parallèle
- Il est très important

Nom attribut	Sémantique	Type	Contraintes	Calculé	...
NumeroClient	Numero des clients des personnes	INT	1<NumeroClient <1000	NON	IDENTIFIANT
NomClient	Nom des clients	STRING	25 CAR MAX	NON	NOT NULL
DateEmprunt	Date où l'emprunt a été fait par un client pour un livre	DATE	JJ-MM-AAAA	NON	NOT NULL,



51

Contraintes

- Attention, ne pas oublier les contraintes, les reporter dans le dictionnaire de données pour certaines d'entre elles. Autrement les lister elles serviront par la suite
- Pour chaque occurrence d'Emprunt si DateRetour existe, alors elle doit être supérieure de 15 jours à DateEmprunt.
- Pour chaque occurrence de Livre, DateAchat doit être inférieure à DateEmprunt pour toutes les occurrences d'Emprunt qui lui sont liées.



52

Des vérifications

- Suis je capable de répondre à chaque requête en naviguant dans le schéma :
- On veut pouvoir obtenir, pour chaque client les emprunts qu'il a effectués (nombre, numéro et titre du livre, date de l'emprunt)
 - En regardant pour chaque client et en allant vers l'association emprunt on a bien les emprunts avec les livres associés ainsi que les dates d'emprunts. Pour avoir le nombre il faudra simplement les compter
- Toutes les semaines, on édite la liste des emprunteurs en retard : nom et adresse du client, date de l'emprunt, numéro(s) et titre du (des) livre(s) concerné(s).
 - En passant par emprunt on pourra connaître les numéros des emprunteurs donc leur nom et adresse, les dates des emprunts et comme emprunt est relié à livre on pourra connaître les titres
- D'autres requêtes évidentes :
 - Connaître les livres en bon état -> via livre
 - Connaître tous les clients de la base -> via Client
 - Connaître tous les livres qui ne sont pas empruntés -> via livre et emprunt
 - Y a t'il des redondances dans les données stockées ? Non il n'y a pas de répétitions.
 - Il pourrait y avoir Editeur mais là on ne s'intéresse pas à l'adresse de l'éditeur donc on ne reporte que le nom ce qui n'est pas une répétition



Il est important avant de passer à l'étape suivante de faire ces vérifications

53

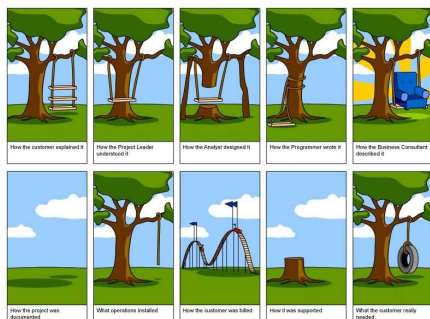
Conclusion

- Il s'agit de l'étape la plus importante d'un projet
- Après vous ne maîtrisez plus rien !!
- Toute modification sur les données en relationnel sera très coûteuses et engendrera des incohérences
 - Nécessité de faire du rétro-engineering
 - Nécessité d'utiliser des algorithmes compliqués dont les résultats sont approximatifs
- Il s'agit de la mémoire de votre SI



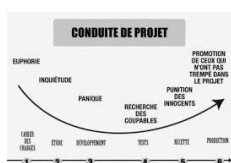
54

La réalité



55

Des réalités



56

Organisation du cours

Introduction
Le modèle Entité-Association
Un exemple

Transformation vers le modèle relationnel



57

Transformation E/A - Relationnel

- Pour chaque type d'entité
 - Type d'entité => Relation
 - Les attributs du type d'entité deviennent les attributs de la relation
 - La clé de la relation est la clé du type d'entité

Client
NumeroClient
NomClient (NOT NULL)
Caution
AdresseNum
AdresseRue
AdresseVille

Relation Client (**NumeroClient**, NomClient, AdresseNum, AdresseRue, AdresseVille)

Importance du dictionnaire de données :
Le type des attributs provient du dictionnaire des données ainsi que les contraintes (exemple NomClient NOT NULL)

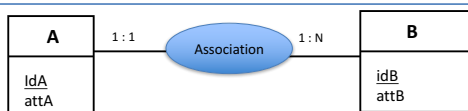
58

Transformation E/A - Relationnel

- Pour les Types d'Associations
 - cas 1 : cardinalité 1,1 sur l'une des pattes
compléter la relation concrétisant l'entité avec la patte 1,1 en y ajoutant une propriété qui référence l'identifiant de l'autre entité
 - cas 2 : toutes les cardinalités maximale = n
créer une relation pour l'association, dont la clé se compose des clés des entités liées, avec éventuellement les propriétés portées par l'association
 - cas 3 : cardinalité 0,1 sur l'une des pattes
choisir entre une traduction selon le cas 1 ou le cas 2 en veillant toutefois : dans le cas 1, si la relation a des propriétés, ne pas oublier de les adjoindre à la relation correspondant à l'entité avec la patte 0,1 et dans le cas 2 de simplifier l'identifiant
- Des cas particuliers ...

