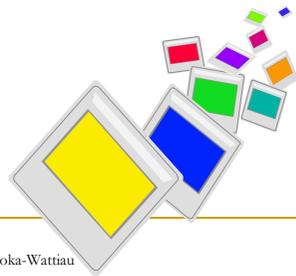


# *Modélisation Conceptuelle de Base de Données*



Akoka-Wattiau

1

## SOMMAIRE

- 1. La conception de base de données
- 2. Pourquoi la modélisation conceptuelle ?
- 3. Le modèle ER
- 4. Comment modéliser ?
- 5. Le modèle ER étendu
- 6. Les mécanismes d'abstraction
- 7. Conclusion

Akoka-Wattiau

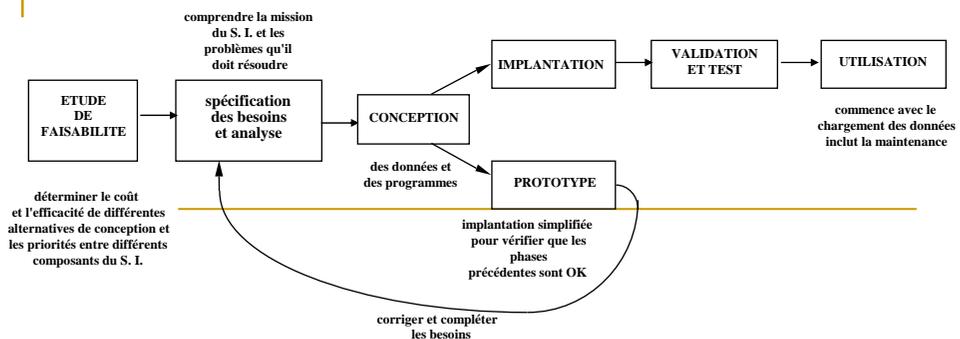
2

# La conception de bases de données

Akoka-Wattiau

3

## Cycle de vie du système d'information



Akoka-Wattiau

4

## *Base de données et système d'information*

### ■ *Système d'Information*

SI Collection d'activités qui définissent le partage et la distribution de l'information et le stockage des données

### ■ *Système de Gestion de Bases de Données :*

SGBD logiciel pour stocker, manipuler et retrouver les données sur ordinateur

### ■ *Le système d'information contient :*

les bases de données : composante essentielle

mais aussi les programmes

les interfaces utilisateurs

les procédures manuelles

...

## *La conception de base de données*

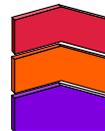
- Préalable indispensable à l'implantation de la base de données

- Consensus sur le découpage en phases et sur les objectifs de chaque phase

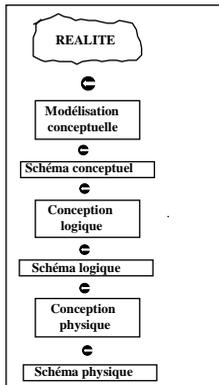
- Beaucoup de bases ont été développées sans méthode

### ***Conséquences :***

- Sous estimation du temps ou des ressources nécessaires pour le projet
- Développement de Bases de données inadéquates et inefficaces
- Documentation limitée
- Maintenance difficile



## La conception de base de données



\* un processus complexe qui implique des décisions à différents niveaux.

➤ décomposer le problème en sous-problèmes à résoudre indépendamment en utilisant des méthodes et des techniques spécifiques

*Schéma conceptuel* : description de haut niveau de la structure de la base de données

➤ décrit le contenu en information et non les structures de stockage

*Schéma logique* : description de la structure de la base de données qui puisse être comprise par le SGBD (Système de Gestion de Bases de Données)

➤ dépend du modèle logique choisi (relationnel, objet ou XML)

*Schéma physique* : description de l'implantation de la BD en mémoire secondaire (structure de stockage et méthodes d'accès) => dépend du SGBD cible (Oracle, DB2, ...)

## La conception de base de données

- Beaucoup des problèmes de BD sont dus à une mauvaise compréhension des données à un niveau abstrait ou conceptuel



Il faut une compréhension structurelle des données, indépendante de l'implantation physique

C'est le rôle de l'étape de modélisation conceptuelle des données

# Pourquoi la modélisation conceptuelle ?

Akoka-Wattiau

9

## *Pourquoi la modélisation conceptuelle ?*

- \* ne peut pas être automatisée

c'est la phase critique



- \* opération à conduire en coopération avec les utilisateurs

- les utilisateurs décrivent leurs besoins et expliquent la sémantique des données
- les concepts des modèles sont simples et peu techniques : ne nécessitent pas la connaissance des SGBD
- la coopération améliore le schéma conceptuel : le processus converge plus vite

Akoka-Wattiau

10

## *Pourquoi la modélisation conceptuelle ?*

### \* indépendance du SGBD

- le schéma conceptuel "survit" à un changement de SGBD
- différentes bases de données décrites par leurs schémas conceptuels peuvent être comparées et intégrées en un ensemble connu

cf Bases de données fédérées

### \* le schéma conceptuel n'est pas seulement un document intermédiaire mais un élément important de la documentation du système d'information, il facilite la compréhension, l'évolution et la maintenance

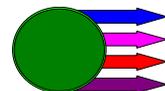
## *Les modèles conceptuels*

- ont émergé à la fin des années 1970
- les plus connus

#### ➤ modèle entité-relation (E-R)

☞ *modèle standard choisi par l'ANSI pour l'IRDS (Information Resource Dictionary System)*

