

# Normalisation relationnelle

## Corrigés

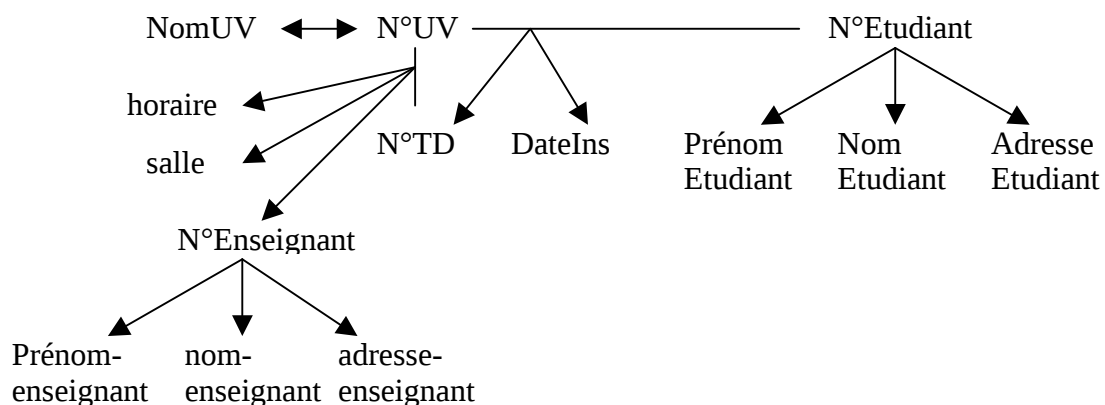
### Exercice 1:

1. Les redondances et les problèmes de mises à jour de la relations FAC correspondent à ceux de la première forme normale:

a. redondances: A chaque inscription d'un étudiant dans une UV, on répète plusieurs fois son nom, son prénom et son adresse. De la même façon, pour un noUV donné, on répète le nom de cet UV autant de fois qu'il y a ce noUV dans la base. De la même façon, pour chaque étudiant qui s'inscrit à une séance de TD, il faut répéter le nom et l'adresse de l'enseignant qui dirige le travail ainsi que la salle et l'horaire.

b. mise à jour: si l'on supprime la liste de tous les noUV, on supprime aussi les informations sur les étudiants (nom, prénom et adresse). Si l'on modifie l'adresse (ou prénom) d'un étudiant, il faudra faire autant de modifications qu'il y a de tuples ayant le même noEtudiant.

2. Le graphe minimale de dépendance fonctionnelle est comme suit.



L'identifiant de la relation FAC est (noEtudiant,noUV) (ou nomUV, noEtudiant).

FAC est en première forme normale mais pas en deuxième forme normale car il existe des attributs qui dépendent d'attributs qui ne sont pas des identifiants entiers de la relation.

Par exemple, nomEtudiant, prénomEtudiant et adresseEtudiant ne dépendent que de noEtudiant.

3. Si dans une relation R, on peut trouver trois ensembles d'attributs A,B et C tels qu'il y a une dépendance fonctionnelle  $A \rightarrow B$ , alors R peut être décomposée en deux relations R1(A,B) et R2(A,C) sans perte d'information. La relation FAC peut donc être décomposée en:

A = {noUV , noTD }

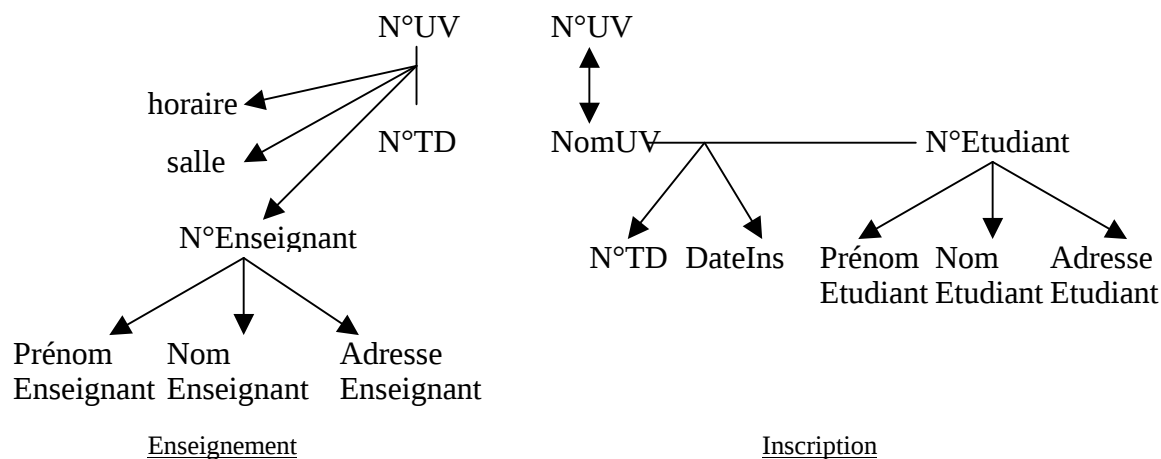
B = {salle, horaire, noEnseignant,prénomEnseignant, nomEnseignant,adresseEnseignant}

