

# Dépendances Fonctionnelles et Normalisation

# Introduction

- Une mauvaise conception des entités et associations représentant le monde réel modélisé conduit à des relations problématiques
- Une redondance des données conduit à des risques d'incohérences lors des mise à jour
- Il s'agit d'éliminer toute anomalie afin de faciliter la manipulation des relations

## ⇒ Normalisation des relations

= Eclatement d'une relation donnée en plusieurs relations normalisées.

# Normalisation

Définition d'un schéma relationnel afin d'éviter:

- La redondance des données
- Les incohérences lors des mises à jour
- Les anomalies lors des suppressions et/ou des insertions
- La normalisation repose sur :
  - *L'analyse des dépendances entre attributs*
  - *Décomposition des relations sujettes à redondance*

## Exemple:

La relation COMMANDE (NOPIECE, QUANTITE, NOMFOUR, ADRESSE).

NOPIECE	QUANTITE	NOMFOUR	ADRESSE
101	10	KADER	5, RUE TAZOULT, BATNA
102	20	ABED	AIN MLILA
101	30	BENMOHAMED	CONSTANTINE
103	10	KADER	5, RUE TAZOULT, BATNA

**Anomalies de modification :** si l'on souhaite mettre à jour l'adresse d'un fournisseur, il faut le faire pour tous les tuples concernés.

**Anomalies d'insertion :** pour introduire le nom et l'adresse d'un fournisseur, il faut également fournir une valeur pour chacun des attributs NOPIECE et QUANTITE, ou introduire des valeurs nulles, ce qui pose d'autres problèmes.

**Anomalies de suppression :** par exemple, la suppression de la commande de la pièce n° 102 fait perdre toute information concernant le fournisseur ABED

# Dépendance Fonctionnelle

Un attribut ou groupe d'attributs Y d'une relation dépend fonctionnellement de X si **à toute valeur de X correspond une valeur unique de Y** (on dit que Y est déterminé par X)

**NOTATION** :  $X \rightarrow Y$  (X détermine Y ou Y dépend fonctionnellement de X)

**Dans une relation, tout attribut est en DF avec la clé primaire**

**Exemple1:**

PRODUIT (Ref\_prod, Libelle\_Prod, PU)

Ref\_prod  $\rightarrow$  Libellé\_prod

Ref\_prod  $\rightarrow$  PU

**Exemple2:**

Evaluation (Matricule, nom, prénom, niveau, module, note\_module)

Contient les DFs suivantes :

Matricule  $\rightarrow$  nom, prénom, niveau

Matricule, module  $\rightarrow$  note\_module

## Dépendance Fonctionnelle Élémentaire:

Une Dépendance fonctionnelle  $X \rightarrow Y$  est élémentaire si pour tout  $C \subset X$  la dépendance fonctionnelle  $C \rightarrow Y$  n'est pas vraie. En d'autres termes,  $Y$  ne dépend pas fonctionnellement d'une partie de  $X$  ( $X$  est la plus petite quantité d'information donnant  $Y$ ).

### Exemple:

$\text{Ref\_Prod}, \text{Libelle\_Prod} \rightarrow \text{PU}$  n'est pas élémentaire car

$\text{Ref\_prod} \rightarrow \text{PU}$

## Dépendance Fonctionnelle Directe

Soient  $X, Y$  deux attributs.  $X \rightarrow Y$  est une dépendance fonctionnelle directe s'il n'existe pas un attribut  $Z$  qui engendrerait une DF transitive  $X \rightarrow Z$  et  $Z \rightarrow Y$ .

### Exemple 1:

$\text{Num\_client} \rightarrow \text{Nom\_Client}$  ; **est directe**

$\text{Num\_commande} \rightarrow \text{Num\_Client}$  ; **est directe**

$\text{Num\_commande} \rightarrow \text{Nom\_client}$ ; **n'est pas Directe car**

$\text{Num\_commande} \rightarrow \text{Num\_Client} \rightarrow \text{Nom\_client}$

# Les dépendances fonctionnelles:

Exemple:

Soit la relation  $R(\text{Etudiant}, \text{Module}, \text{Prof}, \text{Institut})$  modélisant la réalité suivante:

- Un étudiant suit un seul module donné dans un seul institut.
- Un étudiant suit un module donné avec un seul professeur.
- Un professeur n'enseigne qu'un seul module.