#### ➤ diagramme de classe UML



*Tous s'appuient sur les mêmes mécanismes d'abstraction*

## *Modèle de données*

\* langage pour décrire la réalité

## *Schéma*

\* description d'une réalité selon un modèle

### *ANALOGIE*

modèle

schéma

qualité d'un schéma

⇔

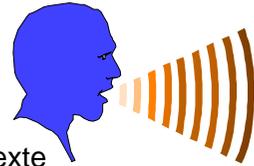
langue

⇔

texte

⇔

qualité d'un texte



*dépend de*

expertise  
du  
concepteur

richesse  
du  
modèle

*dépend de*

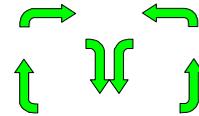
art  
de  
l'orateur

richesse  
de la  
langue

## Le modèle ER

## LE MODELE E-R

- ↳ Un modèle conceptuel de données
- ↳ Modèle Entité-Relation ou Entité-Association (en anglais : Entity Relationship)
- ↳ Proposé par P. Chen (1976)
- ↳ Différentes extensions ont été proposées
- ↳ L'ANSI choisit le modèle ER comme standard (1988)



## DEFINITION D'UNE ENTITE

- ↳ Un objet pouvant être identifié distinctement
- ↳ Un objet représentant des unités que l'on peut distinguer
- ↳ Entités manipulables ou physiques : une table, un avion, un livre, ...
- ↳ Entités non manipulables ou conceptuelles : un compte client, un service dans une entreprise
- ↳ On se limite aux entités utiles pour la modélisation, c'est-à-dire celles qui vérifient les deux conditions suivantes :
  - On en connaît plusieurs unités
  - On souhaite que la base de données contienne des informations sur ces unités



☰ **On distingue deux niveaux dans le discours :**

☞ **Niveau générique :**

On parle d'un élément type de l'ensemble d'entités considéré

*Exemple :* UN CLIENT

☞ **Niveau individuel :**

On parle d'un élément particulier de l'ensemble d'entités

*Exemple :* LE CLIENT DUPONT

**Vocabulaire :**

<b>Niveau générique</b>	entité-type ou type d'entité	entité
<b>Niveau individuel</b>	entité	occurrence d'entité

## PROPRIETES - ATTRIBUTS - VALEURS

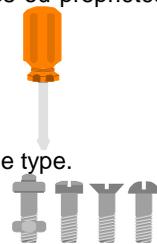
☞ Pour définir une entité, on établit la liste de ses caractéristiques ou propriétés ou attributs

Par exemple, le produit P1 est le produit de code 45356.

Sa désignation est "Boulon" et son prix unitaire est de 12 F.

On appelle l'ensemble de valeurs un groupe de valeurs de même type.

*Par exemple :* l'ensemble des valeurs de codes produit



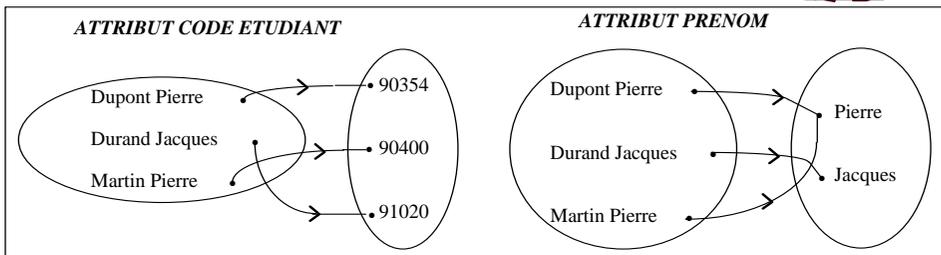
Un attribut est une relation (au sens mathématique) entre un ensemble d'entités et un ensemble de valeurs

Plus précisément, un attribut est une fonction d'un ensemble d'entités vers un ensemble de valeurs :

Par exemple, N°Produit est une fonction de l'ensemble de produits dans l'ensemble des valeurs de codes produits.

## EXEMPLE

Entité	Etudiant
Propriétés	Code étudiant Nom Prénom Adresse



Si la fonction attribut est injective, on parle d'attribut-clé ou d'identifiant.  
Une valeur de l'attribut-clé permet d'identifier une seule occurrence de  
de l'ensemble d'entités. *Exemple* : code étudiant

## DEFINITION D'UNE RELATION (OU ASSOCIATION)

↯ Une relation caractérise un lien existant entre plusieurs entités.

↯ Par exemple, entre les entités Etudiant et Professeur, il existe une relation COURS définissant le cours dispensé à l'étudiant par le professeur.

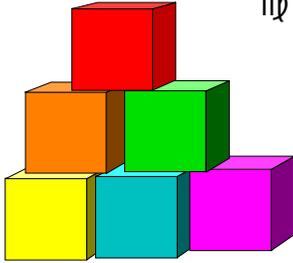
↯ Là aussi, deux niveaux de discours :

- au niveau type : la relation COURS entre l'entité ETUDIANT et l'entité PROFESSEUR
- au niveau occurrence : le cours de Math dispensé par le professeur Martin à l'étudiant Dupont.

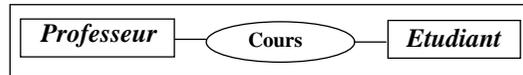
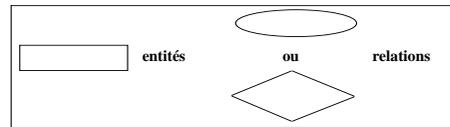




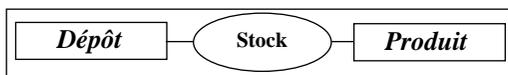
## DIAGRAMME ENTITE-RELATION



Entités et relations sont généralement représentées graphiquement avec le formalisme suivant :



## LES RELATIONS PEUVENT AVOIR DES ATTRIBUTS PROPRES

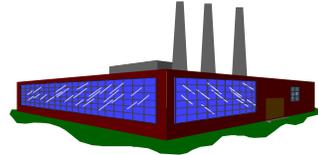
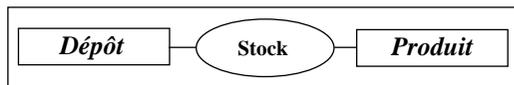


