

2 Dépendances fonctionnelles

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 1

- Les dépendances fonctionnelles servent à exprimer des propriétés entre les attributs d'une relation que l'on souhaite maintenir vraies durant toute la durée de vie de la base de données.

Définition

- Etant donnée une relation R ayant pour schéma $R (A_1, A_2, \dots, A_n)$ et soient X et Y des sous-ensembles d'attributs de (A_1, A_2, \dots, A_n) ,
- on dit que $X \longrightarrow Y$ (X détermine Y ou bien Y dépend fonctionnellement de X)
- si pour toute extension de R , et quelque soient les tuples t_1 et t_2 de cette extension on a:

$$\bullet \text{ Si } \prod X(t_1) = \prod X(t_2) \Rightarrow \prod Y(t_1) = \prod Y(t_2)$$

\prod est le symbole de l'opération de projection

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 2



Les dépendances fonctionnelles sont des **assertions sur le monde réel** qu'on tente de modéliser.

- Elles définissent les propriétés que doivent vérifier les attributs entre eux

⇒ il est donc incorrecte de vouloir les déduire à partir d'une extension de la relation.

Propriétés des dépendances fonctionnelles

- Les dépendances fonctionnelles possèdent trois propriétés fondamentales qu'on appelle couramment **les axiomes d'Armstrong** car mises en évidence par W. Armstrong.
- En supposant que **X, Y, Z**, sont trois ensembles d'attributs, il est utile de faire les remarques suivantes avant d'énoncer les propriétés :

➤ En supposant que **X, Y, Z**, sont trois ensembles d'attributs, il est utile de faire les remarques suivantes avant d'énoncer les propriétés :

✦ **L'écriture X, Z** est une écriture simplifiée de l'union ensembliste des deux ensembles d'attributs X **et** Z.

⇒ Ceci veut dire que l'écriture **X, Z** devra être interprétée comme **$X \cup Z$** .

✦ L'union ensembliste est un opérateur **associatif et commutatif** :

- $((X \cup Y) \cup Z) = (X \cup (Y \cup Z))$
- $X \cup Z = Z \cup X$

1- Réflexivité

Si $X \subseteq Y \Rightarrow Y \longrightarrow X$

Exemple :

$A \subseteq A, B \Rightarrow A, B \longrightarrow A$

$B \subseteq A, B \Rightarrow A, B \longrightarrow B$

Nom \subseteq Nom, Prénom \Rightarrow Nom, Prénom \longrightarrow **Nom**

Prénom \subseteq Nom, Prénom \Rightarrow Nom, Prénom \longrightarrow **Prénom**

2-Transitivité

Si $X \longrightarrow Y$ et $Y \longrightarrow Z \Rightarrow X \longrightarrow Z$

Exemple :

$A, B \longrightarrow C$ et $C \longrightarrow D \Rightarrow A, B \longrightarrow D$

Nom, Prénom \longrightarrow Tél et Tél \longrightarrow Adresse \Rightarrow

Nom, Prénom \longrightarrow Adresse

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 7

3- Augmentation

Si $X \longrightarrow Y \Rightarrow \forall Z \quad X, Z \longrightarrow Y, Z$

Exemple :

$A, B \longrightarrow C \Rightarrow A, B, D \longrightarrow C, D$

Nom, Prénom \longrightarrow Age \Rightarrow

Nom, Prénom, Tél \longrightarrow Age, Tél

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 8

➤ A partir de ces **3 axiomes** de base, on peut **déduire** facilement **d'autres propriétés** très utiles en pratiques.

➤ Les plus remarquables sont :

4- Union des parties droites

Si $X \longrightarrow Y$ et $X \longrightarrow Z \Rightarrow X \longrightarrow Y, Z$

Exemple :

$A \longrightarrow C$ et $A \longrightarrow D \Rightarrow A \longrightarrow C, D$

Nom, Prénom \longrightarrow Age et Nom, Prénom \longrightarrow Tél

\Rightarrow

Nom, Prénom \longrightarrow Age, Tél

5- Décomposition

Si $X \longrightarrow Y, Z \Rightarrow X \longrightarrow Y$ et $X \longrightarrow Z$

Exemple :

$A \longrightarrow C, D \Rightarrow A \longrightarrow C$ et $A \longrightarrow D$

Numéro \longrightarrow Nom, Prénom \Rightarrow

Numéro \longrightarrow Nom et Numéro \longrightarrow Prénom

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 11

6- Pseudo Transitivité

Si $X \longrightarrow Y$ et $Y, W \longrightarrow Z \Rightarrow X, W \longrightarrow Z$

Exemple :

$A \longrightarrow C$ et $B, C \longrightarrow D \Rightarrow A, B \longrightarrow D$

Nom, Prénom \longrightarrow Adresse et

Tél, Adresse \longrightarrow Père \Rightarrow

Nom, Prénom, Tél \longrightarrow Père

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 12

7- Distributivité par rapport à l'union

$$\text{Si } X \longrightarrow U \Rightarrow \forall u_i \subseteq U \quad X \longrightarrow u_i$$

c'est une généralisation de la décomposition


Exemple :

$$A \longrightarrow C, D, E, F \Rightarrow$$

$$A \longrightarrow C \text{ et } A \longrightarrow D \text{ et } A \longrightarrow E \text{ et } A \longrightarrow F$$

$$A, B \longrightarrow C, D, E \Rightarrow$$

$$A, B \longrightarrow C \text{ et } A, B \longrightarrow D \text{ et } A, B \longrightarrow E$$

 Les propriétés 4 5 6 et 7 peuvent être démontrées à partir des axiomes d'Armstrong

Dépendance fonctionnelle élémentaire

- une dépendance de la forme : $X \longrightarrow A$

ou

- A est un **attribut unique non inclus** dans X
($A \not\subset X$)
- $\forall X' \subset X$, il n'existe pas de d.f. $X' \longrightarrow A$.

\Rightarrow une d.f. est élémentaire si elle n'est pas obtenue par **augmentation** de sa partie gauche.

exemple :

Si on considère les deux D.F. :

(NUMERO, NOM) \longrightarrow ADRESSE (1)

NUMERO \longrightarrow ADRESSE (2)

➤ la D.F. (NUMERO, NOM) \longrightarrow ADRESSE est une D.F. **non élémentaire**

car NUMERO \subset (NUMERO, NOM)

et il existe la D.F. NUMERO \longrightarrow ADRESSE.

