

UNIVERSITE ASSANE SECK ZIGUINCHOR

UFR SCIENCES ET TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



ANALYSE ET CONCEPTION DES SYSTÈMES D'INFORMATIONS

**Licence 2 Informatique Ingénierie
2021-2022**

*Copyright
Khalifa GAYE*

*Presented by
Bassirou DIENE*

1

Chapitre 2

**Modèle Conceptuel de Données
(MCD)**

2

Objectif du MCD

- Le modèle conceptuel des données est une représentation statique du système d'information de l'entreprise qui met en évidence sa sémantique.
- Il a pour but d'écrire de façon formelle les données qui seront utilisées par le système d'information.
- Il s'agit donc d'une représentation des données, facilement compréhensible. Le formalisme adopté par la méthode Merise pour réaliser cette description est basé sur les concepts « entité-association ».

3

Le Dictionnaire de Données

Par quoi commencer ?

- ❑ Etudier le système d'information existant (manuel ou automatique) :
 - ✓ consulter les cahiers de charge existants,
 - ✓ consulter les documents transitant dans l'organisme,
 - ✓ interviews des membres de l'organisme,
 - ✓ interviews des utilisateurs (externes),
 - ✓ ...
- ❑ Avoir une idée **rigoureusement exacte** de l'existant, des besoins, des incohérences...En bref, de tout ce qui marche et tout ce qui ne marche pas !

5

En suite...

- ❑ Regarder l'ensemble des données **utiles à sauvegarder**.
- ❑ Cet ensemble forme le **Dictionnaire de Données (DD)**.
- ❑ Un DD est généralement présenté sous forme de tableaux :

Données retenues	Type de données	Commentaires

6

Exemple-DD

- Dans un SI de gestion des notes des étudiants, les données retenues peuvent être :

Données retenues	Type de données	commentaires
Nom	Alphanumérique	20 char
Prénom	Alphanumérique	20 char
Adresse	Alphanumérique	50 char
notes de chaque contrôle	Numérique	>=0
moyennes par matière	Numérique	>=0
moyenne générale	Numérique	>=0
date contrôles	Date/Heure	

7

DD simplifié

- Une fois le dictionnaire de données mis en place,
- il faut créer un **dictionnaire simplifié**, duquel :
 - ✓ les *champs calculés* sont ôtés.
 - ✓ Il faut, aussi, enlever tous les champs redondants (un « *code article* » et une « *référence article* » par exemple, qualifiant la même information).
 - ✓ *Il faut créer des identifiants pour distinguer chaque information de façon unique.*

Le DD simplifié regroupe tous les champs non redondants à conserver dans le système d'information. Chaque champ possède un type de données. Il permet de créer ensuite **la matrice des dépendances fonctionnelles**.

Exemple-DD simplifié

- Dans l'exemple des notes étudiants, on ajoute donc,

- un **numéro d'étudiant** et un **code matière**.

Données retenues	Type de données	commentaires
Nom	Alphanumérique	20 char
Prénom	Alphanumérique	20 char
Adresse	Alphanumérique	50 char
notes de chaque contrôle	Numérique	>=0

date contrôles	Date/Heure	
----------------	------------	--

9

Règles de Gestion (RG)

- Une règle de gestion est une règle suivie par le **SI** de l'organisme étudié.
- Elles permettent :
 - de définir les relations entre les données,
 - de restreindre les cas généraux,
 - ...
- **En bref, de lever l'ambiguïté, quand plusieurs solutions sont possibles.**
- Elles sont identifiées suite aux interviews menées auprès des utilisateurs...

10

Exemples-RG

Dans un SI de gestion d'une société de vente, les règles peuvent être :

- La société ne veut avoir affaire qu'avec un et un seul contact.
- Chaque catégorie référence logiquement plusieurs produits.
- Chaque commande peut contenir un ou plusieurs produits.
- Le prix de vente peut différer du prix unitaire.

11

La dépendance fonctionnelle... Pourquoi ?

- Une fois le DD simplifié construit et les règles de gestion isolées,
- il faut, maintenant, établir clairement et formellement,
 - **les liens sémantiques et logiques** entre les données et,
 - regrouper les données ayant **un sens commun**.
- Un moyen possible consiste en **la construction de la Matrice de Dépendances Fonctionnelles (MDF)**.

12

La dépendance fonctionnelle... Définition

Soient deux propriétés P1 et P2, on dit que P2 dépend fonctionnellement de P1 si et seulement si une valeur (occurrence) de P1 permet de connaître une et une seule valeur de P2.

Notation : **P1 → P2**

- P1 est appelé source de la Dépendance Fonctionnelle (DF) (on dit aussi déterminant ou partie gauche)
- et P2 la cible (on dit aussi but, déterminé ou partie droite) de la DF.
- *Exemple :*

NumEtudiant → NomEtudiant

NumEtudiant → AdresseEtudiant

RefMatiere → LibMatiere

13

La dépendance fonctionnelle... forte ou faible

□ Définition stricte **DF forte** :

- la DF associe à chaque valeur de P1 une et une seule de P2 : il y a **unicité** au départ
- la DF est vérifiée pour toutes les valeurs de P1 : il y a **totalité** au départ (toutes les valeurs de P1 ont une image dans l'ensemble d'arrivée P2)
- Exemple : la dépendance fonctionnelle **NumCommande → NumClient** est une DF forte car il n'y a pas de commande sans client.

□ Définition large **DF faible** :

- Il y a dépendance fonctionnelle entre P1 et P2 lorsque, connaissant une valeur de P1, quelque soit cette valeur, on détermine au plus une valeur de P2.
- Cette définition supprime la contrainte de totalité au départ. On parle de **DF faible**. Certaines valeurs de P1 n'ont pas de valeurs de P2
- Exemple : La dépendance fonctionnelle **NoInsee → NomJeuneFille** est une DF faible car certaines valeurs de *NoInsee* n'ont pas de correspondance dans l'ensemble d'arrivée ; c'est le cas pour les hommes pour lesquels la propriété *NomJeuneFille* n'a pas de sens.

14

La dépendance fonctionnelle... à partie gauche composée

➤ Une dépendance fonctionnelle peut comporter dans sa partie gauche plusieurs attributs. On parle dans ce cas de **dépendance fonctionnelle à partie gauche composée**. Pour connaître une valeur de l'ensemble d'arrivée C, il faut connaître un couple (ou plus) de valeurs provenant de A et de B.

Ce type de DF est noté : $(d_1, d_2) \rightarrow d_3$

➤ Exemples : **(NoFacture, CodeProduit) → QtéFacturée,**
(NoEtudiant, Matière, Date) → Note

Je ne peux connaître la note de Sané en Langage C pour le devoir du 10 mai que si je connais ces trois éléments : Le code de l'étudiant , la matière concernée et la date. S'il manque l'un quelconque de ces éléments, je ne peux déterminer avec exactitude la note correspondante.

15

La matrice de dépendances fonctionnelles...

Comment ?

- La MDF est une matrice dont,
 - **la première colonne** reprend toutes les données du DD simplifié ;
 - **la deuxième colonne** numérote chaque donnée de **un** à **n**;
 - **les colonnes qui suivent** dénotent les identifiants parmi les données.
- **Attention** : des colonnes supplémentaires peuvent être ajoutées (selon le besoin).

Une dépendance fonctionnelle relie deux données lorsque la connaissance de l'une détermine l'autre.

Attention, une dépendance fonctionnelle n'est pas réversible

16

Exemple - MDF

	1	9	13	16
Num Client	1			
Raison sociale Client	2			
Nom contact	3			
Prénom contact	4			
Fonction contact	5			
Adresse Client	6			
Code postal Client	7			
Ville Client	8			
Référence produit	9			
Nom produit	10			
Prix unitaire du produit	11			
Prix de vente du produit	12			
Code catégorie	13			
Nom catégorie	14			
Description catégorie	15			
Num Commande	16			
Date commande	17			

17

Exemple - MDF (suite)

- Pour chaque identifiant, il faut se poser la question :
est ce qu'un attribut correspond une et une seule fois à cet identifiant ?
- Si la réponse est « oui », on place un « 1 » dans la colonne portant le numéro de l'identifiant.

	1	9	13	16
Num Client	1	*		1
Raison sociale Client	2	1		
Nom contact	3	1		
Prénom contact	4	1		
Fonction contact	5	1		
Adresse Client	6	1		
Code postal Client	7	1		
Ville Client	8	1		
Référence produit	9		*	
Nom produit	10		1	
Prix unitaire du produit	11		1	
Prix de vente du produit	12			
Code catégorie	13		1	*
Nom catégorie	14			1
Description catégorie	15			1
Num Commande	16			*
Date commande	17			1

Le prix de vente ne dépend pas uniquement de la référence produit

18

Exemple - MDF (suite et fin)

- Le prix de vente dépend à la fois du produit et de la commande.
→ Il faut rajouter une colonne avec les deux identifiants.

