

# COMPTE RENDU

Bases de Données Avancées - Exercise Sheet No.2  
3e année Cybersécurité - École Supérieure d'Informatique et du  
Numérique (ESIN)  
Collège d'Ingénierie & d'Architecture (CIA)

**Étudiant :** HATHOUTI Mohammed Taha

**Filière :** Cybersecurité

**Année :** 2025/2026

**Enseignants :** Mme.ELHAJI & M.HJJAMI

**Date :** 1<sup>er</sup> octobre 2025

# 1 Exercice I : Formes Normales

Considérons la relation en 1NF donnée par :

$$R(U = \{A, B, C, D, E\}, F = \{AC \rightarrow BE, BC \rightarrow A, ABC \rightarrow D\})$$

## 1.1 Question 1 : Montrer que R est en Deuxième Forme Normale (2NF)

### Définition de la 2NF :

Une relation est en 2NF si et seulement si :

- 1) Elle est en 1NF (donné dans l'énoncé) ;
- 2) Tous les attributs non-clés dépendent pleinement de la clé primaire (pas de dépendance partielle).

### Étape 1 : Détermination de la clé candidate

On remarque que  $C$  n'apparaît pas dans le côté droit. On en déduit que  $C$  est soit une clé candidate soit appartient à la clé. On remarque aussi que  $D$  et  $E$  ne sont jamais à gauche donc on peut en déduire qu'il s'agit d'attributs non-clé.

$$\begin{aligned} &— C \rightarrow C \\ &\quad \{C\}^+ \neq \{U\} \end{aligned}$$

On en déduit que  $C$  appartient à la clé mais n'est pas une clé.

$$\begin{aligned} &— AC \rightarrow AC \\ &\quad AC \rightarrow ACBE(\text{car } AC \rightarrow BE) \\ &\quad AC \rightarrow ACBED(\text{car } ABC \rightarrow D) \\ &\quad \{AC\}^+ = \{ABCDE\} = \{U\} \\ &\quad \text{On en déduit que } AC \text{ est une clé candidate.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &— BC \rightarrow BC \\ &\quad BC \rightarrow ACB(\text{car } BC \rightarrow A) \\ &\quad BC \rightarrow ACBD(\text{car } ABC \rightarrow D) \\ &\quad BC \rightarrow ACBDE(\text{car } AC \rightarrow BE) \\ &\quad \{BC\}^+ = \{ABCDE\} = \{U\} \\ &\quad \text{On en déduit que } BC \text{ est une clé candidate.} \end{aligned}$$

$AC$  et  $BC$  sont donc les clés minimales de la relation  $R$ .  $ABC$  est une super-clé car elle est composée que des clés.

2)

**Attributs premiers :**  $\{A, B, C\}$

**Attributs non-premiers :**  $\{D, E\}$

Vérifions que les attributs non-premiers ne dépendent d'aucune partie stricte d'une clé candidate.

$$\begin{aligned} &— A \rightarrow A \\ &\quad \{A\}^+ = \{A\} \neq \{U\} \end{aligned}$$

- $B \rightarrow B$   
 $\{B\}^+ = \{B\} \neq \{U\}$
- $C \rightarrow C$   
 $\{C\}^+ = \{C\} \neq \{U\}$

On en déduit donc que  $R$  est en 2NF.

## 1.2 Question 2 : Déterminer si $R$ est en Troisième Forme Normale (3NF)

**Rappel :**  $F = \{AC \rightarrow BE, BC \rightarrow A, ABC \rightarrow D\}$

$$AC \rightarrow BE : \\ AC \rightarrow B \\ AC \rightarrow E$$

$$BC \rightarrow A : \\ BC \rightarrow A$$

$$ABC \rightarrow D : \\ ABC \rightarrow D$$

Les attributs non-premiers dependent directement et uniquement de clés candidates  $(AC, BC)$  et de superclés  $(ABC)$ .

## 2 Exercice II : Normalisation de la Relation Course-Registration

On considère la relation **CourseRegistration** suivante :

StudentID	StudentName	CourseID	CourseName	Instructor	InstructorEmail	Semester	Grade
1001	Sara	CS101	Databases	Dr. Haji	haji@uir.edu	Fall2025	19
1002	Amine	CS101	Databases	Dr. Haji	haji@uir.edu	Fall2025	17
1001	Sara	CS102	AI	Dr. Gadi	gadi@uir.edu	Fall2025	16
1003	Nour	CS102	AI	Dr. Gadi	gadi@uir.edu	Fall2025	18

**Dépendances Fonctionnelles (DF) :**

- $StudentID \rightarrow StudentName$  ;
- $CourseID \rightarrow CourseName, Instructor, InstructorEmail$  ;
- $CourseID, StudentID, Semester \rightarrow Grade$  ;

## 2.1 Question 1 : Vérifier si CourseRegistration est en 1NF

### Définition de la 1NF :

Une relation est en 1NF si :

- 1) Tous les attributs contiennent des valeurs atomiques (pas de valeurs multiples) ;
- 2) Chaque tuple est unique ;
- 3) L'ordre des tuples n'a pas d'importance.

### Analyse :

La relation **CourseRegistration** est en 1NF car toutes les valeurs sont atomiques, pas de valeurs multiples et chaque enregistrement est unique.