➤ Par contre la D.F. NUMERO \longrightarrow ADRESSE est une D.F. **élémentaire** car elle vérifie les propriétés d'une D.F. élémentaire.

Dépendance fonctionnelle transitive

➤ une d.f. de la forme : $X \longrightarrow A$

ou

- A est un attribut unique non inclus dans X ($A \not\subset X$),
- $\exists Y \not\subset X, X \longrightarrow Y$ et $Y \longrightarrow A$ et $Y \not\rightarrow X$

⇒ Dans ce cas, on dit aussi que **A est transitivement dépendant de X .**

✎ Dans le cas où **A n'est pas** transitivement dépendant de X , on dit que **A est directement dépendant de X** (d.f. directe).

exemple :

➤ Si on considère les D.F. :

- ① $A \longrightarrow B$ ② $B \longrightarrow C$ ③ $A \longrightarrow C$
- ④ $D \longrightarrow B$ ⑤ $D \longrightarrow C$ ⑥ $B \longrightarrow D$

➤ La D.F. $A \longrightarrow C$ est transitive car

➤ $\exists B \not\subset A$ tel que $A \longrightarrow B$ et $B \longrightarrow C$ et $B \not\rightarrow A$

➤ La D.F. $D \longrightarrow C$ n'est pas transitive car

➤ $\exists B \not\subset D$ tel que $D \longrightarrow B$ et $B \longrightarrow C$

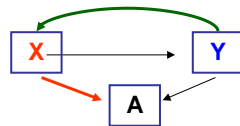
➤ mais $B \longrightarrow D$

Dépendance fonctionnelle directe

- une d.f de la forme : $X \longrightarrow A$

ou :

- A est un attribut unique non inclus dans X
($A \notin X$)
- $\forall Y \notin X$, si $X \longrightarrow Y$ et $Y \longrightarrow A$
- alors la d.f. $Y \longrightarrow X$ existe aussi



Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 19

exemple :

Si on considère les D.F. :

- ① $A \longrightarrow B$ ② $B \longrightarrow C$ ③ $A \longrightarrow C$
④ $D \longrightarrow B$ ⑤ $D \longrightarrow C$ ⑥ $B \longrightarrow D$

- La D.F. $A \longrightarrow C$ n'est pas directe car pour $B \notin A$ on a :
 - $A \longrightarrow B$ et $B \longrightarrow C$ mais $B \longrightarrow A$ n'existe pas
- La D.F. $D \longrightarrow C$ est directe puisque pour $B \notin D$ on a :
 - $D \longrightarrow B$ et $B \longrightarrow C$ et on a bien $B \longrightarrow D$

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 20

- La D.F. $A \longrightarrow B$ est directe puisque le seul attribut $Y \notin A$ pour lequel on a une d.f. $A \longrightarrow Y$ est C

En effet on a la d.f. $A \longrightarrow C$ mais on n'a aucune d.f. $C \longrightarrow B$ pour vérifier si $C \longrightarrow A$ existe ou non

Donc la d.f. $A \longrightarrow B$ **est forcément directe** car pas de contradiction avec la définition

- Dans le cas où A n'est pas directement dépendant de X on dit que A est **transitivement dépendant de X** .

Dépendance fonctionnelle totale, pleine ou complète

- une d.f. de la forme $X \longrightarrow A$
- ou
 - A est un attribut unique non inclus dans X ($A \notin X$)
 - $\forall X' \subset X$, il n'existe pas de d.f. $X' \longrightarrow A$.
- ⇒ En d'autres termes, la dépendance $X \longrightarrow A$ est **élémentaire**.
- on dit aussi que A est **pleinement** ou **totalemment** ou **complètement** dépendant de X .
- Dans le cas contraire, on dit que A est **partiellement** dépendant de X
 - ✓ i.e. A dépend d'une partie de X
 - ✓ donc forcément de X aussi (par augmentation)

exemple :

- Si on considère les D.F. :
- ① $A, B \longrightarrow C$ ② $B \longrightarrow C$ ③ $B, C \longrightarrow D$
- dans la d.f. $A, B \longrightarrow C$
 - C n'est pas totalement dépendant de A, B car
 - on a $B \subset A, B$ tel que $B \longrightarrow C$.
- ⇒ C est partiellement dépendant de A, B .
- dans la d.f. $B, C \longrightarrow D$
 - D est totalement dépendant de B, C car
 - il n'existe pas de $X' \subset B, C$ et tel que $X' \longrightarrow D$.
 - i.e. $B \not\rightarrow D$ et $C \not\rightarrow D$.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 23

Dépendance fonctionnelle triviale

- une d.f. de la forme $X \longrightarrow Y$, tel que $Y \subseteq X$.
- En d'autres termes, une d.f. est triviale si elle est obtenue grâce à la propriété de réflexivité.

exemple :

Si on considère les D.F. :

$$\textcircled{1} A, B \longrightarrow B \quad \textcircled{2} B, C \longrightarrow C \quad \textcircled{3} A, C \longrightarrow D$$

- la d.f. ① est triviale car on a $B \subset A, B$
- la d.f. ② est triviale car on a $C \subset B, C$
- la d.f. ③ n'est pas triviale car on a $D \not\subset A, C$

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 24

❖ les notions de :

- **d.f. élémentaire**
- **D.f totale**
- **D.f. directe**

interviennent dans la définition des **formes normales** d'une relation et principalement la 2FN et la 3FN.

Fermeture d'un ensemble de d.f.

- Le fermeture d'un ensemble de d.f. **F** et qu'on note **F⁺** s'obtient à partir de F par **application des propriétés** des d.f. qui permettent de générer d'autres d.f.
 - **conduit à** augmenter **progressivement F avec de nouvelles d.f.**
 - à partir d'un certain moment, l'ensemble obtenu **va devenir stationnaire** : on dit que l'on a obtenu la fermeture **F⁺** de F.