The diagram shows a MDF matrix with three columns of attributes:

- Client Column:** Num_Client, Raison sociale Client, Nom contact, Prénom contact, Fonction contact, Adresse Client, Code postal Client, Ville Client, Référence produit.
- Product Column:** Nom produit, Prix unitaire du produit, Prix de vente du produit, Code catégorie, Nom catégorie, Description catégorie.
- Order Column:** Num_Commande, Date commande.

Relationships are indicated by numbers in the matrix cells:

- Relationship 1:** Between Nom_Commande (Column 3, Row 16) and Num_Client (Column 1, Row 1). A red circle highlights the value "1".
- Relationship 2:** Between Num_Commande (Column 3, Row 16) and Nom_Commande (Column 1, Row 15). A red circle highlights the value "1".
- Relationship 3:** Between Nom_Commande (Column 3, Row 16) and Date_Commande (Column 3, Row 17). A red circle highlights the value "1".

A red box labeled "3" is positioned to the right of the matrix, connected by a blue arrow pointing down.

Num_Client	1	1	*	9	13	16	1
Raison sociale Client	2		1			1	
Nom contact	3		1				
Prénom contact	4		1				
Fonction contact	5		1				
Adresse Client	6		1				
Code postal Client	7		1				
Ville Client	8		1				
Référence produit	9			*			
Nom produit	10			1			
Prix unitaire du produit	11			1			
Prix de vente du produit	12						
Code catégorie	13			1		*	
Nom catégorie	14				1		
Description catégorie	15				2	1	
Num_Commande	16						*
Date commande	17						1

- Trois **liens logiques** apparaissent, deux simples et une complexe :
 - entre une commande et un client ;
 - entre un produit et un catégorie ;
 - entre un produit et une commande.

19

Et puis...

- Une fois que la MDF est déterminée avec tous les attributs affectés à des identifiants, la partie la plus dure est réalisée !
- Le passage au MCD reste simplement une question de formalisme.

Autre Exemple

Numéro	Propriétés	Signification	1	4	8	10	1&10
1	<u>NumBon</u>	N° Bon Commande	*				*
2	DatComm	Date Commande	1				
3	QteComm	Qte Commandée					1
4	<u>NumClient</u>	N° Client	1	*			
5	NomClient			1			
6	RueClient			1			
7	VilleClient			1			
8	<u>NumRep</u>	N° Représentant	1		*		
9	NomRep	Nom Représentant			1		
10	<u>RefProduit</u>	Référence Produit				*	*
11	LibProduit	Nom Produit				1	
12	PrixProd	Prix Produit				1	

NumBon → DatComm, NumClient, NumRep

NumClient → Nomclient, RueClient, Villeclient

NumRep → NomRep

RefProduit → LibProd, PrixProd

NumBon, RefProd → QteComm

21

Autre Exemple

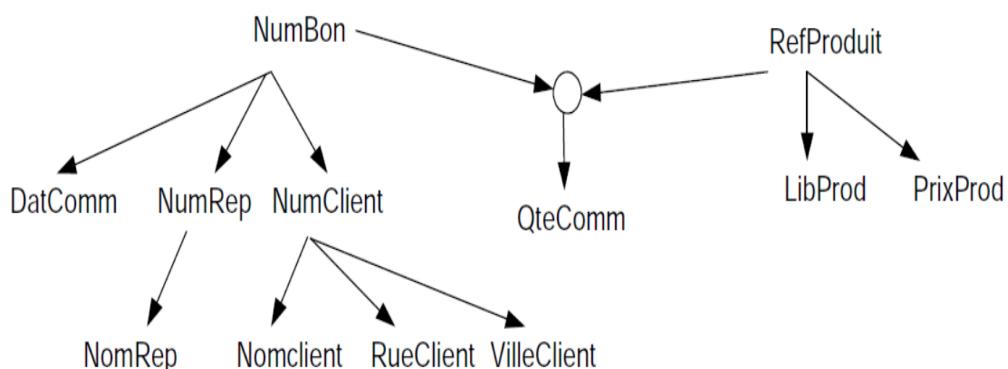
NumBon → DatComm, NumClient, NumRep

NumClient → Nomclient, RueClient, Villeclient

NumRep → NomRep

RefProduit → LibProd, PrixProd

NumBon, RefProd → QteComm



22

Les Règles de passage des DF ou GDF au MCD

Règle 0

- Toute donnée du graphe de DF devient une propriété.

Règle 1

- Toute donnée source de dépendance fonctionnelle devient identifiant d'une entité.

Règle 2

- Toute donnée cible de dépendance fonctionnelle et non source (d'une autre DF) devient une propriété de l'entité dont la donnée source de la DF est identifiant.

23

Les Règles de passage des DF ou GDF au MCD

Règle 3

- Une dépendance fonctionnelle entre deux données sources de DF révèle une association hiérarchique toujours non porteuse de propriété(s).

Règle 4

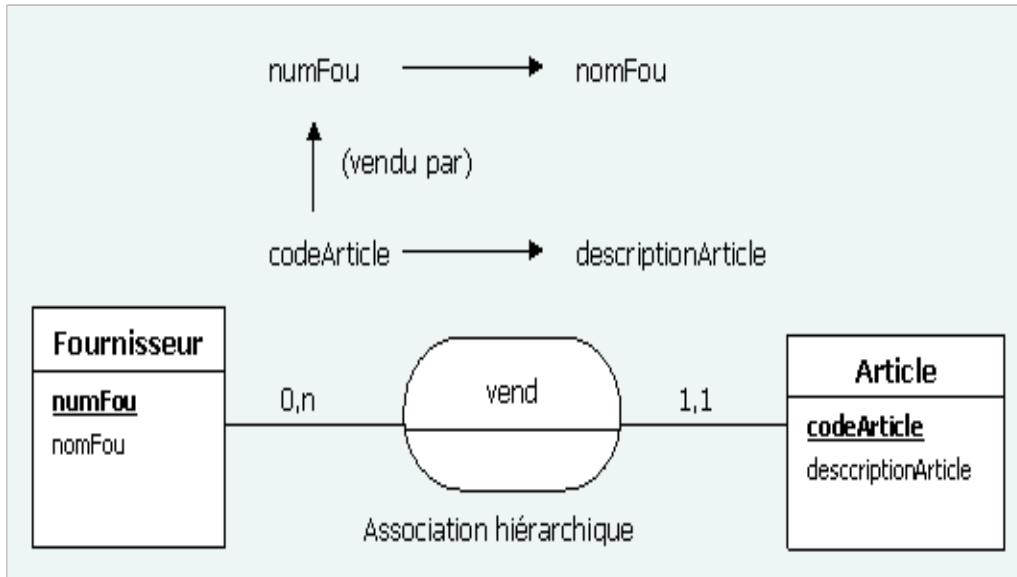
- La présence d'une donnée concaténée (association de plusieurs données élémentaires) source de DF révèle une association non hiérarchique porteuse de propriété(s).

24

Les Règles de passage des DF ou GDF au MCD

Exemples

- a) Les articles (identifiés par un code, ayant une description) sont achetés chez un seul fournisseur par article. Le fournisseur est connu par son numéro et son nom.

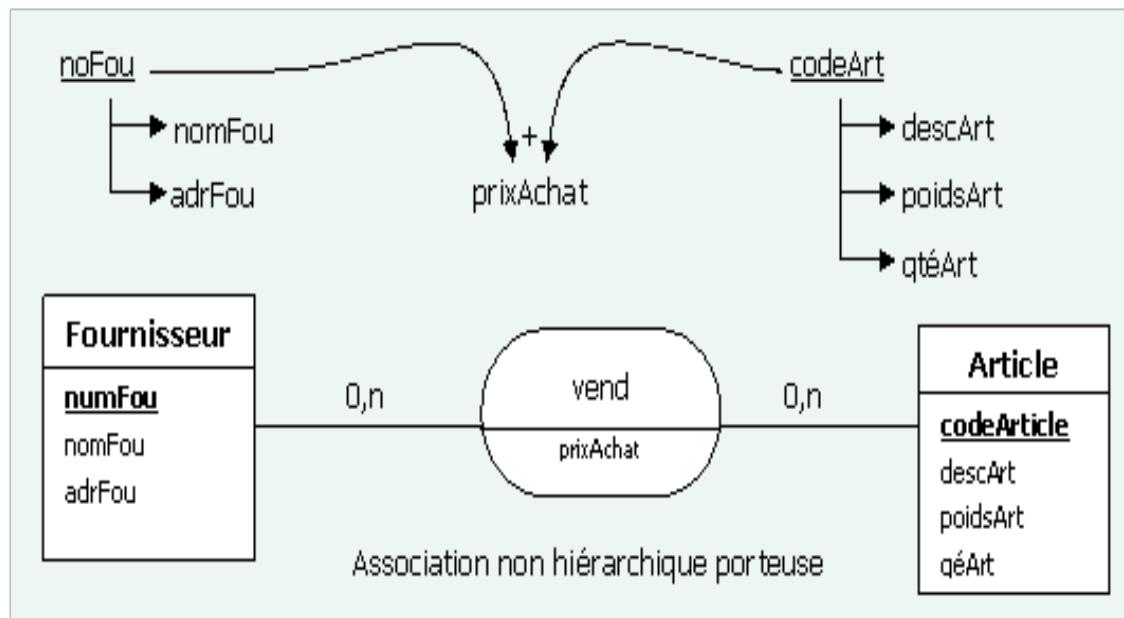


25

Les Règles de passage des DF ou GDF au MCD

Exemples

- b) un article est acheté chez différents fournisseurs avec des prix différents. Un fournisseur peut vendre plusieurs articles. Le graphe des DF est le suivant :



26

Exemple d'application

Dans la région Ziguinchor, M. FM a le quasi-monopole de la vente des articles de sport, il possède une dizaine de magasins implantés dans les lieux les plus fréquentés de la région.

