

# Bases de données Relationnelles

## TD3

### MAM4

## 1 Exercice

On considère la relation  $R(A, B, C)$  avec l'ensemble de DF  $\{A \rightarrow B ; B \rightarrow C\}$ .

1. Quelles sont les clés candidates de  $R$  ?

---

Par transitivité,  $A \rightarrow C$ . Donc  $A$  est une clé candidate de  $R$ . Comme  $A$  n'est dans aucune partie droite de DF,  $A$  appartient à toutes les clés candidates. Il y a donc une seule clé  $A$

---

2. Dans quelle forme normale se trouve cette relation ?

---

$R$  est en 2NF, mais pas en 3NF car  $B \rightarrow C$ .

---

3. Proposer une décomposition en 3NF de  $R$  sans perte d'information.

---

Couverture minimale :  $A \rightarrow B ; B \rightarrow C$   $R_1(A, B), R_2(B, C)$ .

---

## 2 Exercice

On considère la relation suivante décrivant des voitures vendues par des agences :

$R(\text{NumImmat}, \text{Puissance}, \text{Marque}, \text{Pays}, \text{PrixVente}, \text{Agence}, \text{ChiffreAffaire})$

Soient les hypothèses suivantes ( qui ne correspondent pas forcément au monde réel):

- Chaque véhicule caractérisé par son numéro d'immatriculation a une puissance, une marque et un prix de vente
- Une marque est locale à un pays.
- Le chiffre d'affaires fait référence au chiffre d'affaire d'une agence pour une marque donnée.
- Une agence peut représenter plusieurs marques.

1. Quelles sont les dépendances fonctionnelles, quelles sont les clés candidates de la relation ?

---

DF =  $\{ \text{NumImmat} \rightarrow \text{Puissance}; \text{NumImmat} \rightarrow \text{Marque}; \text{NumImmat} \rightarrow \text{PrixVente}; \text{Marque} \rightarrow \text{Pays}; \text{Marque}, \text{Agence} \rightarrow \text{ChiffreAffaire} \}$

Une seule clé candidate :  $\text{NumImmat}, \text{Agence}$ . En effet ces deux attributs n'étant dans aucune partie droite de DF doivent appartenir à toute clé candidate, et comme ils constituent à eux seuls une clé candidate, c'est la seule

---

2. En quelle forme normale est cette relation ?

---

La relation est en 1FN. La relation n'est pas en 2FN.  $\text{NumImmat} \rightarrow \text{Puissance}$  (l'attribut non clé  $\text{Puissance}$  dépend d'une partie de la clé)

---

3. Donner une couverture minimale des DF.

---

Les DF sont :

- NumImmat  $\rightarrow$  Puissance
- NumImmat  $\rightarrow$  Marque
- NumImmat  $\rightarrow$  PrixVente
- Marque  $\rightarrow$  Pays
- Marque, Agence  $\rightarrow$  ChiffreAffaire

Après minimisation on obtient

- NumImmat  $\rightarrow$  Puissance, Marque, PrixVente
  - Marque  $\rightarrow$  Pays
  - Marque, Agence  $\rightarrow$  ChiffreAffaire
- 

4. Donner une décomposition en 3NF.

---

On obtient la décomposition suivante :

- Vehicules(NumImmat, Puissance, Marque, PrixVente)
  - Marques(Marque, Pays)
  - Agences(Marque, Agence, ChiffreAffaire)
  - Aucune de ces relations ne contient la clé de R, on crée donc une dernière relation :  
Ventes (NumImmat, Agence)
- 

### 3 Exercice

Soit la relation R (A, B, C, D, E) avec les DFs suivantes :

1.  $A \rightarrow B$
2.  $B C \rightarrow E$
3.  $E D \rightarrow A$

1. Lister la ou les clé(s) candidates de R

---

Toute clé candidate doit contenir CD CD n'est pas une clé candidate

- $\{C, D, A\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$
- $\{C, D, B\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$
- $\{C, D, E\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$

D'où trois clés candidates : ACD ou BCD ou CDE

---

2. R est-elle en 2NF, en 3NF ? Sinon normaliser en 3NF.

---

R est en 2NF et en 3NF car il n'y a pas d'attribut non clé.