Exprimer cette réalité à l'aide de dépendances fonctionnelles?

# Propriétés Des Dépendances

## Fonctionnelles « Axiomes d'Armstrong »:

- **Réflexivité** :  $U \subseteq X \Rightarrow X \rightarrow U$
- **Augmentation** :  $X \rightarrow Y \Rightarrow XZ \rightarrow YZ$
- **Transitivité** :  $X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow Z$
- **Décomposition** :  $X \rightarrow Y, Z \subseteq Y \Rightarrow X \rightarrow Z$
- **Union** :  $X \rightarrow Y, X' \rightarrow Y' \Rightarrow XX' \rightarrow YY'$

## Exemple :

Démontrer que  $AD \rightarrow BE$  en ayant les dépendances fonctionnelles suivantes :

$$A \rightarrow B$$

$$B, C \rightarrow D$$

$$A, C \rightarrow E$$

$$D \rightarrow E$$

## Démonstration:

$$A \rightarrow B \text{ par augmentation avec } D \Rightarrow AD \rightarrow BD(1)$$

$$D \rightarrow E \text{ par augmentation avec } B \Rightarrow BD \rightarrow BE (2)$$

$$\text{par transitivité } \Rightarrow AD \rightarrow BE$$

# Les Formes Normales

Les formes normales ont été définies pour permettre la décomposition des relations sans perte d'informations en utilisant la notion de dépendance fonctionnelle. Dans ce cours nous présenterons les trois premières formes normales.

## 1. Première Forme Normale (1FN)

Une relation R est en première forme normale si:

- Elle possède une clé
- Tous ses attributs sont **atomiques**: c'est à dire n'ayant à un instant donné qu'une seule valeur ou ne regroupant pas un ensemble de valeurs.

### Exemple1:

Patient (Num\_patient, Nom\_patient, date\_Naissance, sexe) est 1FN

Patient((Num\_patient, Nom\_patient, date de Naissance, sexe,  
dates\_consultations) **n'est pas 1FN**

**Dates\_consultations** est un ensemble de valeurs

### Exemple2:

Pilote(ID, Nom, Avions)

456, Ali, [A330, A380]

**Pilote n'est pas en 1FN, l'attribut avions n'est pas atomique.**

# Comment normaliser en 1FN

- S'assurer que la relation R possède une clé primaire sinon la définir
- Si R possède un attribut décomposable éclater cet attribut en un ensemble d'attributs atomiques

**Exemple:** Adresse → Num, RUE, VILLE

- Si R possède un attribut multivalué:
  - Créer une relation nouvelle comportant la clé primaire de la relation initiale et l'attribut multivalué, puis éliminer l'attribut multivalué de la relation initiale.

**Exemple:** Patient(Num\_patient, Nom\_patient, Date\_Naissance, sexe, dates\_consultations) n'est pas en 1FN

**Décomposition :**

Patient(Num\_patient, Nom\_patient, date\_Naissance, sexe)

Consultation (Num\_Patient, dates\_consultations)

# Comment normaliser en 1FN

**Exemple:** Livre (code, titre, année, auteurs) n'est pas en 1FN

code	titre	année	auteurs
100	Principe des SE	2000	CROCUS KRACOVIAK

**Décomposition:**

Livre (code ,titre, année)

Auteur (code, auteur)

**Livre**

code	titre	année
100	Principe des SE	2000

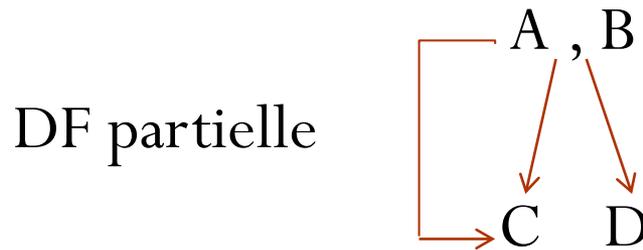
**Auteur**

code	auteurs
100	CROCUS
100	KRACOVIAK

## 2. Deuxième Forme Normale (2FN)

Une relation R est en deuxième forme normale (2FN) si et seulement si

- Elle est en 1FN,
- Et que tout attribut n'appartenant pas à une clé dépend de la clé par une dépendance fonctionnelle élémentaire (ne dépend pas d'une partie d'une clé)



