



COMPTE-RENDU

Bases de Données Avancées - Exercise Sheet No. 1
3e année Cybersécurité École Supérieure d'Informatique et du Numérique (ESIN)
Collège d'Ingénierie & Architecture (I&A)

Étudiant :	HATHOUTI Mohammed taha
Filière :	Cybersécurité
Année :	2025/2026
Enseignants :	Mme.ELHAJI & M.HJJAMI
Date :	26 septembre 2025

Exercice 1:

$F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, CE \rightarrow GH, G \rightarrow A\}$

Montrer que:

* $BG \rightarrow DHEF^+$

$BG \rightarrow BG$

$BG \rightarrow B$ et $B \rightarrow D$

par transitivité $BG \rightarrow D$

alors $BG \rightarrow BGD$ (car $BG \rightarrow D$)

$BG \rightarrow BGD A$ (car $G \rightarrow A$)

$BG \rightarrow BGDAC$ (car $AB \rightarrow C$)

$BG \rightarrow BGDACE$ (car $CD \rightarrow E$)

$BG \rightarrow BGDACEH$ (car $CE \rightarrow H$)

$\Rightarrow BG \rightarrow DH \in F^+$

* $CD \rightarrow B \notin F^+$

$CD \rightarrow CD$

$CD \rightarrow CDE$ (car $CD \rightarrow E$)

$CD \rightarrow CDEGH$ (car $CE \rightarrow GH$)

$CD \rightarrow CDEGHA$ (car $G \rightarrow A$)

B ne figure pas dans la
partie droite de F

$\Rightarrow CD \rightarrow B \notin F^+$

* $ABC \rightarrow DEG \notin F^+$

$ABC \rightarrow ABC$

$ABC \rightarrow ABCD$ (car $B \rightarrow D$)

$ABC \rightarrow ABCDE$ (car $CD \rightarrow E$)

$ABC \rightarrow ABCDEGH$ (car $CE \rightarrow GH$)

$\Rightarrow ABC \rightarrow DEG$

Exercice 2:

$$F = \{ BC \rightarrow D, DG \rightarrow A, DE \rightarrow G, C \rightarrow E, H \rightarrow B \}$$

1) $CH \rightarrow AE$

$$CH \rightarrow CH$$

$$CH \rightarrow CHE \text{ (car } C \rightarrow E)$$

$$\text{donc } CH \rightarrow AE \notin F^+$$

C et H ne figurent pas dans la partie droite de F

2) $BC \rightarrow DEG$

$$BC \rightarrow BC$$

$$BC \rightarrow BCD \text{ (car } BC \rightarrow D)$$

$$BC \rightarrow BCDE \text{ (car } C \rightarrow E)$$

$$BC \rightarrow BCDEG \text{ (car } DE \rightarrow G)$$

$$\Rightarrow BC \rightarrow DEG \in F^+$$

3) $ADEG \rightarrow BC$

C ne figure pas dans la partie droite de F

$$\text{donc } ADEG \rightarrow BC \notin F^+$$

Exercice 3:

$$F = \{ AC \rightarrow B, C \rightarrow D, BD \rightarrow E, BE \rightarrow GH, G \rightarrow A \}$$

1) C ne figure pas dans la partie droite de F

$$\Rightarrow C \in K(R)$$

2)

on part de C pour déterminer les clés

$$C \rightarrow C$$

$$C \rightarrow CD \text{ (car } C \rightarrow D)$$

On en déduit que C n'est pas une clé de R

* AC

$AC \rightarrow AC$

$AC \rightarrow ACB$ (car $AC \rightarrow B$)

$AC \rightarrow ACBD$ (car $C \rightarrow D$)

$AC \rightarrow ACBDE$ (car $BD \rightarrow E$)

$AC \rightarrow ACBDEGH$ (car $BE \rightarrow GH$)

$\{AC\}^+ = \{A, C, B, D, E, G, H\} = \{U\}$

$\Rightarrow (A, C)$ est une clé de R

* BC

$BC \rightarrow BC$

$BC \rightarrow BCD$ (car $C \rightarrow D$)

$BC \rightarrow BCDE$ (car $BD \rightarrow E$)

$BC \rightarrow BCDEGH$ (car $BE \rightarrow GH$)

$BC \rightarrow BCDEGHA$ (car $G \rightarrow A$)

$\{BC\}^+ = \{B, C, D, E, G, H, A\} = \{U\}$

$\Rightarrow (B, C)$ est une clé de R

* DC

$DC \rightarrow DC$

$\Rightarrow (D, C)$ n'est pas une clé de R

* EC

$EC \rightarrow EC$ | $EC \rightarrow ECD$

$\Rightarrow (E, C)$ n'est pas une clé de R

* GC

$GC \rightarrow GC$

$GC \rightarrow GCA$ (car $G \rightarrow A$)