✂ les **nouvelles d.f.** obtenues par applications des propriétés sont en fait **redondantes** puisqu'elles s'obtiennent à partir d'autres.

⇒ Le problème va consister donc à **éliminer ce type de d.f.** afin de ne conserver qu'un ensemble minimal de d.f. représentant la même sémantique que l'ensemble initial mais sans redondance.

- Cet ensemble s'appelle une **couverture minimale de l'ensemble initial F.**

✂ la fermeture F^+ peut comporter beaucoup plus de d.f. que F et plus le nombre de d.f. de F est grand plus le calcul de F^+ sera long.

- En pratique, on ne sera presque jamais amené à calculer l'ensemble F^+

Equivalence entre 2 ensembles de d.f.

➤ 2 ensemble F et G de d.f. sont équivalents si et seulement si la **fermeture de F est égale à celle de G** :

$$F^+ = G^+$$

Couverture minimale d'un ensemble de d.f

- notée C_F
- un ensemble de d.f. équivalent à F : $C_F^+ = F^+$
- **ayant les propriétés suivantes :**
 - 1- **Toute d.f.** de C_F à une **partie droite** composée d'un seul attribut
 - 2- $\forall X \longrightarrow A \in C_F$ et $Z \subset X$,
 $\{(C_F - X \longrightarrow A) \cup Z \longrightarrow A\}$ **n'est pas équivalent** à C_F
 - 3- $\forall X \longrightarrow A \in C_F$, $C_F - (X \longrightarrow A)$ **n'est pas équivalent** à C_F

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 29

- **La propriété (1)** peut s'obtenir en décomposant toute **d.f.** dont la partie droite n'est pas unique grâce à l'axiome de décomposition.
 - **Ceci permet de manipuler des d.f. ayant une partie droite simple.**
- **La propriété (2)** permet de garantir qu'aucun attribut dans la partie gauche d'une D.F. de **CF** n'est redondant.
 - **Elle permet de supprimer les d.f. obtenues par application de l'axiome d'augmentation.**
- **La propriété (3)** permet de garantir **qu'aucune d.f.** n'est redondante dans **CF**

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 30

- Tout ensemble de d.f. **F** possède **au moins une couverture** minimale ayant les propriétés citées plus haut.
- Une telle couverture **s'obtient par construction** à partir de **F** en satisfaisant les propriétés indiquées plus haut.
- Elle sert principalement comme entrée à l'algorithme de décomposition en troisième forme normale

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 31

Fermeture d'un ensemble d'attributs

- Lors de la décomposition d'une relation vérifiant un ensemble de d.f., il est important de pouvoir vérifier si cette décomposition préserve les d.f.
- Pour cela, il faudra impérativement calculer la fermeture **F+** de l'ensemble **F** des dépendances vérifiées par la relation décomposée.
- Plus le nombre de dépendances dans **F** est grand, plus le temps de calcul de **F+** sera grand.
- Il existe une autre méthode pour vérifier si une d.f. $X \longrightarrow Y \in$ ou non à **F+** sans passer par le calcul de **F+**.

Cette méthode est justement basée sur la notion de fermeture d'un ensemble d'attributs.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 32

- Formellement, la fermeture d'un ensemble d'attributs X et qu'on note X^+
 - est un ensemble d'attributs
 - tel que : $X^+ = \{ \cup A_i / X \longrightarrow A_i \text{ peut être déduite de } F \text{ par application des axiomes d'Armstrong} \}$.

☞ L'intérêt pratique de calculer X^+ est donc de pouvoir vérifier facilement si $X \longrightarrow Y \in$ ou non à F^+ **sans être amené à calculer F^+**

Lemme

- Une dépendance fonctionnelle $V \longrightarrow U \in F^+$ **si et seulement si** $U \subseteq V^+$

où

 - V^+ est la fermeture de V relativement à l'ensemble de dépendances fonctionnelles F
 - V^+ contient tous les attributs A tel que la d.f. $V \longrightarrow A$ peut être déduite de F par application des axiomes d'Armstrong.
- ❖ Ce lemme peut être utilisé **pour montrer qu'une D.F. est redondante** dans un ensemble F de dépendances fonctionnelles

Algorithme de calcul de X^+

```

Fermeture (X)
  $ entrée :
    X un ensemble d'attributs
    F un ensemble de dépendances fonctionnelles
  $ Sortie :
     $X^+$  : Fermeture de X par rapport à F
  Début
     $X^+ \leftarrow X$  ;
    Fin  $\leftarrow$  Faux ;
    Tant que  $\neg$  Fin faire
      Temp  $\leftarrow X^+$  ;
      Pour toute dépendance fonctionnelle  $Y \rightarrow Z$  de F Faire
        Si  $Y \subseteq X^+$ 
        alors  $X^+ \leftarrow X^+ \cup Z$  ;
        Fin si
      Fin Pour
      Si Temp =  $X^+$  Alors Fin  $\leftarrow$  Vrai ;
    Fin Tan que
  Fin
  Fin Fermeture
  
```

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 35

exemple :

Soit l'ensemble F de d.f. :

$F = \{$

AB	\rightarrow	C ;	①
C	\rightarrow	A ;	②
BC	\rightarrow	D ;	③
ACD	\rightarrow	B ;	④
D	\rightarrow	EG ;	⑤
BE	\rightarrow	C ;	⑥
CG	\rightarrow	BD ;	⑦
CE	\rightarrow	AG	⑧

}

- Calculez la fermeture $(BD)^+$ de l'ensemble d'attributs (BD)

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 36

étape 0 : $(BD)^+ = \{BD\}$

étape 1 : $(BD)^+ = \{BDEG\}$ car dans ⑤ on a $D \subseteq (BD)^+$.

on ajoute EG à $(BD)^+$

étape 2 : $(BD)^+ = \{BDEGC\}$ d'après ⑥

étape 3 : $(BD)^+ = \{BDEGCA\}$ d'après ⑧

- on remarque que $(BD)^+$ contient tous les attributs.
- Donc, on s'arrête car quelque soit la d.f. à examiner et l'attribut à rajouter ça ne changera pas $(BD)^+$.
- On est dans le critère d'arrêt de l'algorithme $TEMP = (BD)^+$

Vérifier si la d.f. **$CG \longrightarrow B$ est redondante dans F**

- on calcule la fermeture $(CG)^+$ de CG relativement à $\{F - CG \longrightarrow B\}$
 - et on voit si $B \subseteq (CG)^+$
- On va donc travailler avec $F' = F - CG \longrightarrow B$

étape 0 : $(CG)^+ = \{CG\}$

étape 1 : $(CG)^+ = \{CGD\}$ grâce à la d.f. $CG \longrightarrow D$

étape 2 : $(CG)^+ = \{CGDA\}$ d'après ② $C \longrightarrow A$

étape 3 : $(CG)^+ = \{CGDAB\}$ d'après ④ $ACD \longrightarrow B$

On remarque qu'après cette étape $B \subseteq (CG)^+$.