**Exemple:** enseignement(num-ens,code-mod,nom-ens, Vol-horaire)

Cette relation n'est pas en 2FN: Num-ens  $\rightarrow$  nom-ens DF partielle

# Normaliser en 2FN

- Soit  $A \rightarrow C$  la DF qui pose problème (A est une partie de la clé )
- Isoler la DF partielle dans une nouvelle relation  $R' (A,C)$  ;
- Eliminer la cible (C) dans la relation initiale

## Exemple1:

Enseignement (num-ens, code-mod, Vol-horaire)

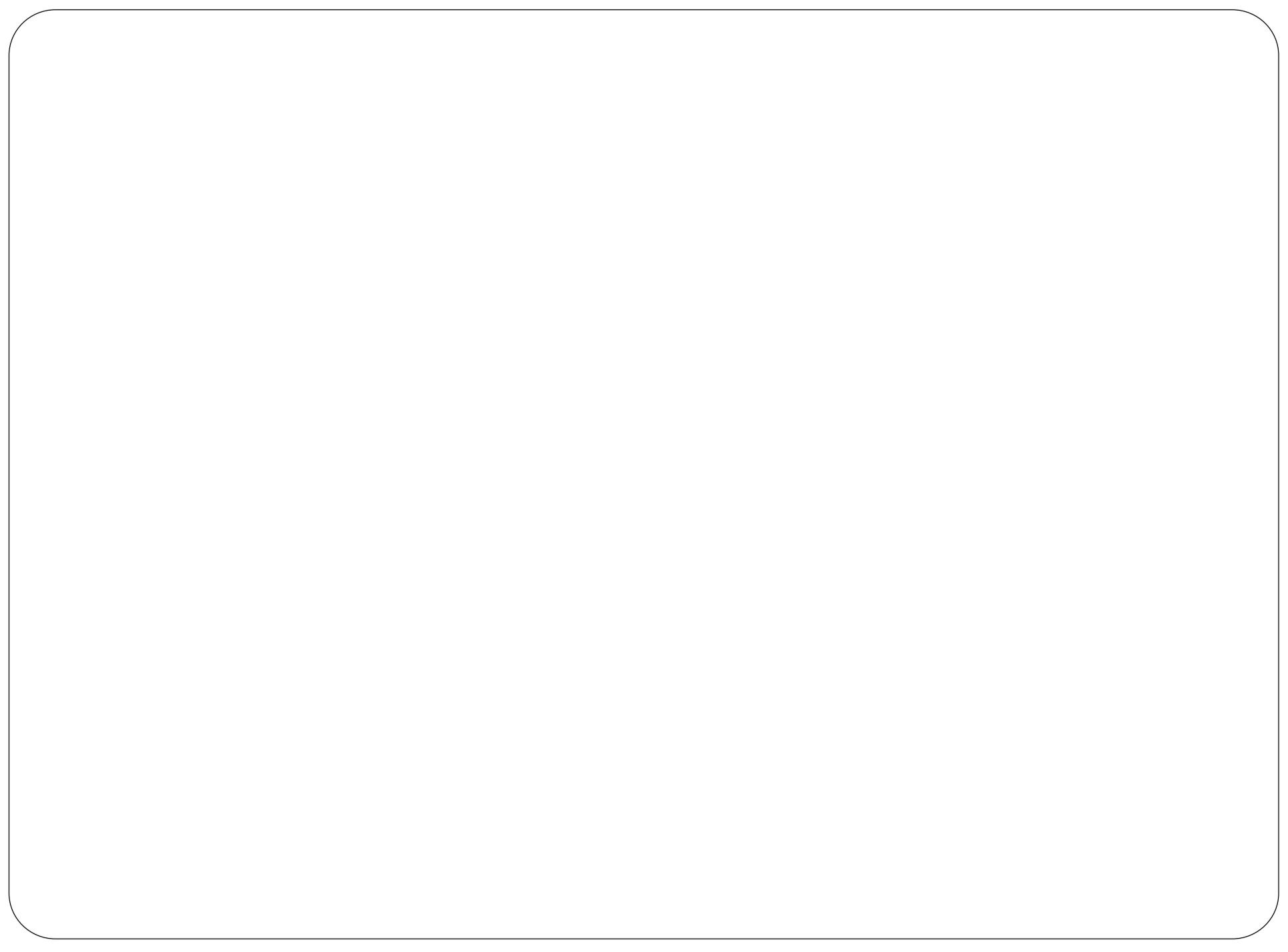
Enseignant (num-ens, nom-ens)