Afin de gérer de manière plus rigoureuse ses affaires, M. FM a décidé d' acquérir pour la saison prochaine un système informatique. C' est la société ZIGINFO spécialisée dans les applications commerciales qui a été choisie pour cette informatisation, elle propose une gestion à l' aide d' un Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles.

TRAVAIL A FAIRE

- 1) Présentez le dictionnaire des données relatif à cette application
- 2) Présentez le modèle conceptuel des données qui en découle

27

NB: Pour mettre en place la base de données relative à cette application, les analystes de ZIGINFO se sont appuyés sur l' étude des documents suivants:

Stocks

Magasin :	Zig centre	
Surface :	135 m2	
Inventaire		
Ref-article	Désignation	Quantité
1	Chaussures détente	5
2	Raquette WX22	129

Grande :	Boucotte nord	
Surface :	48 m2	
Inventaire		
Ref-article	Désignation	Quantité
5	Balles golf TT32EE	6
3	Bonnet bain AA227	12
4	Balles golf YUUU32EE	5

28

Fiches articles :

Ref-article :	1
Désignation :	Chaussures détente
Code fournisseur :	1
Nom fournisseur :	KASSOUMAY
Ville fournisseur :	ZIG
Prix unitaire d'achat HT :	28,00 €
Prix unitaire de vente TTC :	43,53 €
Code catégorie :	6
Libellé catégorie :	Détente

Ref-article :	3
Désignation :	Bonnet bain AA 227
Code fournisseur :	2
Nom fournisseur :	KASSOUMAY
Ville fournisseur :	DAKAR
Prix unitaire d'achat HT :	9,00 €
Prix unitaire de vente TTC :	13,99€
Code catégorie :	2
Libellé catégorie :	Natation

Ref-article :	2
Désignation :	Raquette WX22
Code fournisseur :	4
Nom fournisseur :	CASA-IMP-EXP
Ville fournisseur :	BOUCOTTE
Prix unitaire d'achat HT :	62,00 €
Prix unitaire de vente TTC :	96,40 €
Code catégorie :	5
Libellé catégorie :	Tennis

Ref-article :	5
Désignation :	Balles golf TT32EE
Code fournisseur :	4
Nom fournisseur :	CASA-IMP-EXP
Ville fournisseur :	BOUCOTTE
Prix unitaire d'achat HT :	90,00 €
Prix unitaire de vente TTC :	139,93 €
Code catégorie :	6
Libellé catégorie :	Golf

Les règles de gestion suivantes vous sont fournies

- Le prix unitaire de vente TTC est égal au prix unitaire d'achat HT majoré d'une marge de 30% et d'une taxe sur la totalité de 19,6%.
 - Un article est livré par un seul fournisseur.
 - Un article ne peut être vendu que dans un seul magasin (chaque magasin étant plus ou moins spécialisé dans certaines catégories de sport).
- Le regroupement des données dans les tables d'une base de données ne résulte pas du hasard mais provient d'une démarche logique qui aboutit au MCD.**

29

Corrigé:

I : le dictionnaire des données

On appelle dictionnaire des données, la liste des informations que le système informatique doit acquérir et mémoriser pour produire les résultats escomptés.

A : application

<u>Nom des données</u>	<u>Signification</u>	<u>Type (1)</u>	<u>Longue ur</u>	<u>Nature (2)</u>	<u>Règles de calcul</u>
nom-mg	Nom du magasin	A	25	E	
surf-mg	Surface magasin	AN	5	E	
ref-art	Référence article	N	3	E	
desi-art	Désignation article	A	40	E	
qte-stock	Quantité en stock d'un article	N	3	E	
code-four	Code du fournisseur	N	3	E	
nom-four	Nom du fournisseur	A	25	E	
ville-four	Ville du fournisseur	A	30	E	
puahrt-art	Prix d'achat HT de l'article	N	6	E	
puvttc-art	Prix de vente TTC de l'article	N	6	CA	<u>Puahrt*(1+Tx-tva)*(1+Tx-marge)</u>
tx-tva	Taux de TVA	N	5	P	
tx-marge	Taux de marge	N	5	P	
code-cat	Code de la catégorie	N	3	E	
lib-cat	Libellé de la catégorie	A	25	E	

(1)

A : alphabétique
AN : alphanumérique
N : numérique

(2)
E : élémentaire
CA : calculée
P : paramètre

B : principes

Il ne faut pas faire figurer dans un dictionnaire des données :

- **les synonymes** : lieu-mg et nom-mg désigneraient la même chose ;
- **les polysèmes** : ils font correspondre à un même code plusieurs données (le code « nom » ne peut désigner à la fois le nom du fournisseur et celui du magasin) ;
- **les propriétés calculées** (le prix de vente TTC) ;
- **les paramètres** : il s'agit d'informations qui à un moment donné prennent au plus une seule valeur (le taux de TVA, le taux de marge).

C : épuration du dictionnaire des données

La prise en compte de ces principes conduit au dictionnaire des données épuré suivant

<u>Nom des données</u>	<u>Signification</u>	<u>Type (1)</u>	<u>Nature (2)</u>
nom-mg	Emplacement d'un magasin	A	E
surf-mg	Surface magasin	AN	E
ref-art	Référence article	N	E
desi-art	Désignation article	A	E
qte-stock	Quantité en stock d'un article	N	E
code-four	Code du fournisseur	N	E
nom-four	Nom du fournisseur	A	E
ville-four	Ville du fournisseur	A	E
puahrt-art	Prix d'achat HT de l'article	N	E
code-cat	Code de la catégorie	N	E
lib-cat	Libellé de la catégorie	A	E

(1)

A : alphabétique
AN : alphanumérique
N : numérique

(2)

E : élémentaire
CA : calculée
P : paramètre

31

D : la matrice des dépendances fonctionnelles.

N°	Données	1	3	7	10
1	nom-mg	*	(1)		
2	surf-mg	1			
3	ref-art		*		
4	desi-art		1		
5	puahrt-art		1		
6	qte-stock		1		
7	code-four		(1)	*	
8	nom-four			1	
9	ville-four			1	
10	code-cat		(1)		*
11	lib-cat				1

E : principes

* Les données du dictionnaire des données épuré sont recopierées dans la colonne données.

* En colonne figurent les identifiants (les sources des dépendances fonctionnelles).

* Il faut rechercher les cibles des dépendances fonctionnelles :

nom-mg → Surf-mg

ref-art → desi-art, puahrt-art, qte-stock

code-four → nom-four, ville-four

code-cat → lib-cat

(A un nom de magasin, correspond au plus une surface).

* Il faut rechercher les dépendances fonctionnelles entre sources de dépendances fonctionnelles :

ref-art → code-four

ref-art → code-cat

ref-art → nom-mg

(A une référence d'article correspond au plus un code de fournisseur).

32

Modèle Conceptuel de Données

33

Principes fondamentaux

- Le **MCD** a pour but d'écrire de façon formelle les données qui seront utilisées par le système d'information. Il s'agit donc d'une représentation des données, facilement compréhensible, permettant de décrire le système d'information à l'aide d'entités.
- Il est à la base de tous les **SGBD dits relationnels** (Access, Oracle, DB2...) qui sont les plus utilisés actuellement dans les entreprises.
- Cet outil va nous permettre de recenser et d'organiser les données du système d'information du domaine étudié.
- Il permet donc une représentation du “réel perçu” sous la forme de :
ENTITES, ASSOCIATIONS et PROPRIETES.