On peut s'arrêter et conclure que la d.f. $CG \longrightarrow B$ est redondante dans F.

Pour vérifier ce résultat, il suffit de montrer qu'on peut la déduire de F' par applications des propriétés des d.f.

En effet :

1. $C \longrightarrow A \Rightarrow CG \longrightarrow AG$ **augmentation avec G**
2. $CG \longrightarrow AG \Rightarrow CG \longrightarrow ACG$ **augmentation avec C**
3. $CG \longrightarrow D$ et $CG \longrightarrow ACG \Rightarrow CG \longrightarrow ACDG$ **union des parties droites**
4. $CG \longrightarrow ACDG \Rightarrow CG \longrightarrow ACD$ et $CG \longrightarrow G$ **décomposition**
5. $CG \longrightarrow ACD$ et $ACD \longrightarrow B \Rightarrow CG \longrightarrow B$ **transitivité (cqfd)**

Définition formelle d'une clé

➤ La clé d'une relation $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ est un sous ensemble d'attributs X tel que :

- 1- $X \subseteq (A_1, A_2, \dots, A_n)$
- 2- $X \longrightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$ (i.e. $X \longrightarrow A_1$; $X \longrightarrow A_2$; ; $X \longrightarrow A_n$)
- 3- Il n'existe pas $Y \subset X$ tel que : $Y \longrightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$

➤ une relation peut posséder plusieurs clés qui satisfont les propriétés ci-dessus.

➤ Ce sont les **clés candidates** de la relation.

Démarche de recherche des clefs candidates

- Connaissant les dépendances fonctionnelles vérifiées par une relation $R(\Omega)$, les clés candidates peuvent facilement se démontrer en utilisant les propriétés des d.f.
 - L'algorithme de calcul de la fermeture d'un ensemble d'attributs peut servir comme base pour la recherche des clefs.
- La connaissance des clés d'une relation est primordiale car leur connaissance ainsi que celle des d.f. vérifiées par la relation permettent :
- **d'une part de déterminer la forme normale de la relation**
 - **et d'autre part d'envisager une décomposition de la relation si celle-ci n'est pas dans une forme normale convenable.**

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 41

Objectifs de la normalisation

- La conception d'un schéma relationnel ne doit pas être faite d'une façon quelconque
- doit être soumise à une normalisation dont l'objectif est de permettre l'obtention de relations vérifiant certaines propriétés telles que :
 - Faciliter les opérations de création , de suppression et de mise à jour d'un tuple
 - Faciliter la modification d'un schéma
 - Permettre l'utilisation d'algorithmes efficaces pour la recherche d'un tuple
 - Rendre possible la représentation d'une relation quelconque

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 42

Les deux tendances de définition des formes normales

- Il existe 2 tendances totalement différentes qui conduisent le plus souvent à des énoncés vrais dans un cas mais faux dans l'autre.
- **La première tendance** vise à définir la forme normale d'une relation en **tenant compte du fait que la clef primaire** de la relation **est déjà choisie** parmi les clefs candidates éventuelles.
- Ceci veut dire que si la relation est dans une certaine forme normale (2^{ème}, 3^{ème}, BCNF), elle ne l'est que relativement à la clef primaire retenue.
- ☞ Ceci sous-entend aussi que la forme normale trouvée pour cette relation peut ne pas être vraie relativement à une autre clef candidate de cette relation.
- Cette tendance impose donc comme contrainte au moment de la normalisation d'une relation de choisir d'abord une clef primaire **K**.
- De plus ce choix devra aussi être respecté au moment de l'implémentation en spécifiant lors de la création de la relation (grâce au LDD) que sa clef primaire est **K**.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 43

- **La deuxième tendance** est plus généraliste en ce sens qu'elle n'impose pas au moment de la normalisation le choix d'une clef primaire.
- Ainsi, si la relation est dans une certaine forme normale (2^{ème}, 3^{ème}, BCNF), elle le sera quelle que soit la clef primaire qui sera choisie parmi toutes les clefs candidates de la relation.
- Ceci veut dire qu'au moment de l'implémentation de la relation on peut retenir n'importe quelle clef candidate comme clef primaire et ceci ne remettra pas en cause la forme normale trouvée.
- cette deuxième tendance est à privilégier car elle est plus générale et sépare clairement entre les étapes de conception d'un schéma relationnel et de son implémentation.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 44

La première forme normale (1FN)

- La première forme normale ne se base pas sur la notion de clef ni de d.f. Elle a pour objectif de rendre possible la représentation sous forme de table d'une relation.
- Une relation sera dite **en 1FN** si chaque attribut de cette relation a un domaine de valeurs simple c'est à dire les valeurs que peut prendre chaque attribut sont des **valeurs atomiques** (i.e. non décomposables)

Exemple :

- Soit la relation **AVION (TYPEAVION, CAPACITE)**
- l'attribut **TYPEAVION** désigne le type d'un avion
- l'attribut **CAPACITE** désigne le nombre de places que peut contenir un avion de ce type.