**Stock** | quantité de produit stockée dans le dépôt  
valeur du stock  
seuil de réapprovisionnement  
...

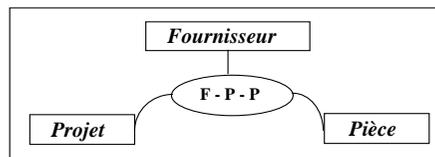


## LES RELATIONS PEUVENT ETRE :

☞ binaires, c'est-à-dire entre deux entités



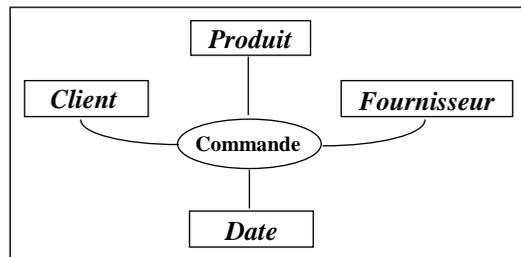
☞ ternaires, c'est-à-dire entre trois entités



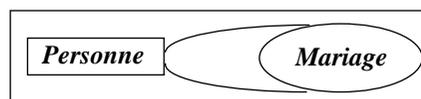
Akoka-Wattiau

23

☞ quaternaires (ou plus) :



☞ récursives :

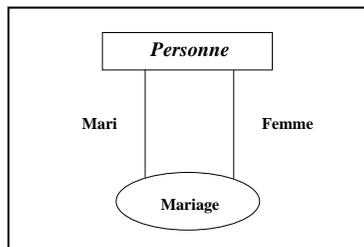
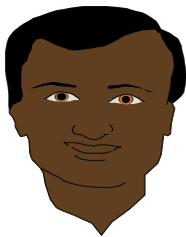


Akoka-Wattiau

24

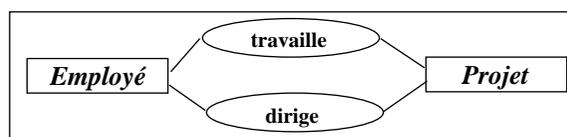
☰ Nous appelons "*Rôle*" d'une entité dans la relation, la fonction réalisée par l'entité dans cette dernière.

Ainsi dans l'exemple ci-dessous, "*Mari*" et "*Femme*" sont les rôles joués par les éléments de l'ensemble d'entités personne.

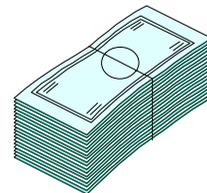
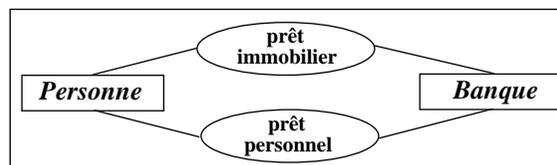


Il peut exister plusieurs relations entre deux mêmes entités :

*Exemple 1 :*

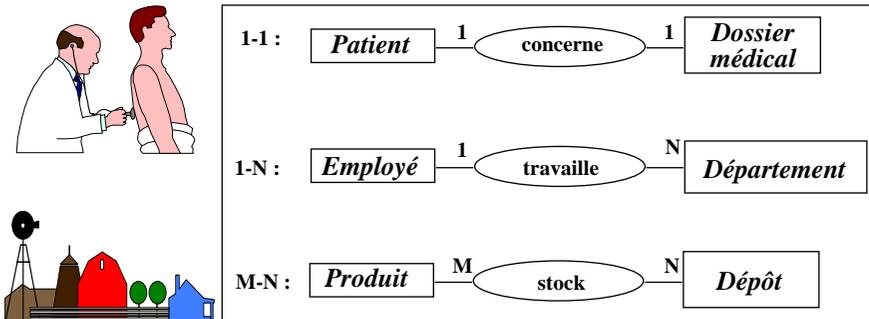


*Exemple 2 :*



## TYPES DE RELATIONS

- On peut définir plus précisément une relation en caractérisant le nombre maximum d'occurrences d'une entité reliées à une occurrence de l'autre entité
- Ainsi, on distingue trois types d'associations binaires :

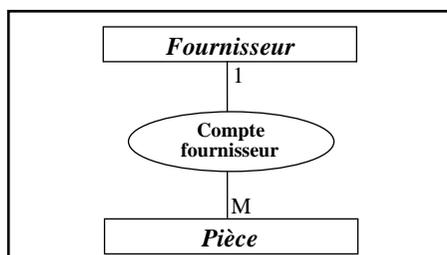


Akoka-Wattiau

27

## LES ENTITES REGULIERES

- ☞ Ce sont des ensembles d'entités dont l'identification des éléments se réalise sans avoir recours aux relations existant entre les entités.
- ☞ Ainsi dans l'exemple ci-dessous, si on peut identifier les éléments de l'ensembles d'entités Pièce sans avoir nécessairement à utiliser les attributs de Fournisseur, Pièce est une entité régulière.



Akoka-Wattiau

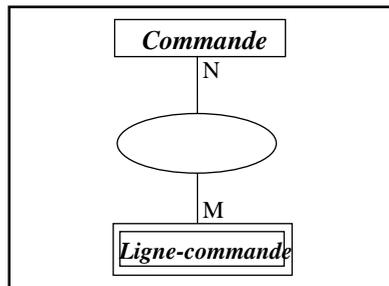
28

## LES ENTITES FAIBLES

⌘ Ce sont des ensembles d'entités dont l'identification des éléments se fait grâce aux ensembles de relations.