34

Entité : définition

- ❑ Est la représentation formelle de la mémorisation d' une **information complexe et cohérente**.
- ❑ Sert à décrire plusieurs **occurrences** de la même information complexe.
 - Exemple :
 - une *Ford fiesta*, une *Renault Laguna* et une *Peugeot 306* sont trois occurrences de la même entité qu'on peut appeler **voiture**.
- ❑ Les éléments de l' information (complexe) modélisée par l' entité sont les **propriétés**.
 - Exemple :
 - *Ford*, *Renaud* et *Peugeot* sont des « marques » ; *fiesta*, *Laguna* et *306* sont des « modèles ». Ainsi, *Marque* et *Modèle* peuvent être des **propriétés** de l' entité **voiture**.
- Remarque : on l' appelle aussi **Entité-Type**.

35

Entité : propriété

Une propriété est **un élément** d' une entité, et **d' une seule** :

- décrit la mémorisation d' une information élémentaire,
- a un nom unique,
- permet de mémoriser une valeur,
- doit avoir un sens (donc une valeur) pour chacune des occurrences de la composante
 - ➔ **Domaine de valeurs.**

Une propriété doit-elle être toujours renseignée ?

36

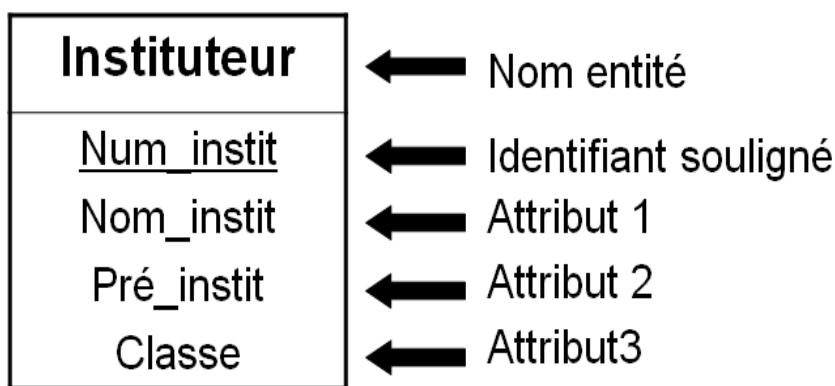
Entité : identifiant

- L'identifiant de l'entité est une propriété qui ne peut pas prendre deux fois la même valeur dans deux occurrences de l'entité.
- **C'est l'identifiant qui fait l'entité.**

Attention : tout argument autre que la nécessité d'un identifiant différent ne saurait en aucun cas justifier le choix de deux entités plutôt qu'une.

37

Entité : représentation graphique



38

Entité : occurrences

- Pour une valeur de l' identifiant, on a une valeur de chacune des propriétés.
- Deux occurrences de l' entité ne peuvent avoir la même valeur d' identifiant.
- Les domaines de valeurs des propriétés ne sont pas disjoints.

Etudiant
<u>026854M</u>
DUPONT
Martin
Versailles
Etc

Etudiant
<u>017895E</u>
MARTIN
Laurent
Courbevoie
Etc

Etudiant
<u>026547Z</u>
MARTIN
Béatrice
Versailles
Etc

39

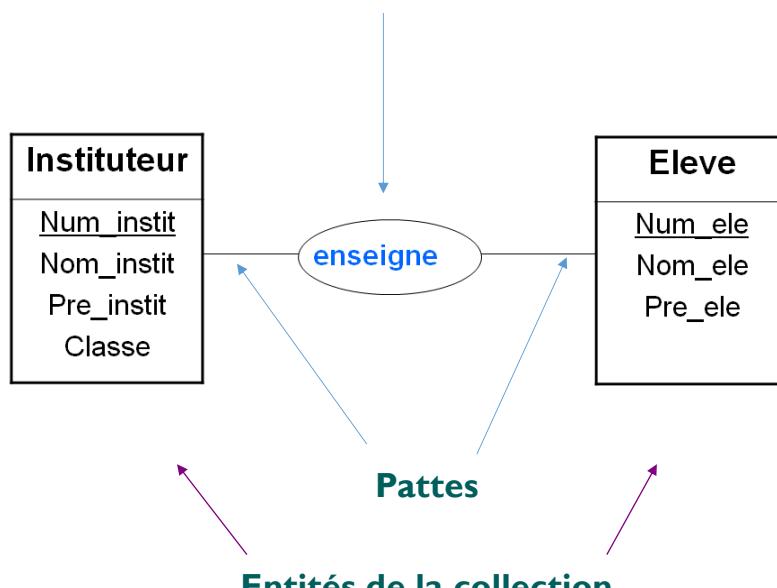
Association : introduction

- Une association est un lien sémantique entre plusieurs entités indépendamment de tous traitements.
- Une association est souvent nommée par **un verbe** qui exprime le sens du lien entre les entités.
- Les liens logiques existant entre deux entités sont appelés **Associations**.
- **Chaque entité joue un rôle dans l'association** (-Les rôles devront être précisés si l'association relie une entité à elle-même.)
- Par exemple, on peut considérer qu'il existe une association **enseigne** entre l'entité **Instituteur** et **Elève** dans le cas d'une école,

40

Association : représentation graphique

Nom de l' association



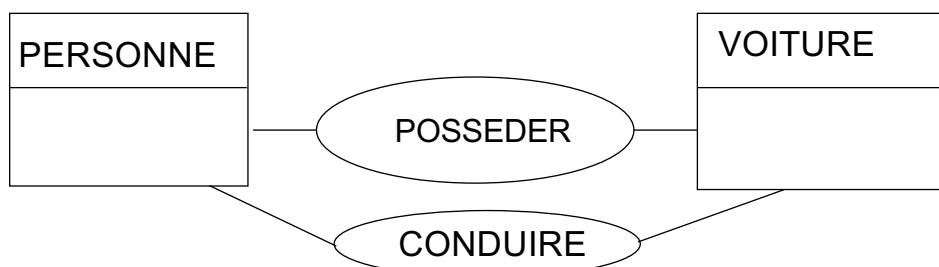
41

Association

On peut avoir plusieurs classes d'associations sur les mêmes classes d'entités

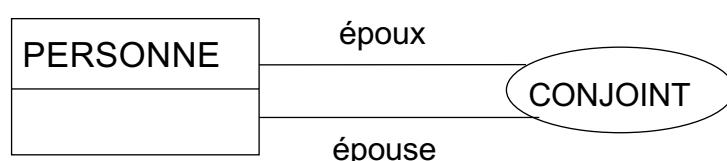
Ex : POSSEDER(PERSONNE, VOITURE) et

CONDUIRE(PERSONNE, VOITURE)



On peut avoir une classe d'association sur une seule classe d'entités (on parle d'association « réflexive »). On ajoute souvent dans ce cas des noms de **rôles** pour distinguer les deux occurrences.

Ex : CONJOINT(PERSONNE, PERSONNE)

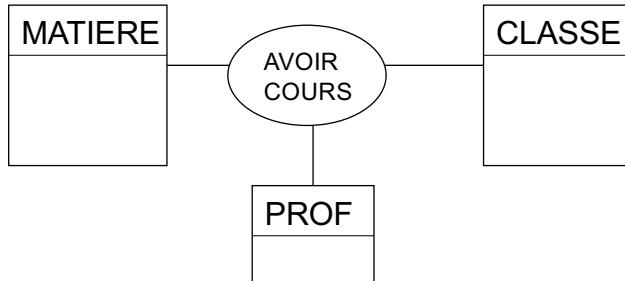


42

Association

- On peut avoir une classe d'association définie sur n classes d'entités (association n-aire ou d'arité n ou de dimension n ou à « n pattes »).

Ex: COURS(MATIERE, CLASSE, PROF)



Attention : les arités élevées sont rares. Elles dénotent souvent des faiblesses dans l'analyse.