Sachant que dans la réalité, il peut exister plusieurs modèles d'un même type d'avion chacun avec une capacité ;

un exemple d'extension d'une telle relation serait donc :

TYPEAVION	CAPACITE
CARAVELLE	(100)
CONCORDE	(400, 600)
AIRBUS	(250, 275)
B707	(180, 150)
B747	(350)

- L'attribut **CAPACITE** est donc un attribut qui n'est pas atomique. Il possède des valeurs qui peuvent être décomposées en d'autres valeurs qui sont atomiques.
-
- Par exemple la valeur (400, 600) de l'attribut CAPACITE qui figure dans le deuxième tuple peut être décomposée en deux valeurs atomiques (indécomposables) qui sont 400 et 600.
- Cette relation **n'est donc pas en 1FN.**
- On dit aussi qu'elle **n'est pas normalisée.**

Pour la mettre en 1FN, on peut :

- a) **éclater le groupe répétitif CAPACITE** en créant un nouveau tuple pour chaque valeur différente du groupe. On aura donc:

TYPEAVION	CAPACITE
CARAVELLE	100
CONCORDE	400
CONCORDE	600
AIRBUS	250
AIRBUS	275
B707	180
B707	150
B747	350

- 👉 L'**inconvenient** de cette solution est la **redondance** des autres attributs car pour chaque valeur du groupe on crée un nouveau tuple avec les mêmes valeurs des attributs sauf la capacité qui change.

- b) Une autre solution serait **si on connaît la cardinalité maximum** des valeurs **du groupe**, de **créer** pour chaque valeur une **colonne** dans la relation **AVION1**.

Dans notre exemple, on sait que la cardinalité maximum des valeurs du groupe est 3.

Donc on crée dans **AVION1** trois nouvelles colonnes qu'on appellera par exemple **CAP1**, **CAP2** et **CAP3** et dans chaque colonne on mettra une valeur de **CAPACITE** prise dans le groupe. Ceci donnera la relation suivante :

TYPEAVION	CAP1	CAP2	CAP3
CARAVELLE	100	?	?
CONCORDE	400	600	?
AIRBUS	250	275	?
B707	180	150	?
B747	350	?	?

ou le ? symbolise une valeur indéfinie.

- L'inconvénient de cette solution est l'ajout des valeurs indéfinies ou NULL qui complique la gestion



beaucoup de SGBD ne savent pas bien gérer les valeurs NULL.

La deuxième forme normale (2FN)

Définition 1 (première tendance)

Une relation est en **2FN** si et seulement si :

- 1) Elle est en 1FN
- 2) Tout attribut **n'appartenant pas à la clef primaire** est **pleinement dépendant** de la **clef primaire**.

Cette définition traduit le fait que toutes les dépendances ayant en partie droite un attribut **n'appartenant pas à la clef primaire** et en partie gauche la **clef primaire** sont **élémentaires**.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 51

Exemple :

Soit la relation

R (NUMETUDIANT , NOM , DIPLOME , INSTITUT)

ayant deux clefs candidates qui sont **NUMETUDIANT** et **(NOM,DIPLOME)**.

On suppose aussi qu'elle vérifie la D.F. :

DIPLOME → INSTITUT:

Dans le cas où on retient la clef candidate **NUMETUDIANT** **comme clef primaire,**

☞ cette relation **est bien en 2FN** puisque tous les attributs n'appartenant pas à cette clef primaire sont en dépendance totale de cette même clef :

NUMETUDIANT → INSTITUT ;

NUMETUDIANT → NOM ;

NUMETUDIANT → DIPLOME

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 52

Par contre si on avait retenu comme **clef primaire** l'autre clef candidate (**NOM,DIPLOME**),

⇒ cette relation **n'aurait pas été en 2FN**

car un attribut **INSTITUT** n'appartenant pas à cette clef primaire n'est pas en dépendance totale de cette clef primaire puisqu'il dépend **d'une partie DIPLOME** de cette clef :

DIPLOME → **INSTITUT**

avec cette première tendance **il faut être très attentif** en précisant bien que la forme normale est fonction de telle ou telle clef primaire.

Exemple 2 :

Soit la relation **STOCK (PROD, DEPOT, LIBELLE, QTE)** ou les attributs ont les sens suivants :

(**PROD** : numéro du produit ; **DEPOT** : numéro du dépôt ou est stocké le produit ; **LIBELLE**: nom du produit ; **QTE** : quantité du produit stockée dans le dépôt)

On suppose que la clé de cette relation est formée par le couple d'attributs (**PROD, DEPOT**)

et que cette relation vérifie les D.F. suivantes :

{ (**PROD,DEPOT**) → **QTE** ; **PROD** → **LIBELLE** }

- Cette relation **est en 1FN** car tous ses attributs possèdent des valeurs **atomiques** (ou du moins on l'admet en l'absence d'une extension qui pourrait contredire ce fait).

- **Elle n'est pas en 2FN** à cause de la D.F. **PROD** → **LIBELLE**

qui a dans la partie droite un attribut **(LIBELLE)** ∉ à **la clé**,
et qui a dans la partie gauche un attribut : **PROD**, qui constitue
une **partie de cette clé**.

- ✂ Toute relation dont **la ou les clé(s)** est (sont) **composée(s)**
d'un seul attribut, est forcément en 2FN

car il n'y aura jamais de D.F. ayant en partie gauche un
sous ensemble d'attribut contenus dans la ou les clé(s)
de cette relation

La deuxième forme normale (2FN)

Définition 2 (deuxième tendance)

Une relation est en 2FN si et seulement si :

- 1) Elle est en 1FN
- 2) Tout attribut **non primaire** est **pleinement dépendant de chaque clef candidate**

cette définition est plus générale et ne se restreint pas
uniquement à la notion de clef primaire.

Elle traduit le fait que **toutes les d.f.** ayant en partie droite un
attribut **non primaire** et en partie gauche **une clef candidate**
sont élémentaires.

Exemple :

Si on reprend l'exemple de la relation **R (NUMETUDIANT , NOM , DIPLOME , INSTITUT)**,

les attributs primaires sont :

NUMETUDIANT , NOM et DIPLOME.

Le seul attribut **non primaire** (i.e. qui n'appartient à aucune clef candidate) est **INSTITUT**.

Et puisque cet attribut **n'est pas en dépendance totale** de la clef candidate **(NOM,DIPLOME)** du fait qu'il **dépend d'une partie DIPLOME** de cette clef :

DIPLOME → INSTITUT

On peut dire que cette relation **n'est pas en 2FN**.