59

Cas 1 - cardinalité 1 : 1 sur une patte



Relation A

<u>IdA</u>	<u>idB</u>	attA	
------------	------------	------	--

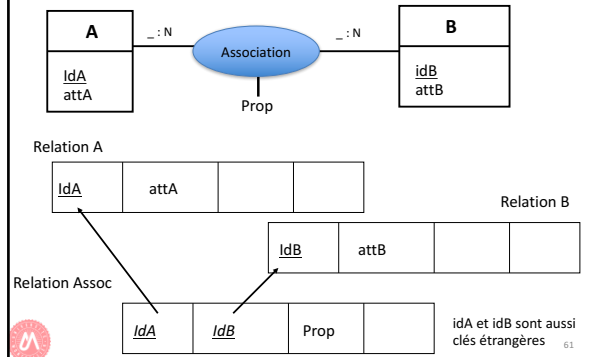
idB est aussi clé étrangère

Relation B

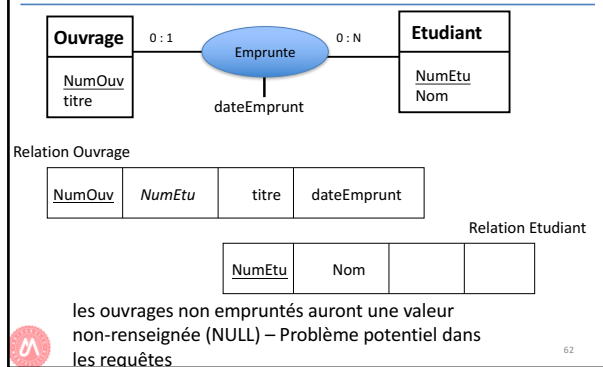
<u>idB</u>	attB		
------------	------	--	--