C = {NomUV,noEtudiant,prénomEtudiant,nomEtudiant,adresseEtudiant,DateIns}

On peut donc décomposer la relation initiale en Enseignement (A,B) et Inscription (A,C):

**Enseignement(noUV,noTD,salle,horaire,noEnseignant,PrénomEnseignant,  
NomEnseignant,AdresseEnseignant)**

**Inscription(noUV,noTD,NomUV,noEtudiant,prénomEtudiant,nomEtudiant,  
adresseEtudiant,DateIns)**



Dans la relation Enseignement, l'identifiant est (noTD, noUV). La relation est en deuxième forme normale mais pas en troisième forme normale car il y a des dépendances transitives:  $noUV, noTD \rightarrow NomEnseignant$

Dans la relation Inscription, l'identifiant est ( noUV,noEtudiant) ou (noUV,NomEtudiant). La relation n'est pas en deuxième forme normale pour la même raison que dans la relation FAC.

Les problèmes de redondance se sont améliorés en ce sens qu'il n'y a plus besoin de répéter les données de l'enseignant qui dirige un TD quand un étudiant s'y inscrit. Ensuite, il n'y a pas besoin d'enregistrer un étudiant quand on veut entrer la salle et l'horaire d'un TD dans la base. Sinon, les mêmes problèmes que pour FAC existent toujours.

4. La relation Inscription est décomposée à nouveau, ce qui donne:

$A = \{noUV, noEtudiant\}$

$B = \{NomUV, prénomEtudiant, nomEtudiant, adresseEtudiant\}$

$C = \{dateIns, noTD\}$

Enseignement n'a pas changé

**Etudiant = {noUV,noEtudiant,NomUV,prénomEtudiant,nomEtudiant,adresseEtudiant}**

**Inscrit = {noUV,noEtudiant,dateIns,noTD}**

Une deuxième décomposition de la relation Etudiant donne:

$A = \{noUV\}$

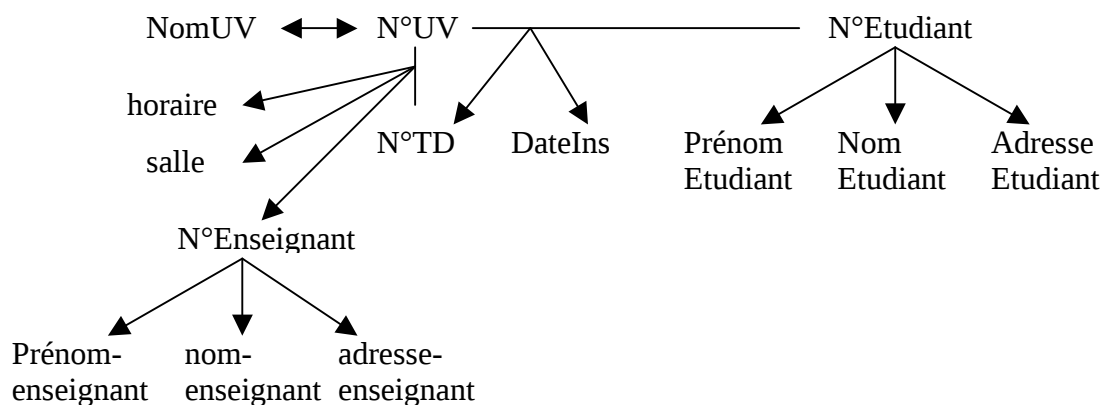
$B = \{NomUV\}$

$C = \{noEtudiant, prénomEtudiant, nomEtudiant, adresseEtudiant\}$

Enseignement et Inscrit n'ont pas changé.