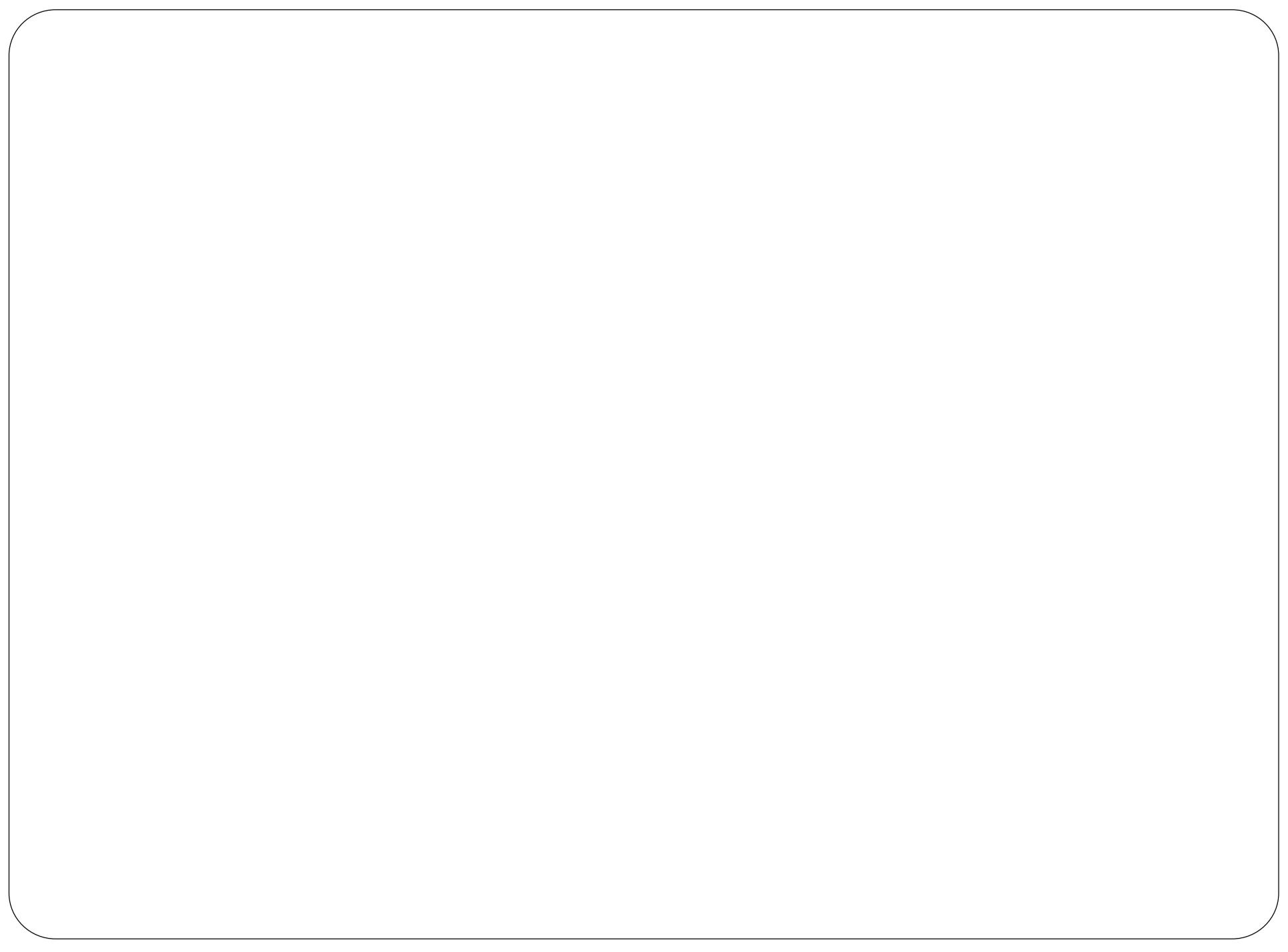
## Exemple2:

Article\_cmde (num-cmde, num-article, designation, qté) est-elle 2FN?