⇒ On voit que cette conclusion est générale et est valable quelle que soit la clef primaire qu'on retiendra au moment de l'implémentation.

Problèmes posés par une relation qui n'est pas en 2FN

Exemple :

La relation **STOCK (PROD, DEPOT, LIBELLE, QTE)**

dont la clé est le couple **(PROD, DEPOT)**.

n'est pas en 2FN a cause de la d.f. **PROD → LIBELLE**.

C'est justement cette D.F. qui cause des problèmes à la relation

Ce problèmes peuvent être résumés comme suit :

- **Insertion de tuples :**

- Si on décide de rajouter un nouveau produit **p** ayant pour libellé **l** dans la BD, il ne sera pas possible d'insérer cette information
- on doit connaître au moins un **Dépôt** où le stocker (une valeur **d** de l'attribut **DEPOT**) puisque la clé est le couple (**PROD**, **DEPOT**).
- En effet, pour insérer un tuple dans la base il faut que sa clé soit **connue** au moment de l'insertion.
- ★ Or les attributs **PROD** et **LIBELLE** sont liés sémantiquement et ceci indépendamment des autres attributs, **Mais**

on est obligé de connaître au moins une valeur de l'attribut **DEPOT**, pour pouvoir rajouter une information sur un produit.

- **Suppression de tuples** (ou perte d'information):

- Si parmi tous les tuples de la relation, il existe un seul tuple contenant l'information que le produit **P1** a pour libellé **Armoires**,
- la suppression d'un tel tuple de la base va engendrer la perte de cette information.
- La conséquence de cette suppression est qu'on ne pourra plus savoir que le produit **P1** a pour libellé **Armoires**.

- **Mise à jour de tuples :**

- Dans tous les tuples correspondant aux dépôts dans lesquels est stocké le produit **P1**, on va avoir le couple de valeur (**P1**, **Armoires**) qui sera dupliqué dans chaque tuple.
- Cette redondance d'information pose des problèmes au niveau de la mise à jour.
- En effet, si on veut mettre à jour la valeur **P1** dans la colonne **PROD** ou **Armoires** dans la colonne **LIBELLE** on est obligé de le faire partout d'où un problème de perte de temps.
- Et si par souci de gain de temps, on ne fait la mise à jour qu'à un seul endroit (sur un seul tuple) on engendre un **problème d'incohérence** dans la base de données (une même donnée possède deux valeurs différentes dans la base).

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 61

- **Redondance d'information :**

- En général pour tous les tuples correspondant aux dépôts dans lesquels est stocké le produit **Pi** ayant pour libellé **Li** on va avoir le couple de valeur (**Pi**, **Li**) qui sera dupliqué au niveau de chaque tuple.
- C'est bien un problème de redondance d'information puisque la même valeur du couple d'attributs (**PROD**, **LIBELLE**) et qui est (**Pi**, **Li**) est stockée plusieurs fois dans la base de données.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 62

La troisième forme normale (3FN)

Définition 1 (première tendance)

Une relation est en 3FN si et seulement si :

- 1) Elle est en 2FN
- 2) Tout attribut n'appartenant pas à la clef primaire est **directement dépendant** de la **clef primaire**.

Cette définition traduit le fait que tout attribut n'appartenant pas à la clef primaire **n'est pas transitivement dépendant** de la **clef primaire**.

➤ Une autre définition plus condensée serait :

Une relation est en 3FN si et seulement si tout attribut n'appartenant pas à la clef primaire **est pleinement et directement dépendant de la clef primaire**.

Exemple :

Soit la relation R (A,B,C,D)

ayant pour clef primaire le couple (A,B)

et vérifiant les D.F. suivantes : $\{ C \longrightarrow A ; D \longrightarrow B \}$

les attributs n'appartenant pas à la clef primaire sont : C et D.

Ces deux attributs sont pleinement dépendant de la clef primaire car on a bien : $(A,B) \longrightarrow C$ et $(A,B) \longrightarrow D$

et ces deux d.f. sont élémentaires.

⇒ **La relation est donc en 2FN.**

De même que les attributs C et D sont directement dépendant de la clef primaire

i.e. les deux d.f. $(A,B) \longrightarrow C$ et $(A,B) \longrightarrow D$ sont directes.

⇒ **La relation est donc aussi en 3FN.**

Définition 2 (deuxième tendance)

Une relation **est en 3FN** si et seulement si :

- 1) Elle est en 2FN
- 2) Tout attribut **non primaire** est **directement dépendant** de **chaque clef candidate** de la relation.

cette définition est plus générale et ne se restreint pas uniquement à la notion de clef primaire.

Elle traduit le fait que **toutes les dépendances** ayant en partie droite un attribut **non primaire** et en partie gauche une **clef candidate** **sont élémentaires et directes**.

❖ **Une autre définition plus condensée serait :**

Une relation est en 3FN si et seulement si **tout attribut non primaire** est **pleinement et directement** dépendant de chaque clef candidate de la relation.

Exemple :

Soit la relation R (A, B, C, D)

ayant deux clefs candidates (A, B) et (B, D)

et vérifiant les D.F. suivantes : { $D \rightarrow B$; $C \rightarrow D$ }

les attributs primaires sont : A, B et D.

Le seul attribut non primaire est C.

La relation est en 2FN du fait que les d.f. de C sur chaque clef candidate sont élémentaires : $A, B \rightarrow C$ et $B, D \rightarrow C$.

C est pleinement dépendant de chaque clef candidate. On peut dire aussi que :

$(A, B) \rightarrow C$ et $(B, D) \rightarrow C$ sont élémentaires.

⇒ **La relation est donc en 2FN.**

De même que l'attribut non primaire **C est directement** dépendant de chaque clef candidate

i.e. les deux d.f. $(A, B) \rightarrow C$ et $(B, D) \rightarrow C$ **sont directes**.

⇒ **La relation est donc aussi en 3FN.**

Problèmes posés par une relation qui n'est pas en 3FN

Soit la relation R (NUMETUDIANT, NOM, DIPLOME, INSTITUT).