⌘ Dans un tel cas, l'existence des entités d'arrivée dépend de l'existence des entités de départ.

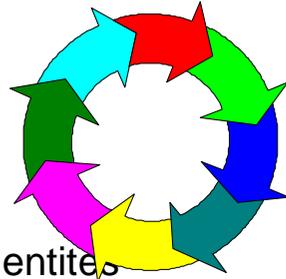
*Exemple*



## Comment modéliser ?

## *Comment procéder ?*

- 1- faire la liste des entités
- 2- pour chaque entité,
  - faire la liste des propriétés
  - définir les propriétés identifiantes
- 3- faire la liste des relations entre les entités
- 4- pour chaque relation,
  - faire la liste des propriétés propres
  - vérifier la dimension (binaire, ternaire, etc...)
  - définir le type (1-1, 1-N ou M-N)



- 5- vérifier le schéma obtenu  
notamment

- supprimer les transitivités
- s'assurer que le schéma est connexe
- s'assurer qu'il répond aux demandes



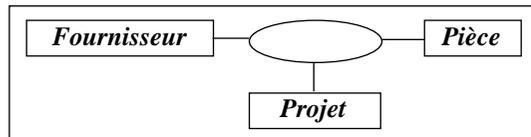
- 6- valider avec les utilisateurs

## QUELQUES CONSEILS DE MODELISATION



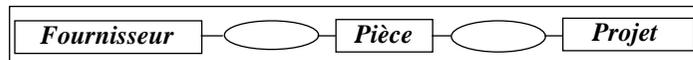
"Ne pas surestimer la dimension d'une relation"

**Exemple :** Relation Fournisseur - Pièce - Projet



Ternaire uniquement si une pièce peut être commandée chez différents fournisseurs ou si le prix pratiqué n'est pas le même selon le projet

**SINON**



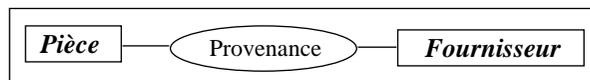
Akoka-Wattiau

33



"Ne pas attribuer à une relation les attributs des entités participantes"

**Exemple :**

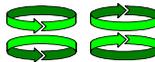


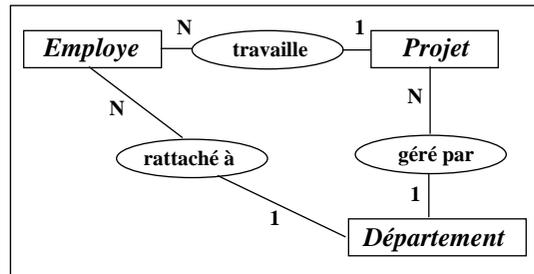
- Le prix de la pièce est une caractéristique de la relation s'il dépend du fournisseur
- Sinon c'est une caractéristique de la pièce

Akoka-Wattiau

34

👉 "Ne pas exprimer les relations redondantes, c'est-à-dire déductibles par transitivité «

 Exemple



Si un employé ne peut travailler que dans un projet administré par son département,  
 Et si la relation « rattaché à » n'a pas d'attributs propres  
 Et si les relations ont le même cycle de vie  
 alors la relation "rattaché à" est redondante, sinon elle ne l'est pas.

👉 "Se placer au bon niveau de discours"

**Exemple :**

1. On informatise la gestion d'un ensemble de magasins
  - > MAGASIN est une entité, c'est-à-dire un ensemble d'entités MAGASINS ayant des caractéristiques du même type

adresse  
 capacité  
 nom gérant  
 .....



2. On informatise la gestion d'un magasin :
  - > MAGASIN est l'univers du discours et ne recouvre pas un ensemble d'entités

 « Confondre le concept de donnée et celui de traitement »

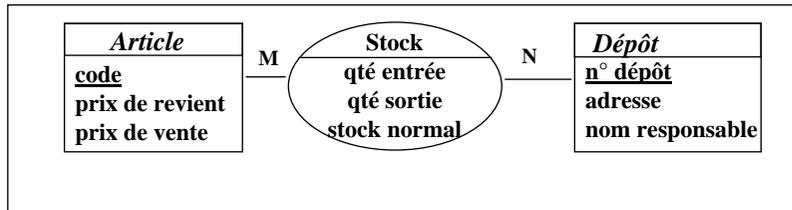
1. La modélisation conceptuelle de données exclut la représentation des traitements sur ces données
2. Pourtant elle nécessite la connaissance de ces traitements :
  - > Facturation n'est ni une entité ni une relation, mais un traitement des données sur les commandes

 « Introduire des attributs calculés »

1. Principe : chaque information doit être stockée une fois sous sa forme élémentaire
2. Règle valable au niveau conceptuel, parfois remise en cause au niveau physique

## Quelques exemples

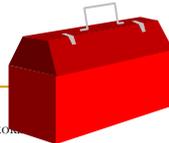
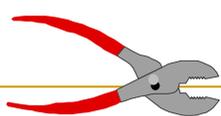
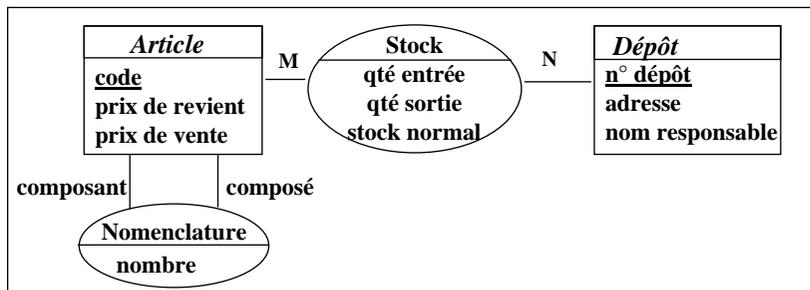
### GESTION DE STOCKS