60

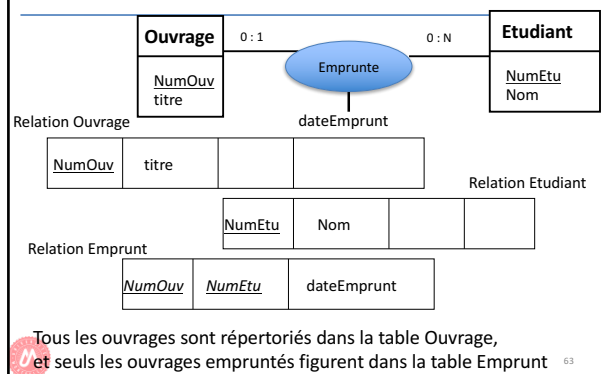
Cas 2 - cardinalité $_ : N$



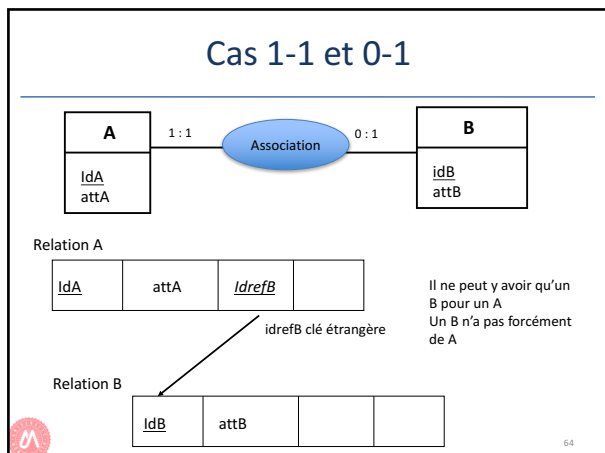
Cas 3 - Cardinalité 0 : 1 sur une patte



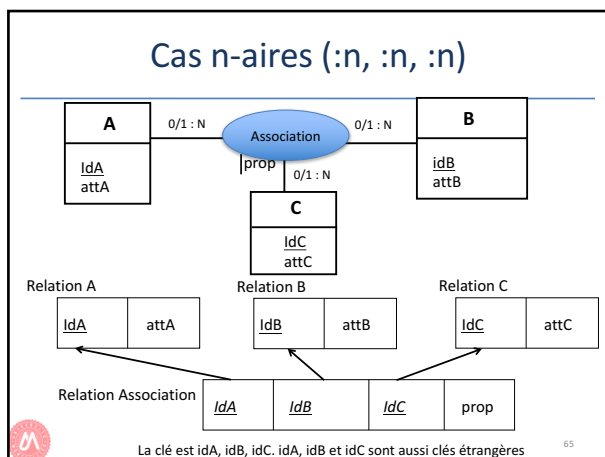
Cas 3 - Cardinalité 0 : 1 sur une patte



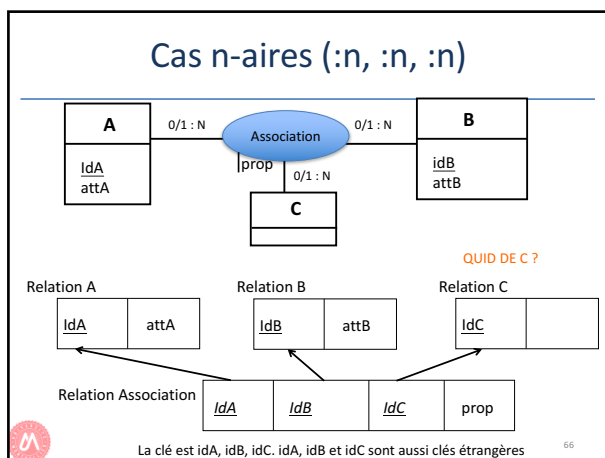
Cas 1-1 et 0-1



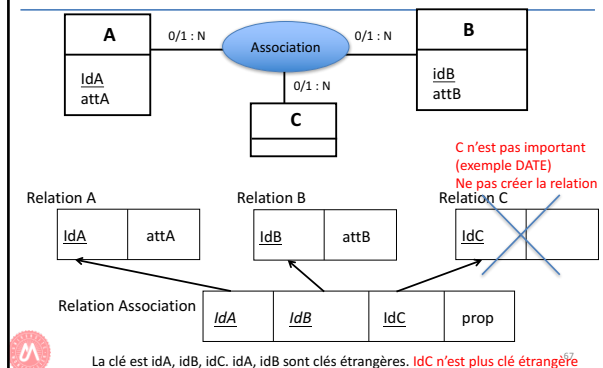
Cas n-aires (:n, :n, :n)



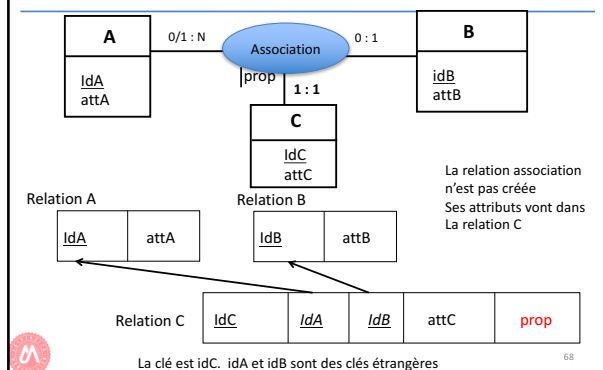
Cas n-aires (:n, :n, :n)



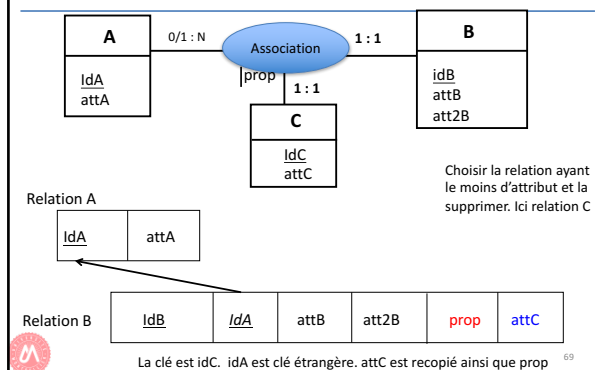
Cas n-aires (:n, :n, :n)



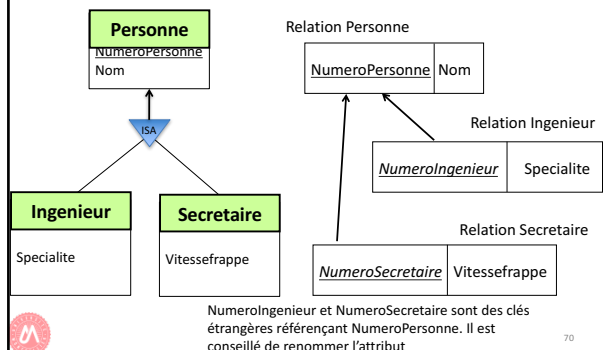
Cas n-aires (:n, 0:1, 1:1)