**Une relation en 1 FN dont la clé est simple (mono-attribut)  
est forcément en 2FN**







# Normaliser en 3FN

- Soit  $x \rightarrow y$  la DF transitive ( $x$  et  $y$  sont des attributs hors clé );
- Isoler la DF  $x \rightarrow y$  dans une nouvelle relation  $R' (X, Y)$  ;
- Eliminer la cible de la DF ( $y$ ) dans la relation initiale

## Exemple:

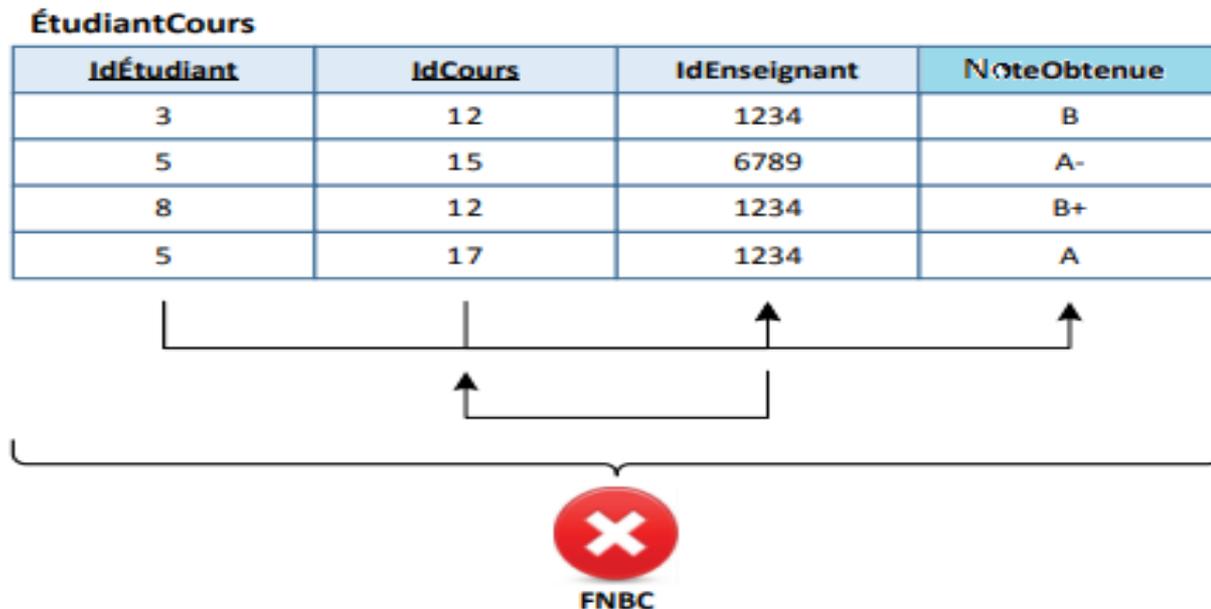
Commande (num-cmde, date, num-cl)

Client(num-cl, nom-cl)