On suppose que R a une seule clé qui est formée par l'attribut **NUMETUDIANT** et qu'elle vérifie la d.f. :

INSTITUT \longrightarrow DIPLOME

Cette relation **n'est pas en 3FN** à cause de la D.F. :

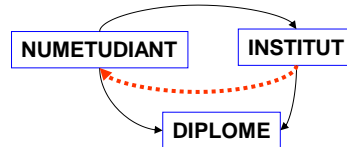
INSTITUT \longrightarrow DIPLOME dans laquelle un attribut non primaire :
DIPLOME \notin à la clé et **dépend transitivement** de cette clé.

En effet, d'après les d.f. :

NUMETUDIANT \longrightarrow INSTITUT

NUMETUDIANT \longrightarrow DIPLOME

INSTITUT \longrightarrow DIPLOME



- on peut montrer que la d.f. **NUMETUDIANT \longrightarrow DIPLOME n'est pas directe**

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 67

cette d.f. serait directe si : $\forall Y \notin \text{NUMETUDIANT}, \text{NUMETUDIANT} \longrightarrow Y \text{ et } Y \longrightarrow \text{DIPLOME} \Rightarrow Y \longrightarrow \text{NUMETUDIANT}$

Or en prenant $Y = \text{INSTITUT}$ on a bien :

NUMETUDIANT \longrightarrow INSTITUT et INSTITUT \longrightarrow DIPLOME **mais on n'a pas INSTITUT \longrightarrow NUMETUDIANT**

donc la d.f. NUMETUDIANT \longrightarrow DIPLOME **d'un attribut non primaire** sur la clef n'étant **pas directe**,

➤ cette relation **ne peut être en 3FN.**

☞ Elle est simplement en 2FN puisqu'elle possède une clé formée d'un seul attribut.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 68

- La d.f. qui cause des problèmes **n'est pas la d.f.**

NUMETUDIANT → DIPLOME

Mais

INSTITUT → DIPLOME

car c'est elle qui engendre **une d.f. transitive** de DIPLOME sur la clé.

- On peut résumer les problèmes posés selon leur type comme suit :

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 69

- **Insertion de tuples :**

- Si un institut i décide de dispenser pour la première fois un diplôme d , il ne serait pas possible d'insérer cette réalité dans la base si on ne connaît pas au moins un étudiant (identifié par NUMETUD qui est la clé) qui veut suivre ce diplôme .
- Ceci pose un problème dans la mesure où la réalité qu'un institut dispense un diplôme est indépendante de celle relative à l'inscription d'un étudiant dans ce diplôme.

- **Suppression de tuples** (ou perte d'information):

- Si parmi tous les tuples de la relation, il existe un seul tuple contenant l'information que l'institut i_1 dispense le diplôme d_1 , le fait de supprimer ce tuple engendre la perte de cette information.
- On ne pourra plus savoir que le diplôme dispensé par l'institut i_1 est d_1 .

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 70

➤ **Mise à jour de tuples :**

- Pour tous les étudiants préparant le diplôme dm dans l'institut im le couple de valeur (im, dm) sera dupliqué pour chaque étudiant.
- C'est essentiellement un problème de redondance qui pose des problèmes de mises à jour.
- Si on veut mettre à jour la valeur im ou dm on est obligé de le faire partout (d'où un problème de perte de temps) ou le faire en un seul endroit (sur un seul tuple) et on a alors un problème d'incohérence des données (une même donnée possède **deux valeurs différentes dans la base**).

➤ **Redondance d'information :**

- En général pour tous les étudiants préparant le diplôme dm dans l'institut im le couple de valeur (im, dm) sera dupliqué pour chaque étudiant.
- C'est bien un problème de redondance d'information puisque la même valeur du couple d'attributs (INSTITUT, DIPLOME) et qui est (im, dm) est stockée plusieurs fois dans la base de données.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 71

Forme normale de BOYCE ET CODD

- Les définitions de la 2FN et de la 3FN tenaient compte uniquement des **attributs non primaires** et de leur dépendances fonctionnelles vis à vis des clefs candidates.
- On s'est rendu compte que même les **attributs primaires** participant dans certaines d.f. pouvaient poser des problèmes au niveau des relations.

– **En d'autres termes, même une relation qui se trouve en 3FN peut encore poser des problèmes.**

✧ C'est pour cela qu'a été introduite cette nouvelle forme normale appelée la forme normale de BOYCE et CODD (ou BCNF)

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 72

- La définition de la BCNF **ne privilégie aucune clé** et s'énonce ainsi :

➤ Une relation R est en BCNF si

- quelque doit la d.f $X \longrightarrow A$ (avec $A \notin X$)
- **alors X est une clé de R ou contient une clé de R**
(on dit aussi dans ce cas que X est une **super-clé** de R).

Exemple :

- **Soit la relation ADRESSE(Code_Postal, Ville, Nom_Rue)** ayant pour **clé** le couple d'attributs **(Ville, Nom_Rue)** et munie des d.f. suivantes :
 - $Ville, Nom_Rue \longrightarrow Code_Postal$ ①
 - $Code_Postal \longrightarrow Ville$ ②
- En utilisant les propriétés des d.f. **on peut déduire** de ② par **augmentation** avec l'attribut **Nom_Rue** que :
 - $Code_Postal, Nom_Rue \longrightarrow Ville, Nom_Rue$ ③

- Ainsi, cette relation possède une autre clé candidate qui est :

(Code_Postal , Nom_Rue)

- Comme **il n'existe pas d'attribut non primaire** (tous les attributs sont primaires),

la relation est au moins en troisième forme normale 3FN.

- Par contre dans la d.f. **Code_Postal → Ville**

- l'attribut **Code_Postal n'est pas une clé** pour la relation ni ne contient une clé de la relation.
- **Cette relation n'est donc pas en BCNF.**

- On remarque que bien que la relation **ADRESSE** soit en 3FN, **le problème de redondance d'informations existe toujours.**

Exemple :

Code_Postal	Ville	Nom_Rue
C1	V1	R1
C1	V1	R2
C2	V2	R3
C2	V2	R4

- On remarque que :

- on a plusieurs fois la même valeur **C1** qui apparaît dans la colonne Code_Postal,
- plusieurs fois la même valeur **V1** qui apparaît dans la colonne Ville,
- plusieurs fois la même valeur **V2** qui apparaît dans la colonne Ville

En conclusion

- Même si une relation **est en 3FN**, ceci **n'élimine pas complètement** le problème de redondance d'information

⇒ **d'où la nécessité de passer à la forme normale de BOYCE et CODD.**

 Toute relation **admet une décomposition** en BCNF

- **qui préserve la jointure**

-  **mais qui ne préserve pas généralement les d.f.**

Récapitulation

- D'autres définitions des formes normales qui ne prennent en compte que les **notions d'attributs primaire et non primaire**.
- Ces définitions sont plus simples à assimiler et permettent de mieux montrer la hiérarchie des formes normales.