**Etudiant = {noUV,noEtudiant,prénomEtudiant,nomEtudiant,adresseEtudiant}**

**UV = {noUV, nomUV}**



Toutes les relations ont été décomposées sans perte d'information.

La clé de Inscrit est (noUV, noEtudiant), la relation est en BCNF.

La clé de UV est un des deux attributs, elle est aussi en BCNF.

La clé de Etudiant est (noUV, noEtudiant), il y a toujours des attributs qui ne dépendent que d'une partie de l'identifiant, elle n'est donc qu'en première forme normale.

La décomposition de la relation Etudiant donne:

A={noEtudiant}

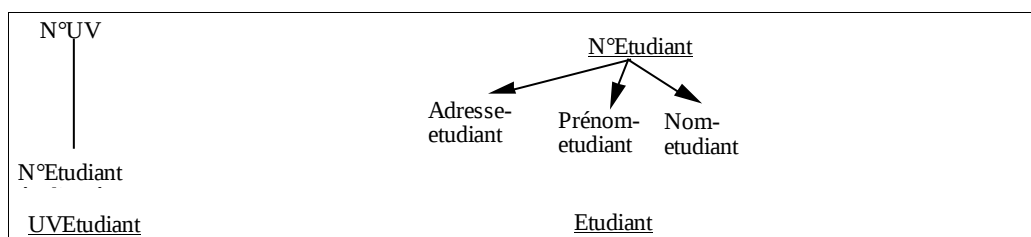
B={prénomEtudiant, nomEtudiant, adresseEtudiant}

C={noUV}

Enseignement, Inscrit et UV n'ont pas changé

**Etudiant = {noEtudiant, prénomEtudiant, nomEtudiant, adresseEtudiant}**

**UVetudiant = {noUV, noEtudiant}**



Etudiant est maintenant en BCNF avec la clé noEtudiant.

UVetudiant est redondante par rapport à Inscrit et peut être supprimée.

La décomposition de la relation Enseignement donne:

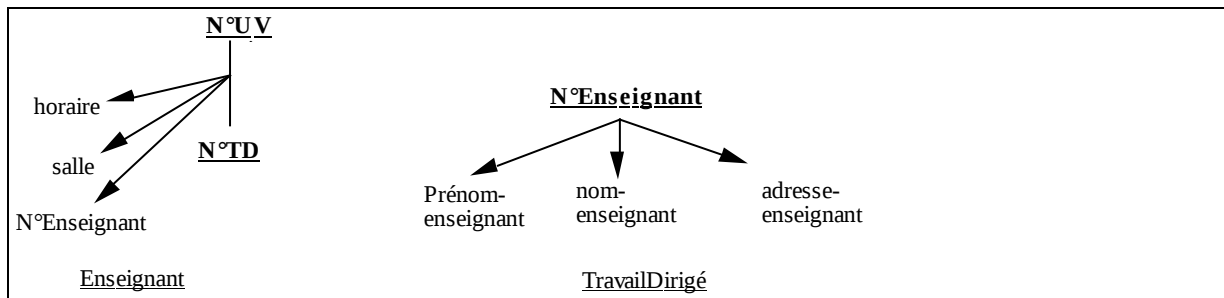
A={noEnseignant}

B={prénomEnseignant, nomEnseignant, adresseEnseignant}

C={noUV, noTD, salle, horaire}

**Enseignement = {noEnseignant, prénomEnseignant, nomEnseignant, adresseEnseignant}**

**TravailDirige={noEnseignant, noUV, noTD, salle, horaire}**



Enseignant est en BCNF avec comme identifiant noEnseignant.  
 TravailDirigé est en BCNF avec clé (noUV, noTD)

On obtient finalement:

**Inscrit** = {noUV,noEtudiant,DateIns,noTD}

**UV** = {noUV, NomUV}

**Etudiant** = {noEtudiant,prénomEtudiant,nomEtudiant,adresseEtudiant}

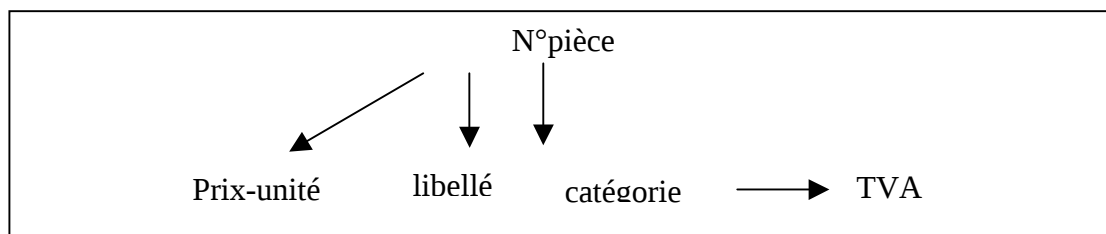
**Enseignement** = {noEnseignant,prénomEnseignant,nomEnseignant,adresseEnseignant}

**TravailDirigé**={noEnseignant,noUV,noTD,salle,horaire}

## Exercice 2:

### 1.Pièce

- a) On a une redondance sur les valeurs de TVA, par rapport aux catégories.  
 b) le graphe minimum des dépendances fonctionnelles est:



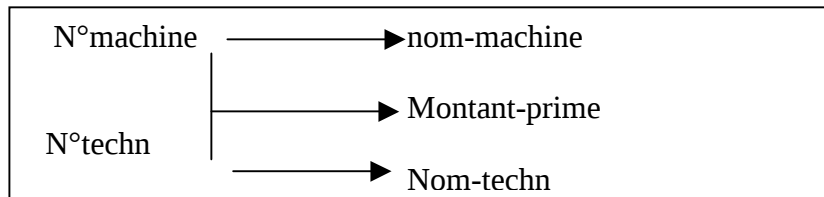
- c) son identifiant est nopièce;  
 d) La relation est en 2NF, mais pas en 3NF, parce qu'il y a une dépendance transitive: nopiece→TVA déduite des dépendances nopièce → catégorie et catégorie → TVA  
 e) Une décomposition est la suivante:  
 Pièce (nopièce, prixUnité, libellé, catégorie)  
 Catégorie (catégorie, TVA)

Ces deux relations sont en 3NF; en plus elles sont aussi en BCNF (chaque déterminant est une clé candidate) et en 4NF.

### 2.Prime

- a) On a des redondances sur les attributs nomMachine (par rapport à noTypeMachine) et nomTechnicien (par rapport à noTechnicien).  
 Un problème se pose quand il y a des machines sur lesquelles personne ne travaille, quelles sont dans ce cas les valeurs des attributs noTechnicien, nomTechnicien et montantPrime? Le même problème se pose s'il y a des techniciens qui ne travaillent sur aucune machine.

b) le graphe des dépendances fonctionnelles est:



c) son identifiant est (noTypeMachine, noTechnicien)

d) la relation est seulement en 1NF, parce que nomMachine et nomTechnicien sont dépendantes de sources de DF qui ne sont pas des identifiants entiers.

e) On peut décomposer Prime en:

Machine (noTypeMachine, nomMachine)

Technicien (noTechnicien, nomTechnicien)

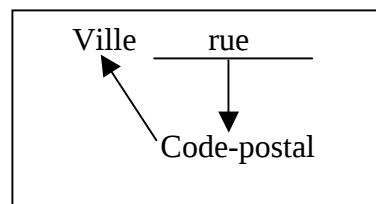
Prime (noTypeMachine, noTechnicien, montantPrime)

Ces trois relations sont en 3NF (pas de dépendances transitives) et BCNF (les sources de DF sont des clés candidates).

### 3. Adresse

a) Il y a répétition de la ville pour un même code postal.

b) Le graphe des dépendances fonctionnelles est:



c) La relation a deux identifiants: (codePostal, rue) et (rue, ville).

d) La relation est en 3NF (tout attribut appartient à un identifiant), mais pas en BCNF (codePostal est source d'une DF mais n'est pas un identifiant entier).

e) Il n'y a pas de décomposition à faire (c'est impossible de passer en BCNF sans perdre de DF).