Akoka-Wattiau

39

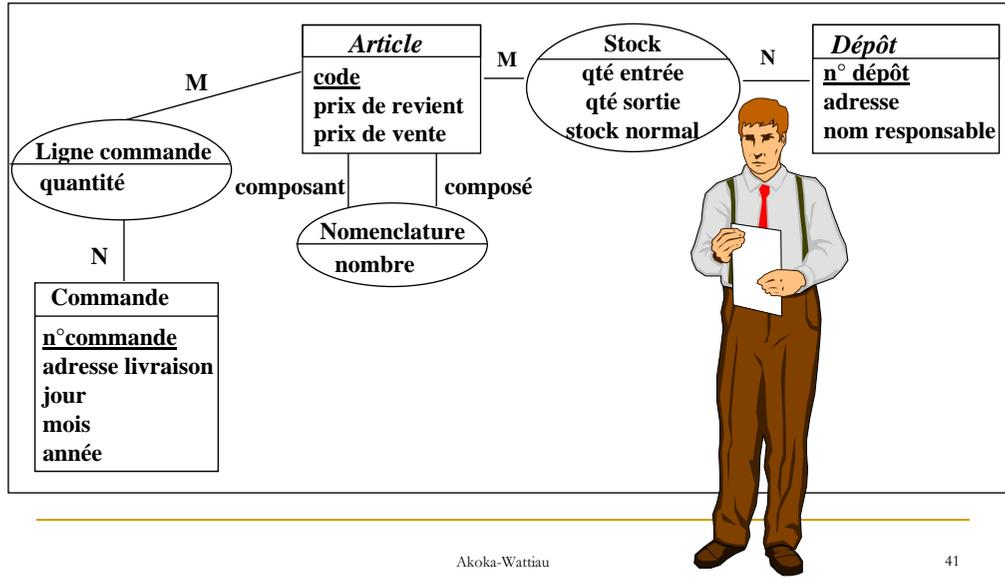
### GESTION DE LA NOMENCLATURE



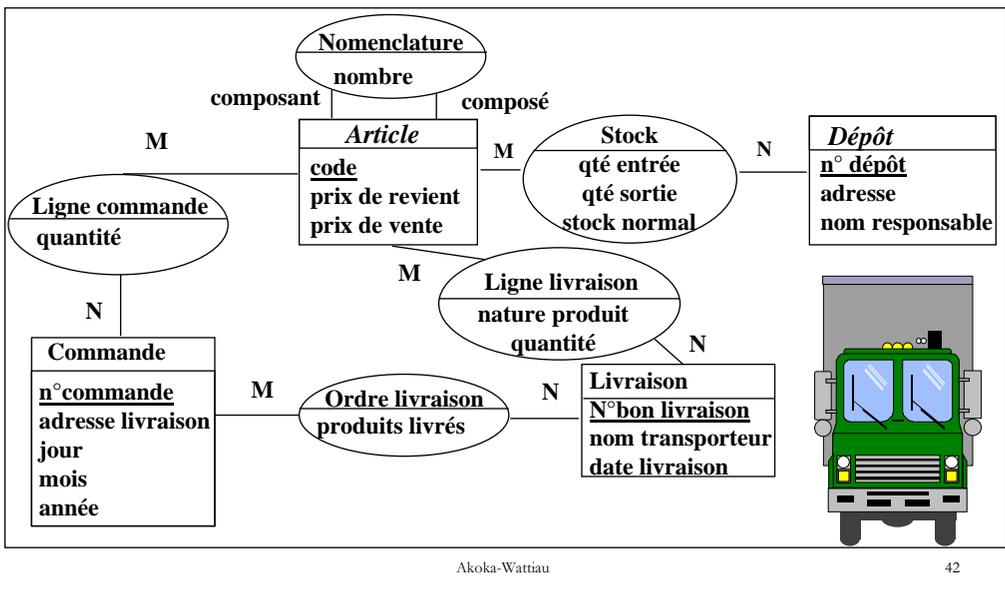
Akoka

40

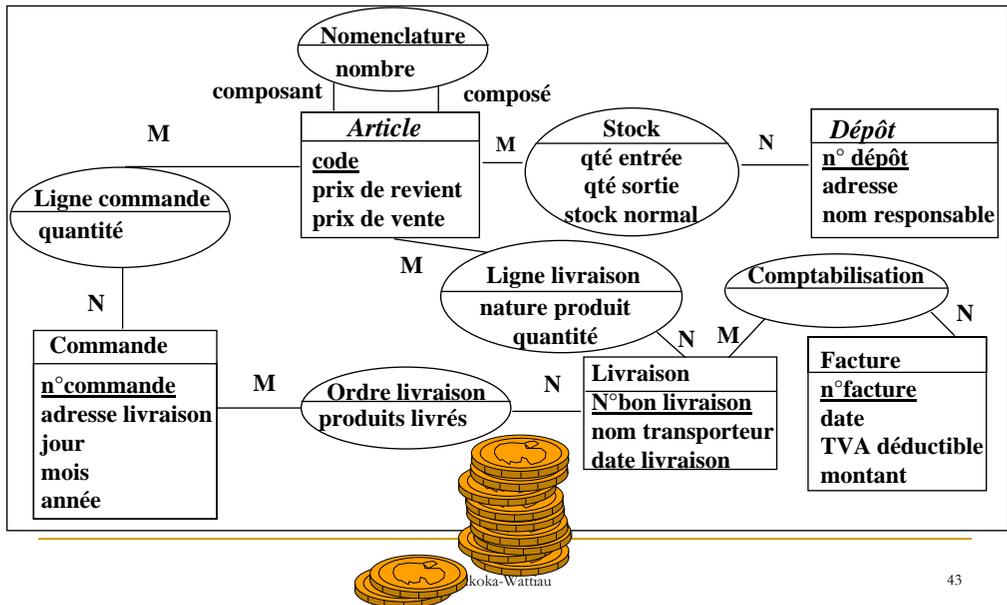
## GESTION DES COMMANDES



## GESTION DES LIVRAISONS

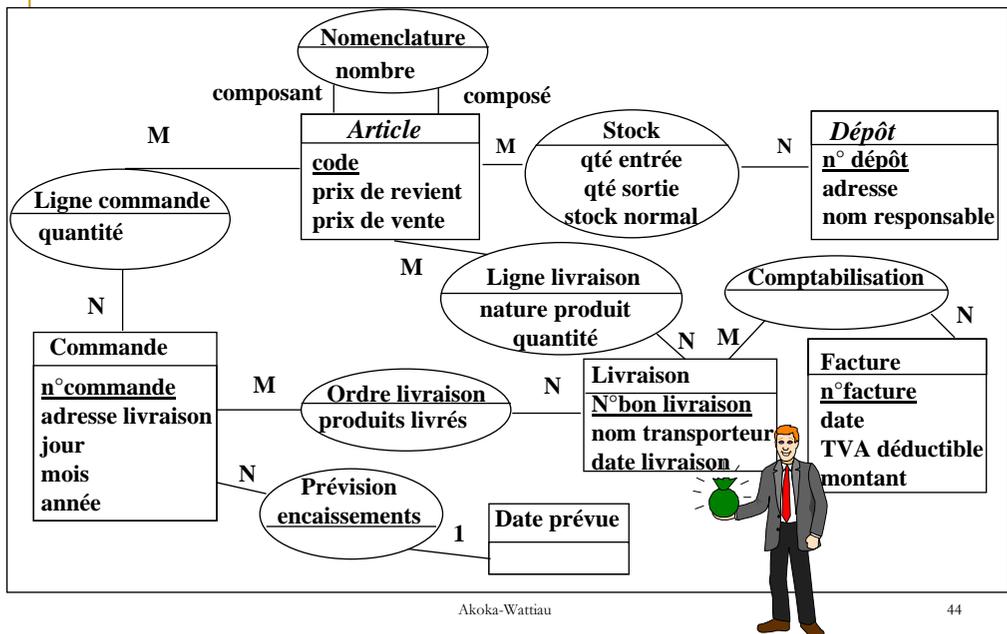


## LA FACTURATION



43

## LES ENCAISSEMENTS



Akoka-Wattiau

44

## Le modèle ER étendu

## ER étendu

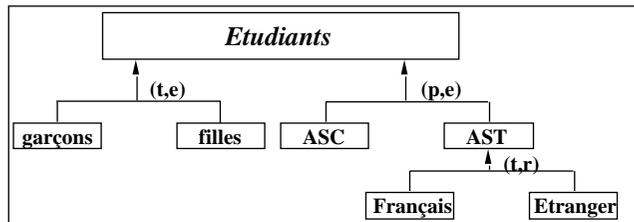
- Notion de généralisation
- Associations entre associations
- Attributs multivalués
- Contraintes supplémentaires
- Etc.

## Le modèle ER étendu

### ■ HIERARCHIES DE GENERALISATION

une entité E est une généralisation d'un groupe d'entités  $E_1, E_2, \dots, E_n$  si tout objet de  $E_i$  est aussi un objet de E.

Exemple :



### ■ VOCABULAIRE

- généralisation / spécialisation
- classe / sous-classe
- super-classe / classe

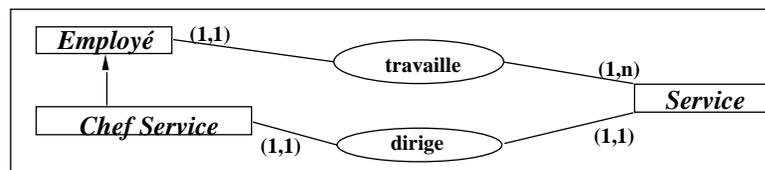
Akoka-Wattiau

47

## Le modèle ER étendu

### ■ SOUS-ENSEMBLE : cas particulier de généralisation avec une seule sous-classe

Exemple :