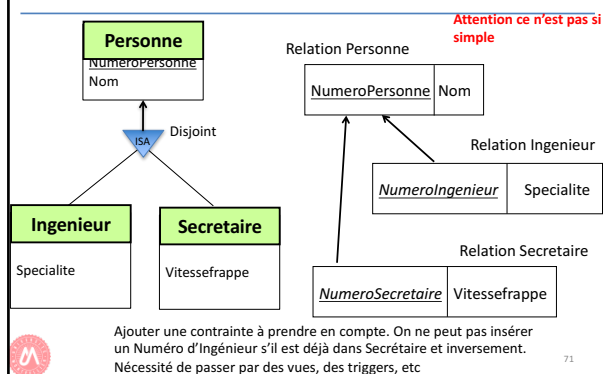
Cas n-aires (:n, 1:1, 1:1)



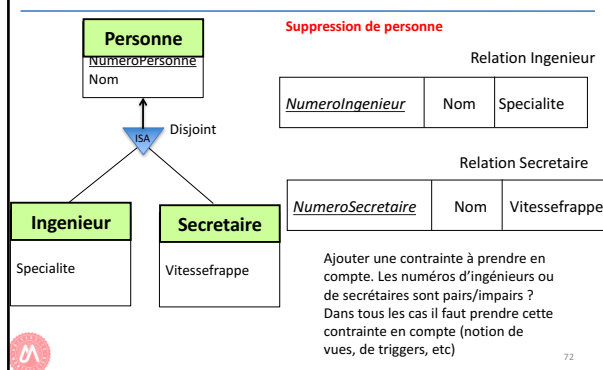
Les héritages



Les héritages



Les héritages



Au final

Client

NumeroClient
NomClient (NOT NULL)
Caution
AdresseNum
AdresseRue
AdresseVille

```

/*
Creation de la relation client avec les contraintes
*/

CREATE TABLE CLIENT (
  NUMEROCLIENT INT,
  NOMCLIENT VARCHAR(15) NOT NULL,
  CAUTION NUMERIC(3,0),
  ADRESSENUM NUMERIC(3,0),
  ADRESSE RUE VARCHAR(25),
  ADRESSEVILLE VARCHAR(15),
  CONSTRAINT PK_Client (NUMEROCLIENT)
);

/*
Creation de l'index sur la cle primaire pour optimiser les jointures
*/
CREATE INDEX ICLIENT ON CLIENT(NUMEROCLIENT);

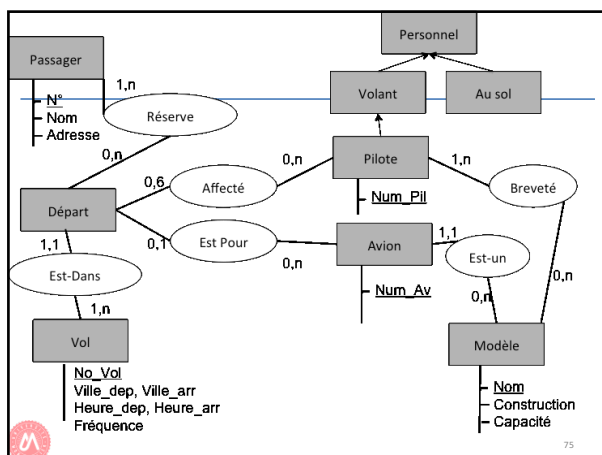
```

73

Pilote-Avion-Vol plus compliqué


- La compagnie veut conserver les coordonnées des passagers, y compris s'ils se sont désistés, ou après le départ
- Un passager peut avoir plusieurs réservations
- Un vol est une liaison entre 2 lieux. Il peut être régulier, tous les jours à telle heures, ou occasionnel
- En conséquence, un vol peut avoir plusieurs départs (un départ est un exemplaire d'un et un seul vol)
- La compagnie dispose d'un ensemble de personnels, dont certains sont des « volants » (pilotes ou personnels de bord) qui sont affectés au départ de certains vols, et d'autres sont à terre (entretien, accueil etc.)
- Il n'y a jamais plus de 6 « volants » affectés à un départ. Un départ peut n'avoir encore aucun personnel affecté
- La compagnie a décidé de ne considérer comme pilote que ceux qui sont brevetés pour au moins un des modèles d'avions qu'elle possède ou prévoit à terme. Elle prend en compte des modèles d'avion même si elle n'a pas encore de pilote breveté pour ce modèle

74



75

- Des questions ?

76