## 4. Forme normale de Boyce Codd: FNBC

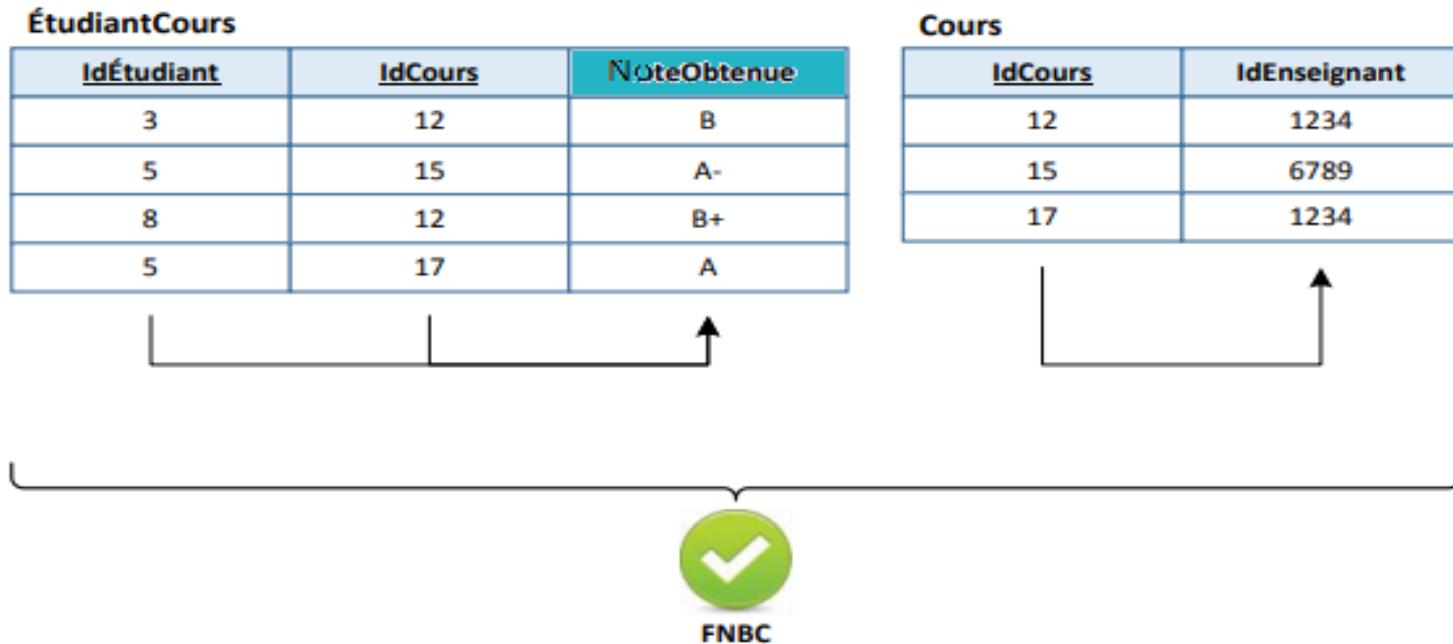
Une relation est en forme normale de Boyce-Codd si et seulement si:

- Elle est en 3ème forme normale
- Tous les attributs non-clé ne sont pas source de dépendance vers une partie de la clé (aucun attribut membre de la clé ne dépend fonctionnellement d'un attribut non membre de la clé).



## Normaliser en FNBC

- Isoler la DF qui pose problème dans une nouvelle relation
- Eliminer la cible de DF problématique et la remplacer par sa source dans la relation initiale



# Résumé normalisation

- Relation avec une clé, qui permet de distinguer chaque occurrence
- Des attributs atomiques (1FN)
- En dépendance de TOUTE la clé (2FN),
- Et RIEN QUE de la clé (3FN)

Il existe d'autres formes normales :

- La 4 et 5ème forme normale.

## Exercice:

Chaque année universitaire, un étudiant est placé dans un groupe qui pour une matière donnée, a un professeur unique. Les professeurs n'interviennent que dans une seule matière tout au long de leur carrière.

Soit la relation Cours (Année, Etudiant, Groupe, Professeur, Matière) et ses DFs:

Année, Etudiant  $\rightarrow$  Groupe qui indique que chaque année, un étudiant appartient à un seul groupe.

Groupe, Matière  $\rightarrow$  Professeur qui indique qu'un seul professeur est affecté à un groupe pour une matière donnée.

Professeur  $\rightarrow$  Matière qui indique qu'un professeur n'enseigne qu'une seule matière

- Donnez toutes les clés candidates de la relation Cours.
- Quelle est la forme normale de R.

- Les clés sont:

Les dépendances fonctionnelles donnent :  $C1 = \{\text{Etudiant, Année, Professeur}\}$  et  $C2 = \{\text{Etudiant, Année, Matière}\}$

- Non 2NF : La clef  $\{\text{Etudiant, Année, Professeur}\}$  contient  $\text{Professeur} \rightarrow \text{Matière}$
- Décomposition:

$\text{Etudiant, Année} \rightarrow \text{Groupe}$  donne Inscrits (Etudiant, Année, Groupe) 3NF

$\text{Groupe, Matière} \rightarrow \text{Professeur}$  donne Répartition (Groupe, Matière, Professeur) 3NF