---

3. La ou les relations obtenues sont-elles en BCNF ? Sinon normaliser en BCNF.

---

On n'est pas en BCNF, on décompose R en

- R1=(A,B) clé A en BCNF

- $R_2(ACDE)$  pas en BCNF
- On décompose  $R_2$  en
  - $R_{21}(ADE)$  cle DE
  - $R_{22}(CDE)$  cle CDE

4. Y-a-il perte de dépendances ? Lesquelles ?

Oui on a perdu  $BC \rightarrow E$

## 4 Exercice

Soit  $R_1(A, B, C, D, E, F)$  une relation avec l'ensemble de dépendances suivant :

- $AB \rightarrow CDEF$ ,
- $B \rightarrow C$ ,
- $D \rightarrow E$ ,
- $D \rightarrow F$

1. Donner un ensemble minimum de dépendances. Quelles sont la ou les clés candidates de  $R_1$  ?

- Minimisation à droite :
  - $AB \rightarrow C$ ,
  - $AB \rightarrow D$ ,
  - $AB \rightarrow E$ ,
  - $AB \rightarrow F$ ,
  - $B \rightarrow C$ ,
  - $D \rightarrow E$ ,
  - $D \rightarrow F$
- Minimisation à gauche :
  - $AB \rightarrow D$
  - $AB \rightarrow E$
  - $AB \rightarrow F$
  - $B \rightarrow C$
  - $D \rightarrow E$
  - $D \rightarrow F$
- Elimination des redondances :
  - $AB \rightarrow D$
  - $B \rightarrow C$
  - $D \rightarrow E$
  - $D \rightarrow F$
- Regroupement à droite
  - DF1 :  $AB \rightarrow D$
  - DF2:  $B \rightarrow C$
  - DF3:  $D \rightarrow EF$

$AB$  est l'unique clé candidate. Comme ni  $A$  ni  $B$  n'apparaissent en partie droite de  $DF$  ils doivent faire partie de toute clé candidate. Ils constituent à eux seuls une clé candidate, cette clé candidate est donc unique

2. Quelle est la forme normale de R1 ?

---

Cette relation est en première forme normale mais pas en deuxième forme normale car il y a un attribut C qui ne fait pas partie de la clé qui dépend d'une partie de la clé B.

---

3. On décompose la relation  $R1$  en  $R11(A, B, D, E, F)$  et  $R12(B, C)$ . Pourquoi peut-on le faire sans perte d'information ? Quelles sont les clés candidates de  $R11$  et  $R12$  ? Quelles sont les formes normales des relations  $R11$  et  $R12$  ?

---

La décomposition se fait selon la DF  $B \rightarrow C$ , on aura donc bien  $R1 = R11 \bowtie R12$ .

On vérifie que les autres DF ne sont pas perdues  $AB \rightarrow D$  s'applique à  $R11$  et

$D \rightarrow EF$  s'applique aussi à  $R11$

L'unique clé candidate de  $R11$  est  $AD$  L'unique clé candidate de  $R12$  est  $B$

La relation  $R11$  est en deuxième forme normale et pas en troisième normale à cause de  $D \rightarrow EF$  (

La relation  $R12$  est en BCNF

---

4. Proposer une décomposition sans perte d'information de  $R11$ .

---

En décomposant selon  $D \rightarrow EF$ , on obtient à partir de  $R11$ , les relations  $R112(D, E, F)$  et  $R112(A, B, D)$ .

En fait  $R1$  est décomposé en :

- $R12(\underline{B}, C)$  (DF2)
- $R112(\underline{D}, E, F)$  (DF3)
- $R112(\underline{A}, \underline{B}, D)$  (DF1)

Remarque : Les dépendances initiales ne sont pas perdues, on peut les retrouver à partir de DF1, DF2, DF3, la couverture minimale des dépendances étant équivalente à l'ensemble initial de dépendances

---

## 5 Exercice

Soit le schéma de la relation  $R(A, B, C, D, E, G)$  qui satisfait un ensemble donné de dépendances fonctionnelles pour cette relation:

- $A \rightarrow BC$
- $AC \rightarrow E$
- $ADE \rightarrow BG$
- $CG \rightarrow D$
- $BG \rightarrow C$
- $C \rightarrow B$

1. Donner un ensemble minimum de dépendances fonctionnelles de  $R$  équivalent à l'ensemble initial.

- 
- minimisation à droite
    - $A \rightarrow B$
    - $A \rightarrow C$
    - $AC \rightarrow E$
    - $ADE \rightarrow B$
    - $ADE \rightarrow G$
    - $CG \rightarrow D$
    - $BG \rightarrow C$

- $C \rightarrow B$
- minimisation à gauche
  - $A \rightarrow B$
  - $A \rightarrow C$
  - $A \rightarrow E$
  - $AD \rightarrow G$
  - $CG \rightarrow D$
  - $BG \rightarrow C$
  - $C \rightarrow B$
- élimination des redondances
  - $A \rightarrow C$
  - $A \rightarrow E$
  - $AD \rightarrow G$
  - $CG \rightarrow D$
  - $BG \rightarrow C$
  - $C \rightarrow B$
- Regroupement à droite
  - $A \rightarrow CE$
  - $AD \rightarrow G$
  - $CG \rightarrow D$
  - $BG \rightarrow C$
  - $C \rightarrow B$

2. Donner une décomposition de R en relations 3NF sans perte d'informations et sans perte de dépendances, pour chaque relation donner la ou les clé candidates et les éventuelles autres dépendances fonctionnelles .