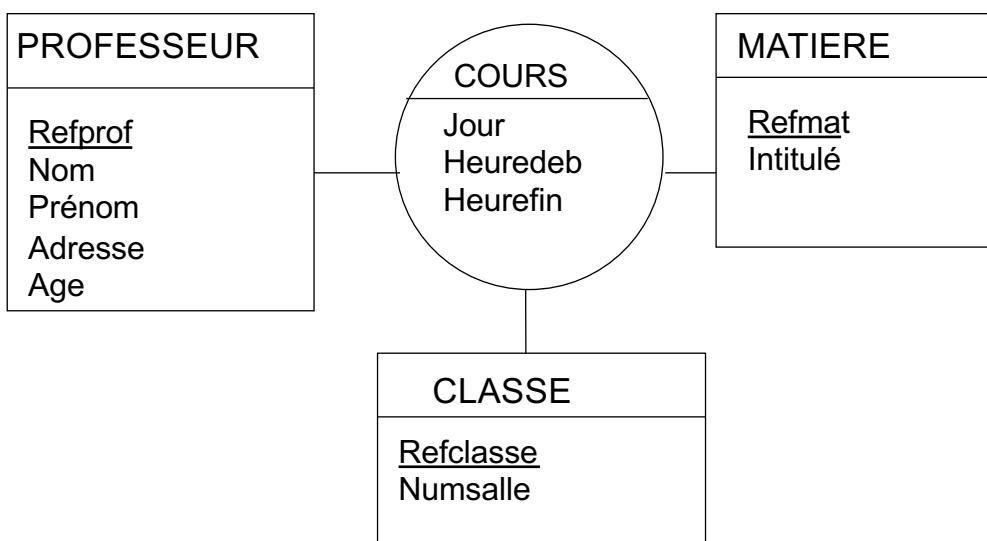
arité 2 : 80%
arité 3 : <20%
arité > 3 : ε

43

Association

Propriété : donnée élémentaire permettant de caractériser les entités et associations

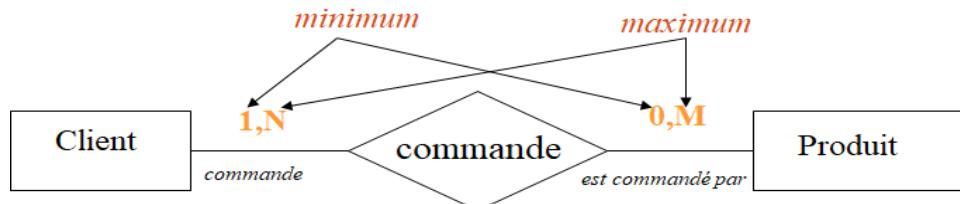
Ex : Nom, Prénom propriétés de PROFESSEUR
Jour, Heuredeb propriétés de COURS



44

Association : les contraintes de cardinalité

- Une cardinalité est une **précision apportée sur une patte d'une association**.
- Elle indique combien de fois l'entité peut intervenir dans l'association.



un client doit commander au moins un produit ; un produit peut être commandé par zéro ou un nombre quelconque de clients.

- **la cardinalité minimale** ➔ Si une occurrence de l'entité est obligatoirement concernée par une (au moins) occurrence de l'association ;
- **la cardinalité maximale** ➔ Si une occurrence de l'entité peut (éventuellement) être concernée par plusieurs occurrences de l'association.

45

Association : cardinalité

Cardinalités minimales :

Valeur	Définition	Exemple
0	Une occurrence de l'entité peut exister sans participer à l'association	Un livre peut ne pas être emprunté
1	Une occurrence de l'entité participe nécessairement au moins une fois à une occurrence d'association	Toute bibliothèque doit avoir un gestionnaire au moins

Cardinalités maximales :

Valeur	Définition	Exemple
1	Une occurrence de l'entité-type participe au plus une fois	Une bibliothèque est gérée au plus par un gestionnaire
N	Une occurrence de l'entité-type peut participer plusieurs fois	Un même abonné peut avoir emprunté plusieurs livres.

46

Association : combinaisons cardinalités

Nous avons 4 combinaisons possibles :

0,1 au plus 1

1,1 1 et 1 seul

1,n au moins 1

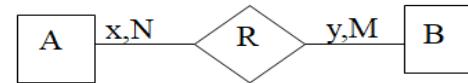
0,n un nombre quelconque



Association de type 1-1 (*one-to-one*)



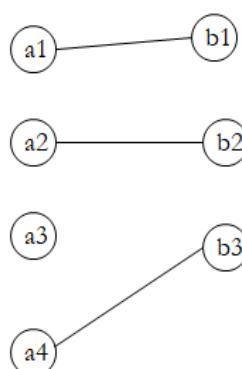
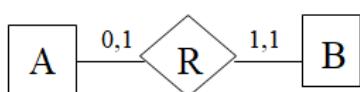
Association de type 1-N (*one-to-many*)



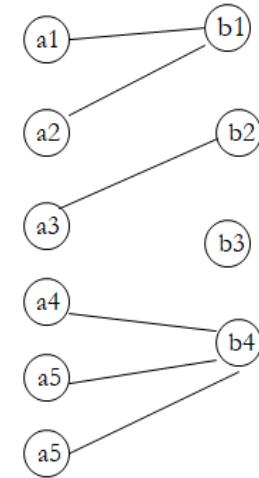
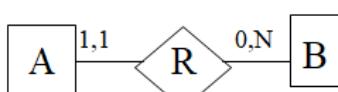
Association de type N-M (*many-to-many*)

47

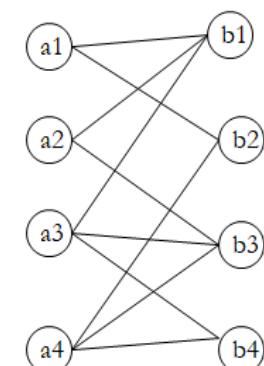
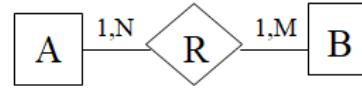
Association : combinaisons cardinalités



One-to-one



One-to-many



Many-to-many

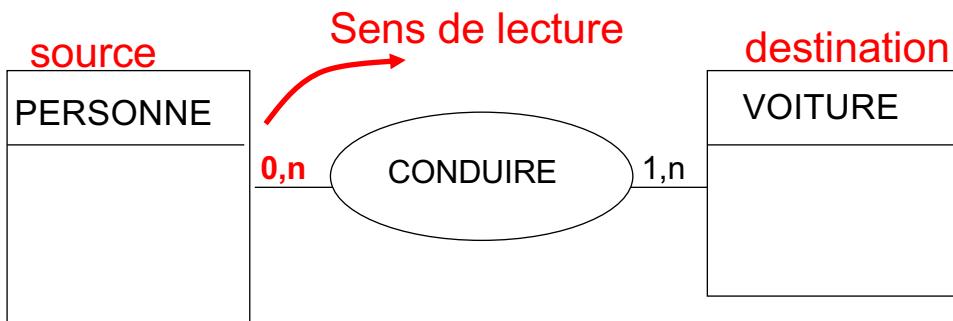
48

Association : cardinalités

CONDUIRE(PERSONNE [0,n], VOITURE [1,n])

Une personne conduit 0 à n voitures; une voiture est conduite par 1 à n personnes.

Représentation graphique :



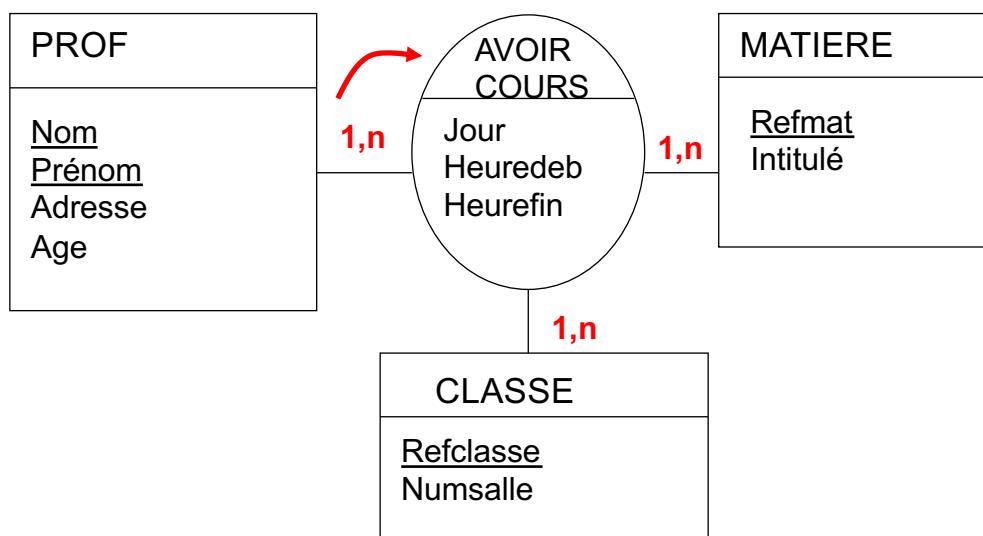
!! Dans les méthodes anglo-saxonnes la cardinalité est placée du côté opposé à l' entité source !!

49

Association : cardinalités

COURS(MATIERE [1,n], CLASSE [1,n], PROF[1,n])

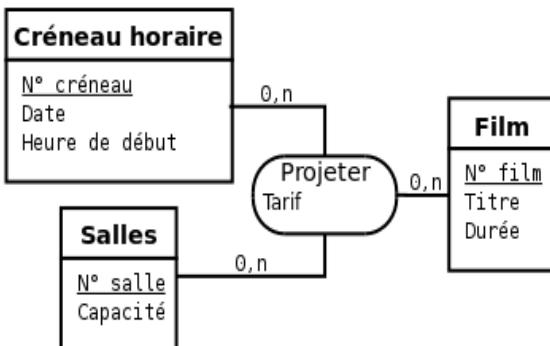
Un prof a 1 à n cours dans la semaine, une matière a 1 à n cours dans la semaine, une classe a 1 à n cours dans la semaine.