Définition de la 2FN

Une relation **R** est en **2FN** si et seulement si :

- 1- Elle est en **1FN**
 - 2- Elle ne vérifie pas de d.f. $X \longrightarrow A$ ou **A** est un attribut **non primaire** et $X \subset$ dans une clef candidate.
- L'existence de d.f. d'un attribut non primaire sur un **sous ensemble d'une clef candidate** signifie qu'il existe une **d.f. non élémentaire** d'un attribut **non primaire** sur une clé candidate,
 - **ce qui contredirait la 2FN.**
 - C'est pourquoi la condition 2 de la définition impose que **ce type de d.f. ne doit pas exister pour que la relation soit en 2FN.**

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 79

Définition de la 3FN

- Une relation **R** est en **3FN** si et seulement si :
 - 1- Elle est en **2FN**
 - 2- Elle ne vérifie pas de d.f. $Y \longrightarrow A$ ou **A** est un attribut **non primaire** et **Y** n'est pas une clef candidate.
- L'existence de d.f. d'un attribut non primaire sur un attribut ou un ensemble d'attributs **Y** qui n'est pas une clef candidate **engendre inévitablement** une **d.f. transitive** d'un attribut **non primaire A sur une clef candidate**

$Clé \longrightarrow Y$ et $Y \longrightarrow A$ et $Clé \longrightarrow A$ mais on n'a jamais $A \longrightarrow Clé$

Donc A dépend transitivement de la clé candidate. Ce qui contredirait la 3FN.

- C'est pourquoi **la condition 2** de la définition impose que **ce type de d.f. ne doit pas exister pour que la relation soit en 3FN.**
- **La condition 1** impose que **R soit d'abord en 2FN**, toutes les d.f. contredisant la 2FN ne doivent pas exister dans R.

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 80

Définition de la BCNF

- Une relation **R** est en **BCNF** si et seulement si :
 - 1- Elle est en **3FN**
 - 2- Elle ne vérifie pas de d.f $Y \longrightarrow B$ ou **B** est un **attribut primaire** et **Y** n'est pas une **clef candidate**.
- La condition 1 permet d'écartier toutes les d.f. contredisant la 3FN.
- La condition 2 permet d'étendre cette restriction aux attributs primaires (appartenant à une clef candidate) qui ne doivent pas dépendre d'un attribut ou un ensemble d'attributs **Y** qui n'est pas une clef candidate.
- ❖ **Même ce type de d.f peut engendrer des problèmes de redondance dans une relation.**

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 81

En Résumé

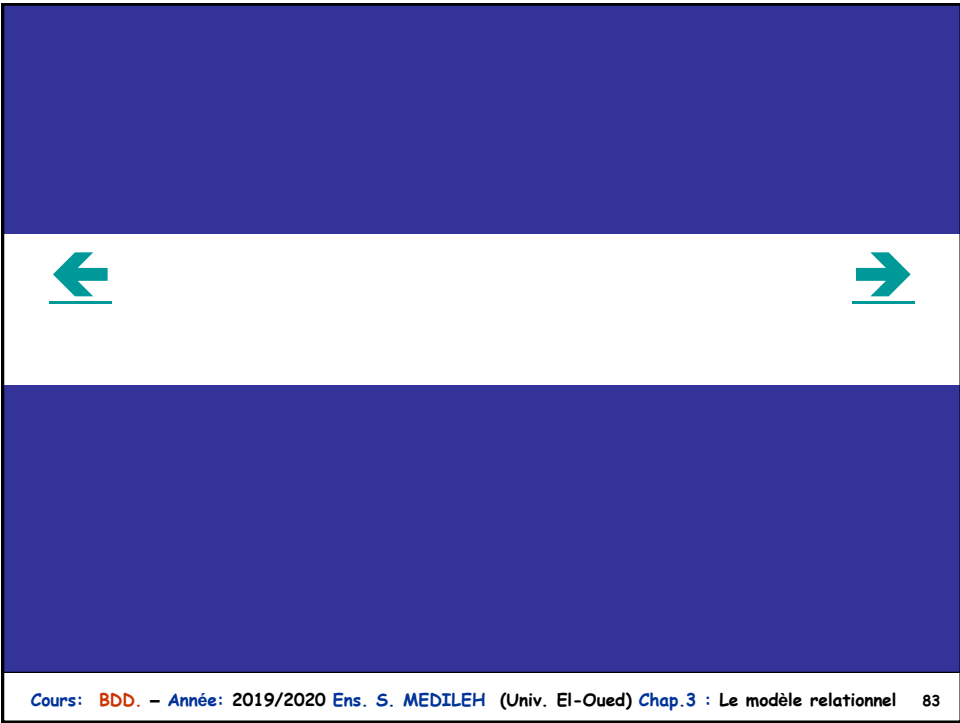
Soit

- **X** un attribut ou un ensemble d'attributs \subset dans une clef candidate,
- **A** un attribut **non primaire**,
- **Y** un attribut ou un ensemble d'attributs qui n'est pas une **clef candidate**
- **B** un attribut **primaire**

Le tableau suivant résume le principe des définitions :

Forme normale	D.f. non autorisées
2FN	• $X \longrightarrow A$
3FN	• $X \longrightarrow A$
	• $Y \longrightarrow A$
BCNF	• $X \longrightarrow A$
	• $Y \longrightarrow A$
	• $Y \longrightarrow B$

Cours: BDD. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 82



Cours: **BDD**. – Année: 2019/2020 Ens. S. MEDILEH (Univ. El-Oued) Chap.3 : Le modèle relationnel 83