### ■ ATTRIBUT COMPOSE: groupement d'attributs ayant une affinité, soit par leur sens, soit par leur utilisation

Exemple :



Akoka-Wattiau

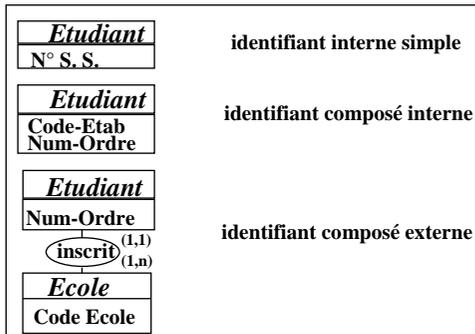
48

## *Le modèle ER étendu*

### ■ IDENTIFIANTS (ou clés ou clés candidates)

un identifiant de l'entité E est un ensemble d'attributs ou d'entités reliées à E ayant la propriété de déterminer de façon unique toutes les instances de E

*Exemples :*



l'identification est une propriété des entités

=> elle peut être héritée dans les hiérarchies de généralisation

## *Les mécanismes d'abstraction*

## *Les mécanismes d'abstraction*

**Abstraction** = processus de compréhension, de classification et de modélisation de la réalité

- classer les objets du monde réel
- modéliser (représenter) les relations entre les objets

↳ processus mental de sélection de certaines caractéristiques d'un ensemble d'objets et d'exclusion d'autres caractéristiques non pertinentes

*Exemple* : un oiseau



- on exclut les plumes, le contour précis
- on exclut les différences entre les différents oiseaux
- le résultat peut être un dessin, une phrase, ...