50

Association : cardinalités

Décomposition d'une association n-aire



Exemple de type association ternaire entre des types entité Créneau horaire, Salle et Film

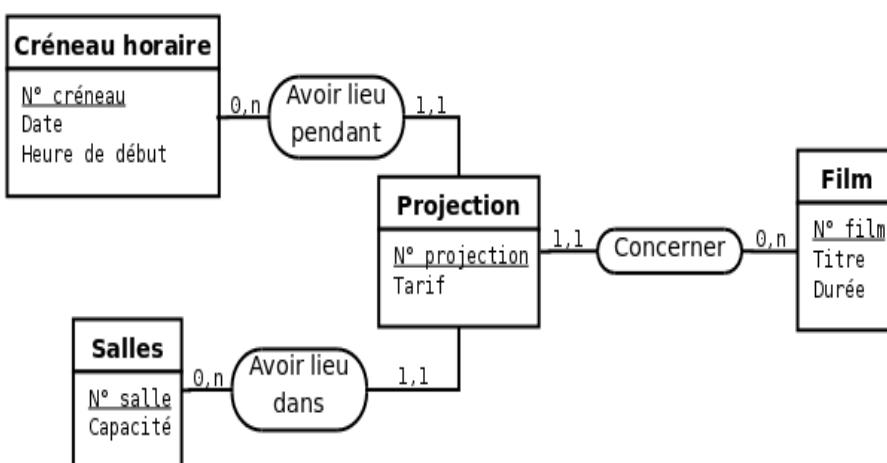
Il est toujours possible de s'affranchir d'un type association n-aire ($n > 2$) en se ramenant à des types association binaires de la manière suivante :

- On remplace le type association n-aire par un type entité et on lui attribut un identifiant.
- On crée des types association binaire entre le nouveau type entité et tous les types entité de la collection de l'ancien type association n-aire.
- La cardinalité de chacun des types association binaires créés est 1..1 du côté du type entité créé (celui qui remplace le type association n-aire), et 0..n ou 1..n du côté des types entité de la collection de l'ancien type association n-aire.

51

Association : cardinalités

Décomposition d'une association n-aire

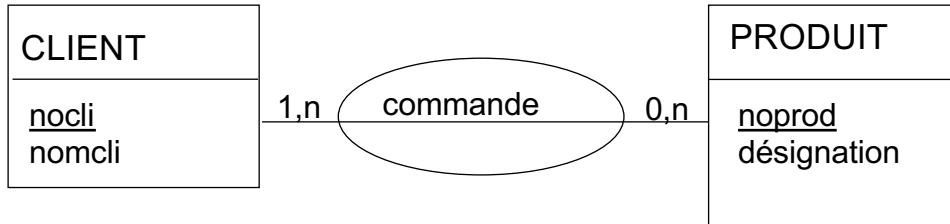


Ce schéma illustre le résultat de cette transformation,
L'avantage du schéma est de rendre plus intelligible la lecture des cardinalités.
Ce mécanisme, de passage d'un type association n-aire ($n > 2$) à un type entité et n type association binaires est tout à fait réversible

52

Difficultés: choix entre entité et association ?

1) Solution avec association

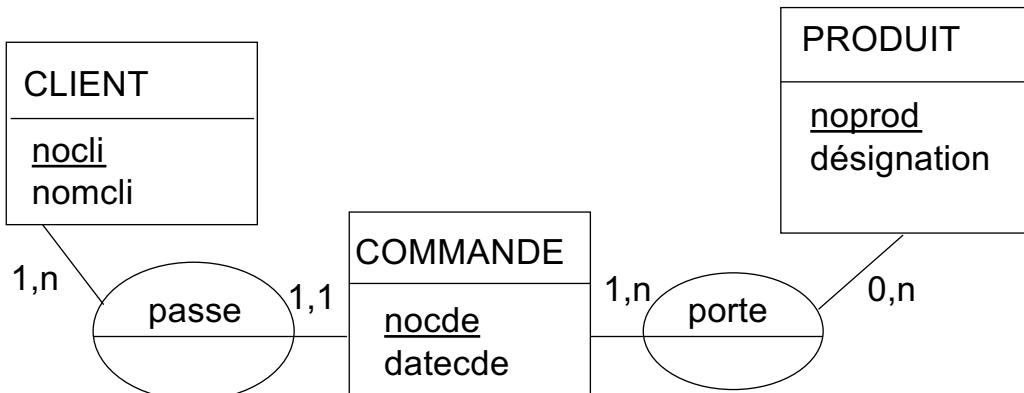


- Dans cette première solution la commande n'est pas une entité gérée pour elle même. Elle existe tant que le client et le produit existent.
- Cela peut être le SI du domaine «fabrication» : on a juste besoin de savoir que les produits sont destinés à des clients.

53

Difficultés: choix entre entité et association ?

2) Solution avec entité



- Dans cette seconde solution, les commandes sont identifiées (identifiant nocde) et décrites : on les gère en tant que telles. Elles peuvent être conservées même si le produit ou le client n' existent plus.
- Ce modèle peut être le SI du domaine financier.

54

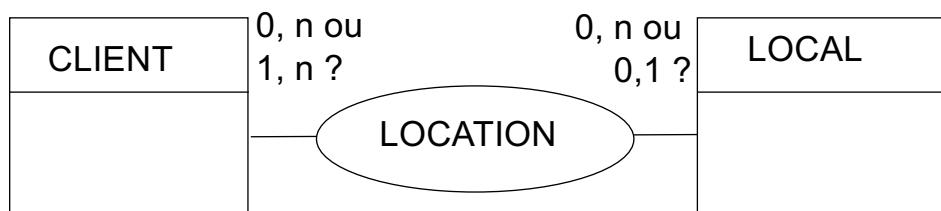
Difficultés: choix entre entité et association ?

Quelques « critères » de choix

- Une entité a une **existence propre** et un **identifiant**.
- Une association n'existe que si ses extrémités existent et n'a pas d'identifiant explicite
- Une entité peut être associée à d'autres entités, une association non

55

Difficultés : choix des cardinalités ?



- Un client peut-il avoir 0 location ? Est-ce encore un client ?
- Un local peut-il être loué plusieurs fois ? Non si la base représente une situation instantanée et si le local n'est pas partageable. Oui si on gère un historique ou si le local est partageable.
- Les cardinalités sont élément essentiel pour définir la sémantique (signification) des données, pas une « décoration » accessoire. Derrière cette notion on trouvera des contrôles (par le SGBD ou les programmes).

56



Pour une situation donnée, il n'existe pas une «solution» unique.

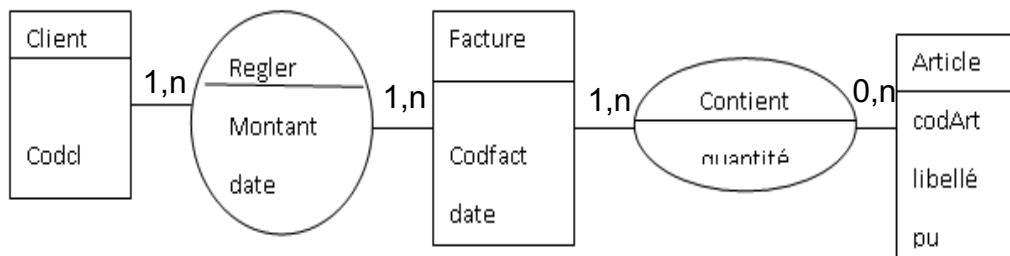
Le « bon modèle » est celui qui est accepté par les personnes concernées par le projet

57

Exercices d'application

Exercice 1: Règles de gestion

Extraire les règles de gestion responsable du M C D



58

Vérification et Normalisation

Contrôler la qualité du modèle vis-à-vis :

- ✓ des fondements du modèle d'une part (règles de vérification),
- ✓ de la redondance de données d'autre part (règles de normalisation).