### 4. Employé1

a) La relation conduit à des redondances, parce pour chaque valeur de noemp il faut lui associer toutes les combinaisons entre les valeurs d'aptitude et les valeurs de langue.

b) Il y a des dépendances multivaluées:  $\text{noEmp} \twoheadrightarrow \text{aptitude}$ ,  $\text{noEmp} \twoheadrightarrow \text{langue}$

c) L'identifiant est composé par (noEmp, aptitude, langue)

d) La relation est en BCNF car il n'y a pas de DF, mais elle n'est pas en 4NF (à cause des dépendances multivaluées).

e) Sa décomposition donne:

Employe1a(noEmp, aptitude)

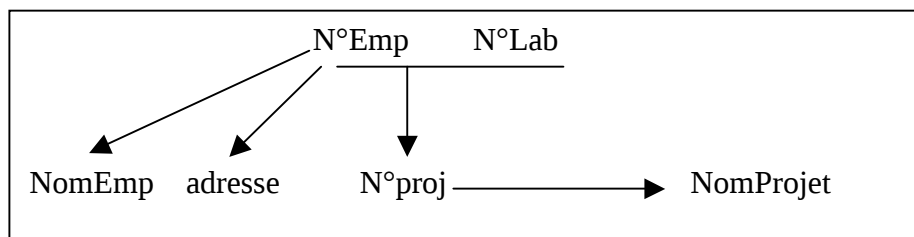
Employe1b(noEmp, langue)

### 5. Employé2

- a) Chaque occurrence associe à un employé une aptitude et le pays correspondant; on n'a pas de redondances.
- b) Il n'y a pas de dépendances multivaluées non triviales.
- c) La relation a un identifiant, composé par les trois attributs.
- d) La relation est en 4NF.
- e) Il n'y a pas lieu de décomposer

### 6. Employé3

- a) Il y a des redondances pour les attributs nomEmp, adresse et nomProj.
- b) Graphe minimum des dépendances:



- c) L'identifiant est composé de (noEmp, noLab).
- d) La relation est en 1NF, mais pas en 2NF.
- e) La relation peut être décomposée en:

R1 (noEmp, noLab, noProj)

R2 (noEmp, nomEmp, adresse)

R3 (noProj, nomProj)

Ces relations sont en BCNF (toutes les sources de DF sont des clés candidates)

### Exercice 3:

AssSport est en BCNF, parce qu'il n'y a pas de dépendances fonctionnelles, mais elle n'est pas satisfaisante pour autant.

En effet la liste des horaires d'un étudiant doit être répétée pour chacun des sports auquel il veut participer.

En fait non seulement il n'y a pas de dépendance fonctionnelle, mais il y a une totale indépendance entre l'horaire et le sport.

Il s'agit ici d'une dépendance multivaluée  $noEtudiant \twoheadrightarrow horaire$ ,  $noEtudiant \twoheadrightarrow sport$ .

La décomposition en deux relations:

libre(noEtudiant, horaire)

sport(noEtudiant, sport)

évite les redondances; les deux relations sont toujours en BCNF et même en 4NF (pour information).

### Exercice 4:

Il n'y a pas de dépendances fonctionnelles compatibles avec R.

Dépendances multivaluées:  $A \twoheadrightarrow B$ ,  $A \twoheadrightarrow C$  sont compatibles avec R.

La relation n'est pas en 4ème forme normale.  
Elle doit être décomposée en  $R1(\underline{A}, B)$  et  $R2(\underline{A}, C)$ .