Akoka-Wattiau

51

## *3 mécanismes d'abstraction fondamentaux*

1- classification



2- agrégation



3- généralisation



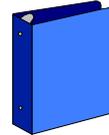
Akoka-Wattiau

52

## *Classification*

- \* regrouper dans une classe les objets du monde réel caractérisés par des propriétés communes

*Exemple :* classe Oiseau  
classe Mois



Un même objet peut être classé de plusieurs façons :

oiseaux migrateurs / non migrateurs

oiseaux qui volent / ne volent pas

classification multiple

## *Agrégation*



- Définir une classe à partir d'autres classes composantes

- **Exemples :**

a -la classe *OISEAU* peut être décrite à partir des classes *BEC*, *PATTE*, ...

b -la classe *EMPLOYE* peut être décrite à partir des classes *NOM*, *AGE*, *SALAIRE*, *GRADE*, ...

c -la classe *COURS* peut être décrite à l'aide des classes *PROFESSEUR*, *ETUDIANT*, *CRENEAU HORAIRE*, ...

## Généralisation

- définit une relation d'inclusion entre deux classes

*Exemple :* a - *ANIMAL* est une généralisation de *OISEAU*

b - *PERSONNE* est une généralisation de *EMPLOYE*

n'est pas utilisé dans les modèles classiques comme le modèle E-R de base

*Exemple :* a - *PERSONNE* : nom, âge, prénom

b - *EMPLOYE* : salaire, grade

↓ + nom, âge, prénom

↙ la généralisation permet une description plus compacte des structures

propriété d'héritage : toutes les  $\left\{ \begin{array}{l} \text{abstractions} \\ \text{propriétés} \end{array} \right\}$  définies pour  
la classe générique peuvent être  $\left\{ \begin{array}{l} \text{héritées} \\ \text{attribuées} \end{array} \right\}$  aux sous-classes



Akoka-Wattiau

55

- Les 3 abstractions, classification, agrégation et généralisation sont indépendantes : aucune ne peut être déduite des autres.

- Fondement mathématique

\* *classification* : APPARTIENT - A

relation entre un élément et un ensemble

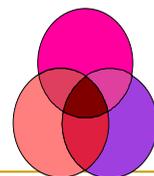
\* *agrégation* : EST - UNE - PARTIE - DE

composition (produit cartésien) d'ensembles

\* *généralisation* : EST - INCLUS - DANS

SOUS - ENSEMBLE - DE

inclusion d'ensemble



Akoka-Wattiau

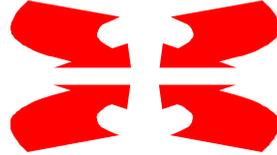
56

## Correspondances entre classes

= agrégation et généralisation

On distingue :

- les agrégations binaires
- les agrégations N -aires ( $N \geq 3$ )
- les généralisations



On les décrit plus précisément à l'aide de propriétés

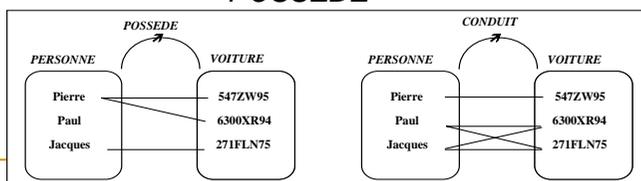
## Agrégations binaires

- définissent une relation binaire (au sens mathématique) entre deux classes

*Exemple* : les classes *PERSONNE* et *VOITURE* sont reliées par la relation *CONDUIT*

on peut avoir plusieurs relations entre deux mêmes classes

*Exemple* : *PERSONNE* et *VOITURE* sont aussi reliées par *POSSEDE*



## Agrégations N-AIRES ( $N \geq 3$ )

Exemple 1 : FOURNISSEUR - PIECE - PROJET

Exemple 2 : COURS - SALLE - JOUR



■ **Cardinalité minimale de  $C_i$  dans  $A$  :**

nombre minimum de correspondances auxquelles  $C_i$  participe

■ **Cardinalité maximale de  $C_i$  dans  $A$  :**

nombre maximum de correspondances auxquelles  $C_i$  participe

**Exemples :** 1) min. : 0 max : N  
 2) min. cours : 1 min. jour : 0 min. salle : 0  
 max. cours : 1 max jour : n max salle : n

1 cours et 1 seul par semaine.

## Cardinalités minimales

■ **Soit  $A$  une agrégation entre les classes  $C_1$  et  $C_2$**

on appelle cardinalités minimales le nombre minimum de correspondances dans  $C_2$  d'un élément de  $C_1$  et vice-versa

**Exemples :** POSSEDE Card. min.

une personne ne possède pas nécessairement une voiture => 0

une voiture appartient nécessairement à quelqu'un => 1



CONDUIT

une personne ne conduit pas nécessairement une voiture => 0

une voiture n'est pas nécessairement conduite par quelqu'un => 0

MARIAGE ET PERSONNE

un mariage concerne nécessairement 2 personnes => 2

EQUIPE ET JOUEUR

une équipe implique un nombre minimum de joueurs : 11 au foot, 6 au volley



## Cardinalités maximales

- Soit A une agrégation entre les classes  $C_1$  et  $C_2$   
on appelle cardinalités maximales le nombre maximum de correspondances dans  $C_2$  d'un élément de  $C_1$  et vice versa.