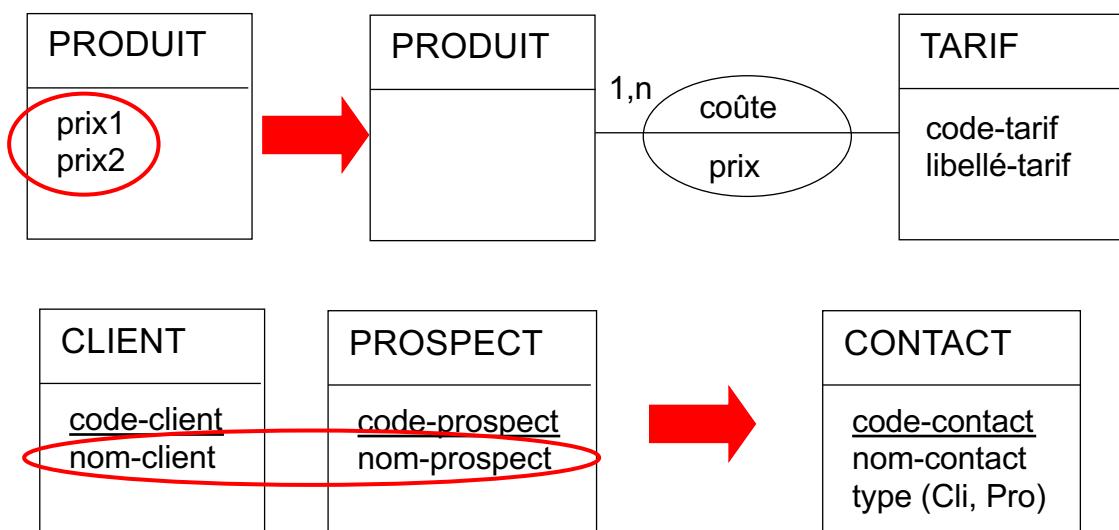
Permet de détecter certaines incohérences dans la construction des modèles.

1. Règles Générales

- Toute propriété doit apparaître une seule fois dans un modèle.
Il faut éliminer la redondance des propriétés dans la même entité (avec des noms différents) ou dans des entités distinctes

59

Vérification et Normalisation



Pas d'héritage dans le modèle E/A de base !

- Toutes les propriétés identifiées doivent apparaître dans le modèle.

60

Vérification et Normalisation

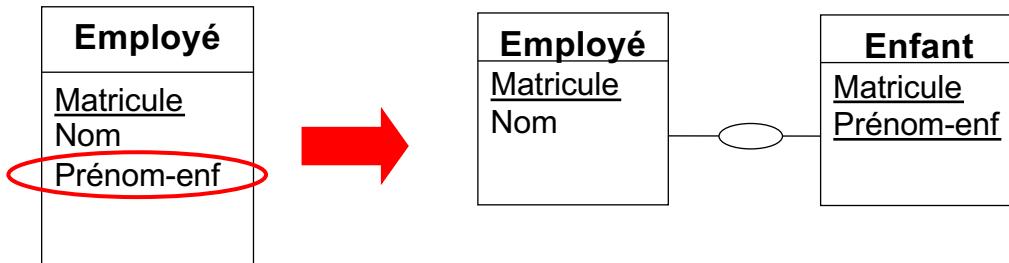
2. Règles sur les entités

2.a Règle de l'identifiant

Toutes les entités ont un identifiant.

2.b Règle de vérification des entités

Pour une occurrence d'une entité, chaque propriété ne prend qu'une seule valeur; MONO-VALUEE



On décompose l'entité Employé en deux entités : Employé, et Enfant

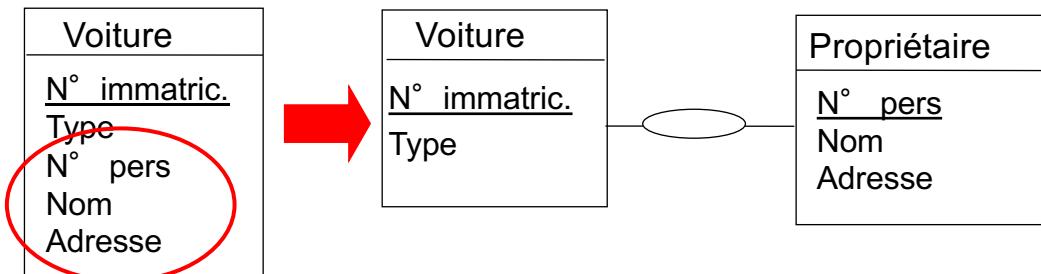
61

Vérification et Normalisation

2.c Règles de normalisation des entités

a) Les dépendances fonctionnelles (DF) entre les propriétés d'une entité doivent vérifier la règle suivante : **toutes** les propriétés de l'entité dépendent fonctionnellement de l'identifiant **et uniquement** de l'identifiant.

Rappel : \exists une DF $X \rightarrow Y$ si à une valeur de X correspond une et une seule valeur de Y (réciproque pas vraie).

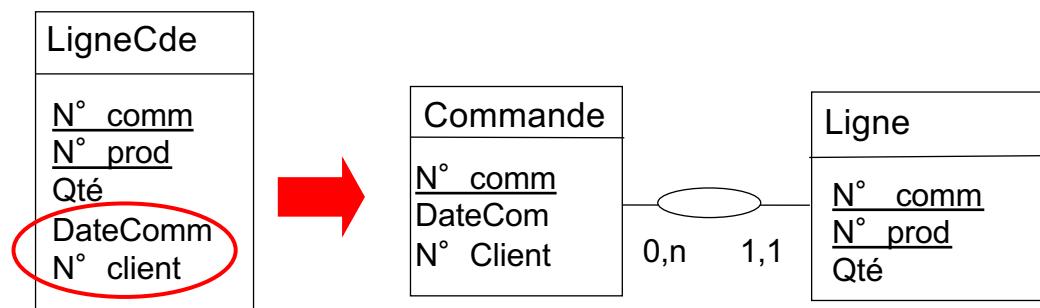


La DF: $N° pers \rightarrow Nom, Adresse$ contredit la règle.

62

Vérification et Normalisation

b) Une partie de l'identifiant ne peut pas déterminer certaines propriétés.



La DF $n^{\circ}\text{-}comm \rightarrow date\text{-}comm, n^{\circ}\text{-}client$ contredit la règle. On décompose l'entité LigneCde en deux entités.

63

Vérification et Normalisation

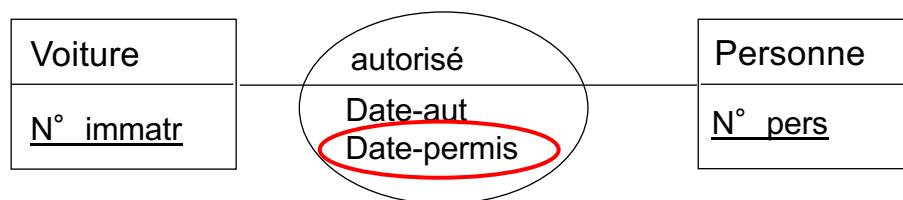
3. Règles sur les associations

3.a Règle de vérification des associations

Pour une occurrence d'association, chaque propriété ne prend qu'une seule valeur.

3.b Règle de normalisation sur les propriétés des associations

Toutes les propriétés de l'association doivent dépendre fonctionnellement de tous les identifiants des entités portant l'association, et uniquement d'eux.



$N^{\circ}\text{-}pers \rightarrow Date\text{-}permis$ pose problème (donc déplacer Date-permis vers Personne)

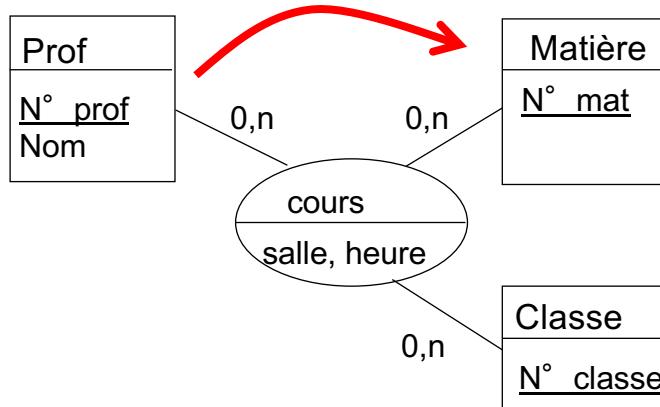
64

Vérification et Normalisation

3.c La décomposition des associations n-aires

Il faut garder un minimum d'associations d'arité > 2.

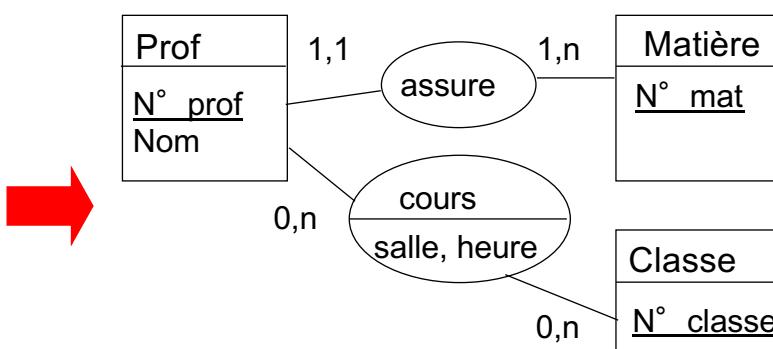
Si on observe une DF entre deux identifiants, on peut décomposer l'association n-aire.