### Exercice 5:

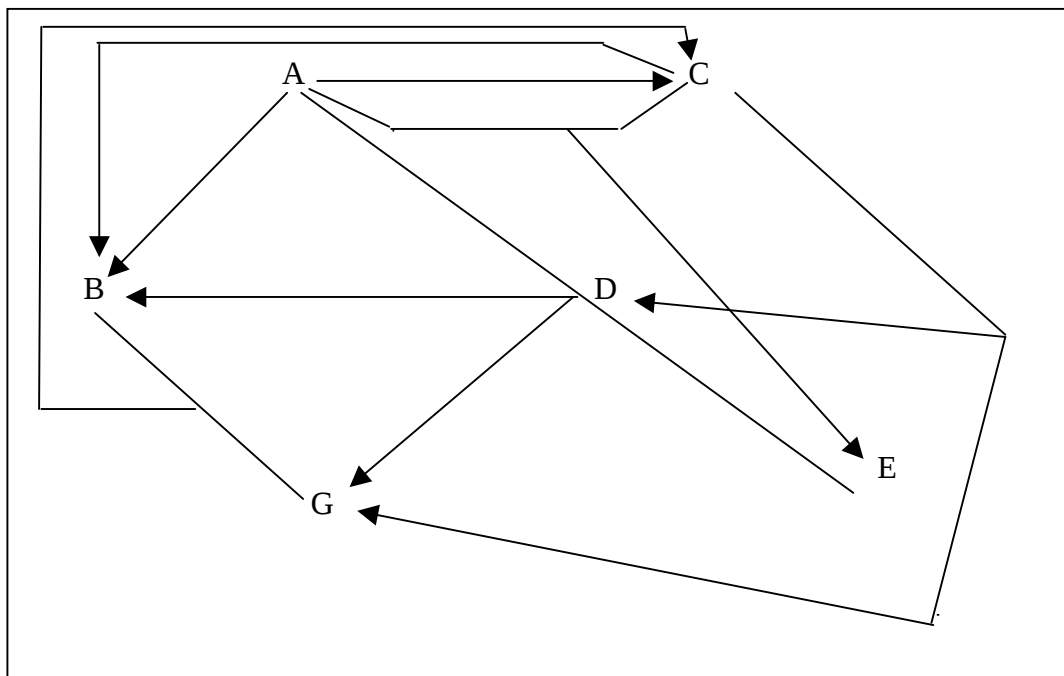
- L'ensemble des dépendances de  $R1$  est  $\{AB \rightarrow D, B \rightarrow C, D \rightarrow E, D \rightarrow F\}$ .  
 $AB$  est la clé de  $R1$ .
- $R1$  est en 1ère forme normale, mais pas en 2ème forme normale.
- La relation  $R11$  est en 2ème forme normale mais pas en 3ème forme normale parce qu'il y a transitivité avec  $AB \rightarrow D$  et  $D \rightarrow E \mid F$ . La relation  $R12$  est en BCNF.
- Décomposition de  $R11$  en BCNF (en utilisant  $D \rightarrow E \mid F$ ):  $R112(D, E, F)$  et  $R112(A, B, D)$

### Exercice 6:

- Ensemble des dépendances de  $R2$  est  
 $\{X \twoheadrightarrow Y, (X, Z) \twoheadrightarrow T, X \twoheadrightarrow ZTUVW, (X, Z) \twoheadrightarrow UVW\}$   
 $XYZTUVW$  est la clé de  $R2$
- $R2$  est en BCNF.
- Décomposition de  $R2$  :  
 $R21(X, Y)$   
 $R22(X, Z, T)$   
 $R23(X, Z, U, V, W)$ .

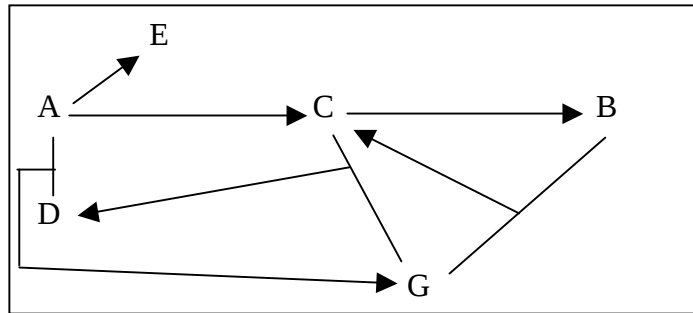
### Exercice 7:

a)



|      |   |   |  |                             |    |       |
|------|---|---|--|-----------------------------|----|-------|
| A    | → | C |  |                             |    | A → C |
| •    |   |   |  | => A, C → E non élémentaire | => |       |
| A, C | → | E |  |                             |    | A → E |
| A    | → | E |  |                             |    | A → E |

- |         |   |      |  |                                      |    |             |
|---------|---|------|--|--------------------------------------|----|-------------|
|         |   |      |  | => A, D, E → B, G non élémentaire => |    |             |
| A, D, E | → | B, G |  |                                      |    | A, D → B, G |
| A       | → | B    |  |                                      |    |             |
|         |   |      |  | => A, D → B redondante               | => | A → B       |
| A, D    | → | B    |  |                                      |    |             |
| A       | → | C    |  |                                      |    | A → C       |
| C       | → | B    |  | => A → B déduite                     | => |             |
| A       | → | B    |  |                                      |    | C → B       |



|                               |      |
|-------------------------------|------|
| R1 ( <u>A</u> , E, C)         | BCNF |
| R2 ( <u>A</u> , D, G)         | BCNF |
| R3 ( <u>C</u> , <u>G</u> , D) | BCNF |
| R4 (C, <u>B</u> , G)          | 3NF  |