*Exemples :*     POSSEDE     Card. max.  
une personne peut posséder plusieurs voitures     N  
une voiture a un seul propriétaire     1



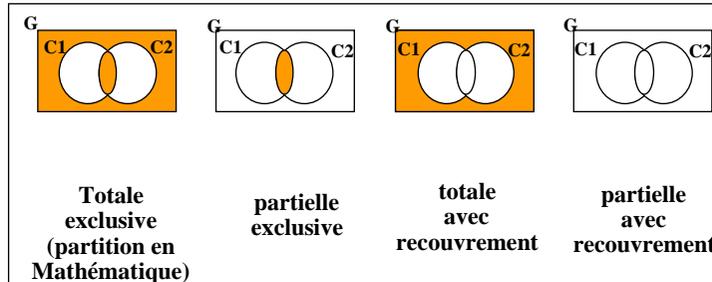
- On caractérise souvent les agrégations binaires selon les couples de cardinalités maximales (1-1, 1-N, M-N)
- Finalement, on appelle cardinalité de  $C_1$  dans A le couple (Min, Max)

## Généralisations



- les généralisations peuvent définir des couvertures totales ou partielles  
TOTALE :     tout élément est dans une sous-classe  
  - *Exemple :* PERSONNE en HOMME et FEMME  
PARTIELLE :     certaines éléments ne sont dans aucune sous-classe  
  - *Exemple :* PERSONNE en EMPLOYE et OUVRIER
- les généralisations peuvent définir des couvertures exclusives ou avec recouvrement  
EXCLUSIVE :     tout élément est au plus dans une sous-classe  
  - *Exemple :* PERSONNE en HOMME et FEMME  
AVEC RECOUVREMENT :     certains éléments peuvent être dans plusieurs sous-classes  
  - *Exemple :* OISEAU en MIGRATEUR et VOLANT

- Soit la généralisation  $G$  des classes  $C1$  et  $C2$ .



vide

- On peut généraliser à  $n$  sous-classes.

## Conclusion

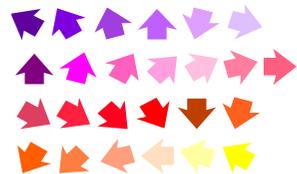
## *Qualités des modèles conceptuels et des schémas*

- EXPRESSIVITE = les concepts doivent permettre de décrire toute la réalité et d'intégrer un maximum d'informations
- SIMPLICITE = facile à comprendre pour les concepteurs et les utilisateurs  
*SIMPLICITE et EXPRESSIVITE sont contradictoires*
- MINIMALITE = un concept ne peut pas être déduit des autres
- FONDEMENT THEORIQUE = tout concept du modèle a une interprétation unique, précise et bien défini, peut être manipulé mathématiquement



## *Intérêt d'une représentation graphique*

- ↓ elle doit être complète  
tout concept est représentable graphiquement
- ↓ elle doit être facile à lire  
les concepts se distinguent bien



## *Le modèle E - R et les mécanismes d'abstraction*

### 1- CLASSIFICATION

une entité est une classe d'objets du monde réel ayant des propriétés semblables

une association est une classe de faits élémentaires qui relie 2 (ou +) entités

un attribut est une classe de valeurs représentant les propriétés des entités ou associations

### 2- AGREGATION

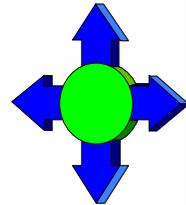
une entité est une agrégation d'attributs

une association est une agrégation d'entités et d'attributs

un attribut composé est une agrégation d'attributs

### 3- GENERALISATION

hiérarchies de généralisation et sous-ensembles



Akoka-Wattiau

67

## *Le modèle E - R étendu*

### *Avantages et limites*

#### ■ *Richesse des mécanismes d'abstraction*

#### ■ *Caractère non déterministe :*

plusieurs schémas différents peuvent être générés, choix entre entité et association ou entité et attribut parfois non aisé,...

mais les schémas logiques produits sont identiques

#### ■ *Fondement mathématique*

#### ■ *Représentation graphique complète*

□ on peut omettre les attributs (ou certains) dans les gros schémas

□ on peut concevoir des schémas à différents niveaux d'abstraction



Akoka-Wattiau

68

## Quelques critères de choix entre concepts

- ENTITE VS ATTRIBUT : voir si le concept est élémentaire ou structuré, unique ou multiple, utile pour dimensionner une relation, important pour la validation  
*Exemple :* le pays peut être un nom (*ATTRIBUT*)  
ou un code , nom, nombre d'habitants (*ENTITE*)
- GENERALISATION VS ATTRIBUT : dépend si le sous-ensemble a des propriétés (attributs ou associations) spécifiques  
*Exemple :* spécialiser PERSONNE en HOMME et FEMME s'ils jouent des rôles différents dans une association
- ENTITE VS RELATION : voir si le concept a une existence autonome, un identifiant, s'il peut être relié à d'autres relations  
*Exemple :* un MARIAGE est une relation entre des entités PERSONNE, si on veut relier le mariage à d'autres entités, il faut en faire une entité

Akoka-Wattiau

69

## Quelques leçons à retenir

- La modélisation conceptuelle est un art difficile
- Le contexte est important
- Les outils d'aide (inclus dans les AGL) vérifient la cohérence et facilitent la documentation, mais ne modélisent pas
- Le modèle de données modélise des règles de gestion à travers notamment
  - Positionnement des attributs
  - Type des relations
  - Dimension des relations

Akoka-Wattiau

70

## Quelques leçons à retenir

- A priori, un modèle conceptuel ne doit pas contenir de redondances sauf :
  - Identifiants des entités faibles
  - Certains attributs descriptifs qu'on ne veut pas relier
- Un modèle conceptuel doit être :
  - Minimal
  - Complet
  - Correct
  - Par rapport à un périmètre et un contexte !

## Et UML ?

- UML n'est pas ER
- UML est orienté objet
- UML décrit plus que les données
- Quelques spécificités :
  - On décrit plus précisément certaines relations (agrégation = association binaire entre un tout et ses parties, composition = agrégation forte, classes associations,