Une éventuelle DF $N^{\circ} \text{ prof} \rightarrow N^{\circ} \text{ mat}$ (c.à.d. si un prof enseigne une seule matière) conduit à la décomposition :

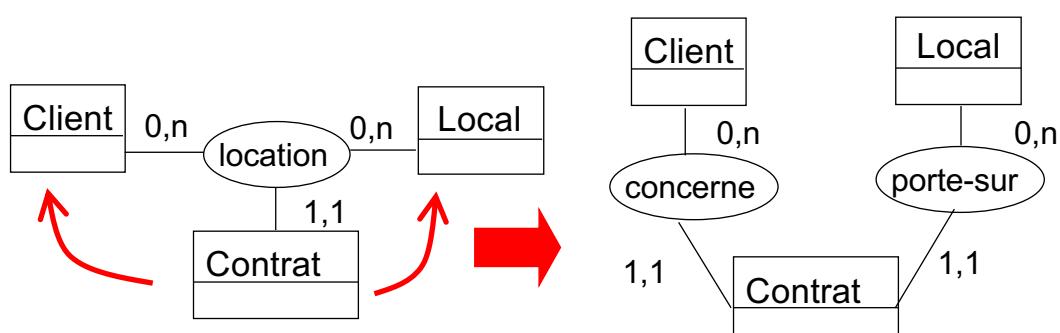
65

Vérification et Normalisation



C'est le cas, quand une patte a une cardinalité 1,1.

Par exemple à 1 contrat est associé un client et un local :

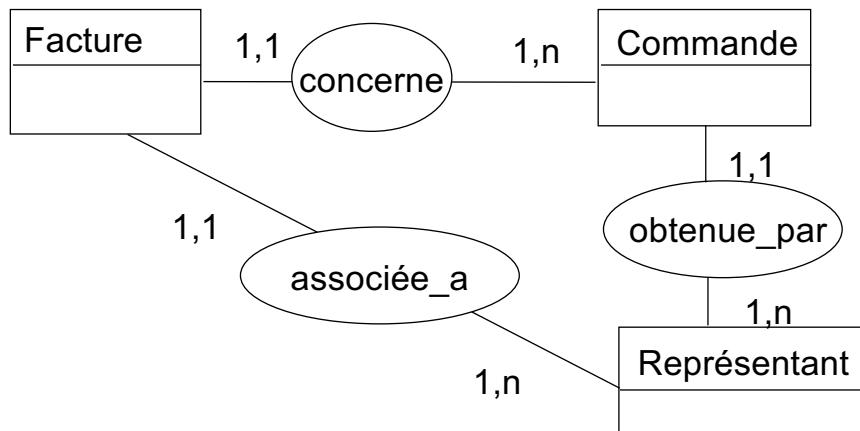


66

Vérification et Normalisation

3.d La suppression des associations transitives

Toute association pouvant être obtenue par transitivité de n autres associations peut être supprimée. La transitivité s'évalue en fonction de la **signification** des associations.



On supprime l'association *associée_a*, car elle peut être obtenue par transitivité sur les associations *concerne* et *obtenue_par*

67

Quelques contraintes d'intégrité importantes

Les CI définissent des propriétés qui doivent être vérifiées par les données de la base.

1. Contraintes intégrées au modèle E/A

1.a Contrainte d'identifiant

Les valeurs prises par l'identifiant sont uniques (dans le temps) et toujours définies.

Ex : identifiant de l'entité PERSONNE

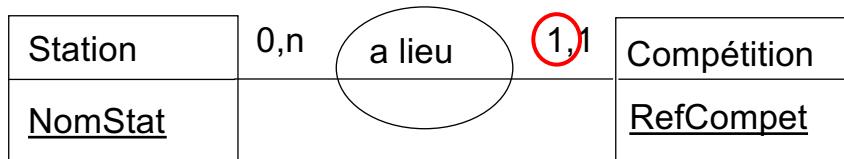
- nom + prénom pas suffisant
- n° téléphone pas stable dans le temps
- n°SS réglementé (autorisation de la CNIL car danger de rapprochement de fichiers)

1.b Contraintes de cardinalité

Les cardinalités portées par les entités membres d'association imposent des nombres minis et maxis d'occurrence dans l'association.

68

Quelques contraintes d'intégrité importantes



Une cardinalité mini de 1 rend l'existence d'une occurrence d'entité dépendante de l'existence d'une occurrence d'une autre entité.

Une compétition ne peut exister que si la station où elle se déroule existe.

Une station peut exister de manière indépendante de toute compétition.

69

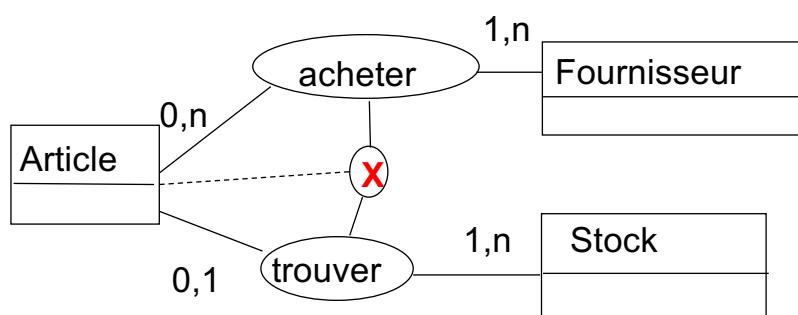
Quelques contraintes d'intégrité importantes

2. Contraintes extensions du modèle E/A

Exemple : contraintes de participation des entités aux associations.

2.a Exclusivité de participation d'une entité à plusieurs associations

Si l'entité E participe à l'association A1, elle ne peut participer à l'association A2.



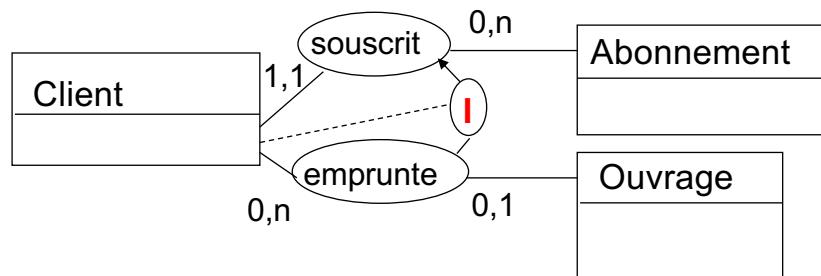
Un Article est soit acheté auprès d'un fournisseur, soit figure dans le Stock

70

Quelques contraintes d'intégrité importantes

2.b Inclusion de participation d'une entité à plusieurs associations

La participation d'une entité E à une association A1 implique sa participation à l'association A2.



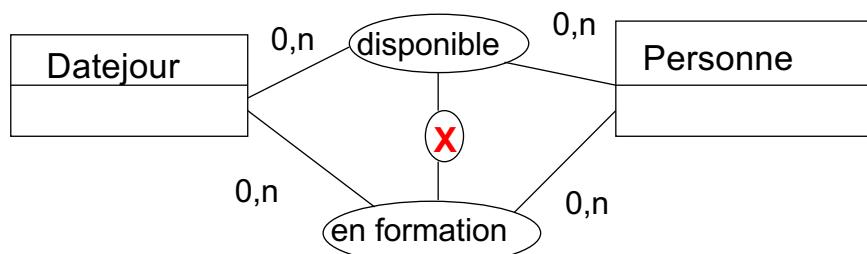
La participation de *client* dans l'association *emprunte* implique sa participation à l'association *souscrit*.

71

Quelques contraintes d'intégrité importantes

2.c Exclusion de participation entre associations

Il y a exclusion de participation entre associations si la participation des entités à l'association A1 exclut leur participation à l'association A2.



Une personne à une même date ne peut pas figurer simultanément dans les deux associations: *disponible* et *en formation*.

72

À retenir...

Entités

Règle 1 Existence d' un identifiant pour chaque entité

Règle 2 Pour chaque occurrence d' une entité, chaque propriété ne peut prendre qu' une valeur

Règle 3 Toutes les propriétés doivent être élémentaires (non décomposables)

Règle 4 Toutes les propriétés autres que l' identifiant doivent dépendre pleinement et directement de l' identifiant

Associa
-tion

Règle 5 A chaque occurrence d' une association correspond une et une seule occurrence de chaque entité qui participe à la relation

Règle 6 Pour chaque occurrence de l' association, il ne peut exister qu' une et une seule valeur pour chaque propriété de l' association

Règle 7 Toutes les propriétés d' une association doivent dépendre pleinement de l' identifiant de la relation.

FIN CHAPITRE 2