- $R1(\underline{A}, E, C)$  unique clé A, relation en BCNF
- $R2(\underline{A}, \underline{D}, G)$  unique clé AD, relation en BCNF
- $R3(\underline{C}, \underline{G}, D)$  unique clé CG, relation en BCNF
- $R4(B, G, C)$  deux clés clé CG et BG , DF  $C \rightarrow B$ , relation en 3NF mais pas en BCNF

Notez qu'il n'est pas nécessaire d'avoir aussi une table R5(CB) celle ci pouvant s'obtenir par projection de R4.

Pour obtenir une décomposition en BCNF, il suffirait de décomposer  $R4(BCG)$  en  $R41(CB)$  et  $R42(GC)$ , en utilisant la DF  $C \rightarrow B$ . On aurait alors perdu la DF  $BG \rightarrow C$

## 6 Exercice

Pour chacune des relations suivantes :

- déterminer la ou les clés candidates
- déterminer la forme normale
- proposer une décomposition en BCNF si possible sans perte d'information ni perte de dépendances fonctionnelles. Sinon, justifier.

1. Description des pièces employées dans un atelier de montage

- Pièce(numPièce, prix, TVA, libellé, catégorie)
- DF1 : numPièce  $\rightarrow$  prix, tva, libelle, catégorie
- DF2 : catégorie  $\rightarrow$  tva

- clé candidate : NumPièce
- forme normale: 2NF mais pas 3NF
- proposer une décomposition en BCNF : Seule *DF2* viole la BCNF, c'est donc cette dépendance qu'il faut utiliser pour découper la table en deux , et l'on obtient
  - Pièce( numPièce , prix, libellé, catégorie)
  - TVA(catégorie , tva)

Aucune dépendance fonctionnelle n'est perdue, elles sont portées par les clés.

2. Liste des primes attribuées au personnel technique en fonction du type de machine sur lequel il travaille.

- Prime(numTypeMachine, nomMachine, numTechnicien, montantPrime, nomTechnicien)
- *DF1* : numTypeMachine  $\rightarrow$  nomMachine
- *DF2* : numTechnicien  $\rightarrow$  nomTechnicien
- *DF3* : (numTypeMachine, numTechnicien)  $\rightarrow$  montantPrime

- clé candidate : (numTypeMachine, numTechnicien)
- déterminer la forme normale: 1NF mais pas 2NF
- Décomposition en BCNF sans perte d'information : *DF1* et *DF2* violent la 2NF tandis que *DF3* respecte la BCNF Il faut donc utiliser *DF1* ou *DF2* pour découper la table en deux, on obtient donc dans un premier temps en utilisant *DF1*
  - Machine(numtypeMachine, nomMachine), table dont la clé est numTypeMachine et table en BCNF
  - R(numTypeMachine, nomMachine, numTechnicien, montantPrime, nomTechnicien), avec les dépendances fonctionnelles *DF2* et *DF3*, et toujours (numTypeMachine, numTechnicien) comme clé candidate. A cause de *DF2* cette table n'est pas en BCNF. On va donc a nouveau la découper en
    - \* Technicien(numTechnicien, nomTechnicien) clé numTechnicien table en BCNF,
    - \* Prime(numTypeMachine, numTechnicien, montantPrime) cle (numTypeMachine, numTechnicien) , table en BCNF

On a donc finalement le découpage en BCNF suivant

- Machine(numtypeMachine, nomMachine), table dont la clé est numTypeMachine et table en BCNF
- Technicien(numTechnicien, nomTechnicien) clé numTechnicien table en BCNF,
- Prime(numTypeMachine, numTechnicien, montantPrime) cle (numTypeMachine, numTechnicien) , table en BCNF

Aucune dépendance fonctionnelle n'a été perdue, elles sont exprimées sous forme de clé primaire.

3. Liste des auteurs d'une publication avec leur position dans la liste des auteurs.

- Auteurs(publication, auteur, position)
- *DF1* : (auteur, publication)  $\rightarrow$  position
- *DF2* : (publication, position)  $\rightarrow$  auteur

- 2 clés candidates :(auteur, publication) et (publication, position)
- déterminer la forme normale: BCNF, puisque tous les attributs appartiennent à au moins une clé.