## 2.2 Question 2 : Identifier la(les) clé(s) candidate(s)

—  $\{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \} \rightarrow \{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \}$

$\{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \} \rightarrow \{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester}, \text{Grade} \}$   
(car  $\{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \} \rightarrow \text{Grade}$ )

$\{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \} \rightarrow \{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester}, \text{Grade}, \text{CourseName}, \text{Instructor}, \text{InstructorEmail} \}$   
(car  $\text{CourseID} \rightarrow \text{CourseName}, \text{Instructor}, \text{InstructorEmail}$ )

$\{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \} \rightarrow \{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester}, \text{Grade}, \text{CourseName}, \text{Instructor}, \text{InstructorEmail}, \text{StudentName} \}$   
(car  $\text{StudentID} \rightarrow \text{StudentName}$ )

$$\{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \}^+ = \{U\} \quad (1)$$

—  $\text{CourseID} \rightarrow \text{CourseID}, \text{CourseName}, \text{Instructor}, \text{InstructorEmail}$

$$\{ \text{CourseID} \}^+ \neq \{U\} \quad (2)$$

—  $\text{StudentID} \rightarrow \text{StudentName}$

$$\{ \text{StudentID} \}^+ \neq \{U\} \quad (3)$$

Donc  $\{ \text{CourseID}, \text{StudentID}, \text{Semester} \}$  est la clé candidate unique de la relation **CourseRegistration**.

## 2.3 Question 3 : Vérifier si CourseRegistration est en 2NF

**Rappel :** Une relation est en 2NF si elle est en 1NF et qu'il n'y a pas de dépendance partielle d'un attribut non-clé par rapport à une partie de la clé primaire.

**Identification des attributs :**

- **Attributs premiers :** {CourseID, StudentID, Semester} ;
- **Attributs non-premiers :** {StudentName, CourseName, Instructor, InstructorEmail, Grade} ;

**Analyse des dépendances partielles :**

- $\text{StudentID} \rightarrow \text{StudentName}$  : StudentName dépend d'une partie de la clé (StudentID uniquement)  $\Rightarrow$  Dépendance partielle ;
- $\text{CourseID} \rightarrow \text{CourseName, Instructor, InstructorEmail}$  : Ces attributs dépendent d'une partie de la clé (CourseID uniquement)  $\Rightarrow$  Dépendance partielle ;
- $\{\text{CourseID, StudentID, Semester}\} \rightarrow \text{Grade}$  : Grade dépend de la totalité de la clé ;

**Conclusion :** CourseRegistration n'est pas en 2NF car il existe des dépendances partielles.

**Décomposition en 2NF :**

Pour éliminer les dépendances partielles, on décompose la relation en 3 tables :

**Table 1 : Student**

StudentID	StudentName
1001	Sara
1002	Amine
1003	Nour

- Clé primaire : StudentID ;
- Dépendance Fonctionnelle :  $\text{StudentID} \rightarrow \text{StudentName}$  ;

**Table 2 : Course**

CourseID	CourseName	Instructor	InstructorEmail
CS101	Databases	Dr. Haji	haji@uir.edu
CS102	AI	Dr. Gadi	gadi@uir.edu

- Clé primaire : CourseID ;
- Dépendance Fonctionnelle :  $\text{CourseID} \rightarrow \text{CourseName, Instructor, InstructorEmail}$  ;

**Table 3 : Registration**

CourseID	StudentID	Semester	Grade
CS101	1001	Fall2025	19
CS101	1002	Fall2025	17
CS102	1001	Fall2025	16
CS102	1003	Fall2025	18

- Clé primaire : CourseID, StudentID, Semester ;
- Dépendance Fonctionnelle :  $\text{CourseID, StudentID, Semester} \rightarrow \text{Grade}$  ;
- Clés étrangères : CourseID référence Course, StudentID référence Student ;

Les trois tables sont maintenant en 2NF car tous les attributs non-clés dépendent de la totalité de leur clé primaire respective.

## 2.4 Question 4 : Vérifier si les tables en 2NF sont en 3NF

**Rappel :** Une relation est en 3NF si elle est en 2NF et qu'il n'y a pas de dépendance transitive, c'est-à-dire : Attribut non-clé  $\rightarrow$  Attribut non-clé.

**Analyse de chaque table :**

### 1) Table Student(StudentID, StudentName)

- Un seul attribut non-clé (StudentName) ;
- Pas de dépendance transitive possible ;
- **EN 3NF** ;

### 2) Table Registration(CourseID, StudentID, Semester, Grade)

- Un seul attribut non-clé (Grade) ;
- Pas de dépendance transitive possible ;
- **EN 3NF** ;

### 3) Table Course(CourseID, CourseName, Instructor, InstructorEmail)

- Deux attributs non-clé Instructor et InstructorEmail ;
- $\text{CourseID} \rightarrow \text{Instructor}$  et  $\text{Instructor} \rightarrow \text{InstructorEmail}$  ;
- **N'EST PAS en 3NF** ;

**Décomposition finale en 3NF (si nécessaire) :**

$\text{Instructor} \rightarrow \text{InstructorEmail}$ , on décompose en :

**Table 2 : Course**

CourseID	CourseName	Instructor
CS101	Databases	Dr. Haji
CS102	AI	Dr. Gadi

- Clé primaire : CourseID ;
- Dépendance Fonctionnelle :  $\text{CourseID} \rightarrow \text{CourseName}, \text{Instructor}$  ;

**Table 4 : Instructor**

Instructor	InstructorEmail
Dr. Haji	haji@uir.edu
Dr. Gadi	gadi@uir.edu

- Clé primaire : Instructor ;
- Dépendance Fonctionnelle :  $\text{Instructor} \rightarrow \text{InstructorEmail}$  ;

**Schéma relationnel final en 3NF :**

1. **Student**(StudentID, StudentName) ;
2. **Course**(CourseID, CourseName, Instructor) ;
3. **Registration**(CourseID, StudentID, Semester, Grade) ;
4. **Instructor**(Instructor, InstructorEmail).

Toutes les tables sont maintenant en 3NF.