4. Ensemble de commandes de produits par des clients.

- Commande(numCommande, numClient, nomClient, date, numProduit, nomProduit)

- DF1 :  $\text{numCommande} \rightarrow \text{numClient}, \text{date}, \text{numProduit}$
- DF2 :  $\text{numClient} \rightarrow \text{nomClient}$
- DF3 :  $\text{numProduit} \rightarrow \text{nomProduit}$

- la clé candidate :  $\text{numCommande}$
- déterminer la forme normale: 2NF mais pas 3NF, en effet  $DF2$  et  $DF3$  violent la 3NF
- Décomposition en BCNF sans pertes:  
On choisit une des deux dépendances fonctionnelles qui viole la BCNF, par exemple  $DF2$ , on obtient alors le découpage de la table Commande en deux tables
  - Commande2 ( $\text{numCommande}, \text{numClient}, \text{date}, \text{numProduit}, \text{nomProduit}$ )
  - Client( $\text{numClient}, \text{nomClient}$ )
 La table Client est en BCNF ( c'est le cas de toutes les tables ayant deux attributs), elle admet  $\text{numClient}$  comme clé candidate. La table Commande2 n'est pas en BCNF à cause de  $DF3$ , on la redécoupe en
  - Commande3 ( $\text{numCommande}, \text{numClient}, \text{date}, \text{numProduit}$ )
  - Produit( $\text{numProduit}, \text{nomProduit}$ )
 Ces deux tables sont en BCNF On a donc obtenu le découpage en BCNF sans perte d'information ( les DF sont exprimées par les clés,(attributs soulignés))
  - Client(  $\text{numClient}$  ,  $\text{nomClient}$ )
  - Commande3 (  $\text{numCommande}$  ,  $\text{numClient}, \text{date}, \text{numProduit}$ )
  - Produit(  $\text{numProduit}$ ,  $\text{nomProduit}$ )

5. Liste d'employés travaillant sur des projets d'un laboratoire.

- Employé( $\text{numEmployé}, \text{numLaboratoire}, \text{numProjet}, \text{nomEmployé}, \text{nomProjet}, \text{adresse}$ )
- DF1 :( $\text{numEmployé}, \text{numLaboratoire}$ )  $\rightarrow \text{numProjet}$
- DF2 :  $\text{numEmployé} \rightarrow \text{nomEmployé}, \text{adresse}$
- DF3 :  $\text{numProjet} \rightarrow \text{nomProjet}$

- La clé candidate: ( $\text{numEmployé}, \text{numLaboratoire}$ ).
- déterminer la forme normale: 1NF mais pas 2NF à cause de DF2 et DF3
- Décomposition en BCNF sans pertes, obtenu comme pour l'exercice précédent
  - Travaile( $\text{numEmployé}, \text{numLaboratoire}, \text{numProjet}$ )
  - Employé( $\text{numEmployé}, \text{nomEmployé}, \text{adresse}$ )
  - Projet( $\text{numProjet}, \text{nomProjet}$ )

6. Liste de films projetés dans des salles de cinéma. Dans ce modèle, il n'y a pas deux salles de la même ville qui projettent le même film

- Cinémas( $\text{film}, \text{ville}, \text{salle}, \text{distributeur}, \text{représentant}$ )
- DF1 :  $\text{salle} \rightarrow \text{ville}$
- DF2 :  $\text{film}, \text{ville} \rightarrow \text{salle}, \text{distributeur}$
- DF3 :  $\text{distributeur} \rightarrow \text{représentant}$

- les clés candidates: ( $\text{film}, \text{ville}$ ) et ( $\text{salle}, \text{film}$ )
- forme normale: 2NF mais pas 3NF ( DF1 ne viole pas la 3NF  $\text{salle}$  et  $\text{ville}$  étant primaire), DF2 ne viole ni la 2NF ni la 3NF ni la BCNF sa partie gauche étant une clé, DF4 respecte la 2NF mais viole la 3NF

- Ici la décomposition en BCNF se fait avec perte de DF:

Si l'on choisit de découper selon  $DF1$ , on perd  $DF2$

Tentons un Premier découpage en utilisant  $DF3$

- Distributeurs(distributeur, représentant) clé distributeur en BCNF
- Cinémas2(film, ville, salle, distributeur) deux clés candidates (film, salle) et (film, ville) respecte  $DF1$  n'est donc pas en BCNF

On redécoupe Cinemas2 selon  $DF1$

- Cinémas3(film,salle, distributeur)clé (film, salle) en BCNF
- Salles(salle, ville) clé salle en BCNF

On obtient donc finalement

- Cinémas3( film,salle , distributeur)
- Distributeurs( distributeur , représentant)
- Salles( salle , ville)

La dépendance fonctionnelle(film, ville)  $\rightarrow$  (salle,distributeur) est perdue

Remarque : La décomposition en 3NF

- Cinemas4( Film, Ville, Salle, Distributeur), deux clés candidates (Salle,Film) et (Film,Ville). La dépendance Salle  $\rightarrow$  Ville respectant la 3NF, on ne redécoupe pas au delà
- Distributeurs( distributeur , représentant)

ne respecte pas la BCNF.

---