$GC \rightarrow GCAB$ (car $AC \rightarrow B$)

$GC \rightarrow GCABD$ (car $C \rightarrow D$)
 $GC \rightarrow GCABDE$ (car $BD \rightarrow E$)
 $GC \rightarrow GCABDEH$ (car $BE \rightarrow GH$)
 $\{GC\}^+ = \{G, A, C, B, D, E, H\} = \{U\}$
 $\Rightarrow (G, C)$ est une clé de R

* HC

$HC \rightarrow HC$
 $HC \rightarrow HCD$ (car $C \rightarrow D$)
 $\Rightarrow (H, C)$ n'est pas une clé de R

Exercice 4:

$F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow A, AD \rightarrow E, BD \rightarrow I\}$
 $G = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow A, AD \rightarrow EI\}$

Vérifier $F^+ = G^+$

* $F^+ \subseteq G^+$

$AB \rightarrow C$ est dans F et G
 $B \rightarrow A$ est dans F et G
 $AD \rightarrow E$ est dans F et G
 $BD \rightarrow I$
 $BD \rightarrow BD$
 $BD \rightarrow BDA$ (car $B \rightarrow A$)
 $BD \rightarrow BDAEI$ (car $AD \rightarrow EI$)
 $BD \rightarrow EI$ donc $BD \rightarrow I$
 Alors $F^+ \subseteq G^+$

* $G^+ \subseteq F^+$

$AB \rightarrow C$ est dans F et G

$AB \rightarrow A$ est dans F et G

$AD \rightarrow EI$

$AD \rightarrow AD$

$AD \rightarrow ADE$ (car $AD \rightarrow E$)

$AD \not\rightarrow EI$

On en déduit que $G^+ \subseteq F^+$

$\Rightarrow F^+ \neq G^+$

Exercice 5:

1) $ProductNum \rightarrow ProductName, UnitPrice, VAT$

* un produit a un nom, un prix unitaire et une TVA fixe;

$ClientNum \rightarrow ClientName$

* un client a toujours le même nom;

$(ProductNum, ClientNum, Date) \rightarrow Number$

* le nombre d'unités d'un produit commandés dépend du produit, du client et de la date de commande;

Donc les dépendances fonctionnelles probables sont;

* $ProductNum \rightarrow ProductName, UnitPrice, VAT$

* $ClientNum \rightarrow ClientName$

* $(ProductNum, ClientNum, Date) \rightarrow Number$

La clé candidate minimale : $(ProductNum, ClientNum, Date)$

2) la relation "commande" est en 1NF (attributs atomiques).
Cependant elle n'est pas en 2NF car certains attributs non-clés (ProductName, UnitPrice, VAT, ClientName) ne dépendent pas entière à la clé primaire mais que en partie comme montré dans la qst précédente.

3) Relations proposées avec les clés primaires soulignées:

- * COMMANDE (Product Num, Client Num, Date, Number);
- * PRODUIT (Product Num, Product Name, Unit Price, VAT);
- * CLIENT (Client Num, Client Name);

Exercice 6:

$$DF = \{A \rightarrow BC, C \rightarrow AD, E \rightarrow ABC, F \rightarrow CD, CD \rightarrow BEF\}$$

1) * A → A

$$A \rightarrow ABC \text{ (car } A \Rightarrow BC)$$

$$A \rightarrow ABCD \text{ (car } C \Rightarrow AD)$$

$$A \rightarrow ABCDEF \text{ (car } CD \Rightarrow BEF)$$

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

⇒ A est une clé de R

* B → B

⇒ B n'est pas une clé de R

* C → C

$$C \rightarrow CAD \text{ (car } C \Rightarrow AD)$$

$$C \rightarrow CADBEF \text{ (car } CD \Rightarrow BEF)$$

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

⇒ C est une clé de R

* $D \rightarrow D$

$D \rightarrow D$

$\Rightarrow D$ n'est pas une clé de R

* $E \rightarrow E$

$E \rightarrow EABC$ (car $E \rightarrow ABC$)

$E \rightarrow EABCD$ (car $C \rightarrow D$)

$E \rightarrow EABCDF$ (car $CD \rightarrow BEF$)

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

$\Rightarrow E$ est une clé de R

* $F \rightarrow F$

$F \rightarrow FCD$ (car $F \rightarrow CD$)

$F \rightarrow FCDBE$ (car $CD \rightarrow BEF$)

$F \rightarrow FCDBEA$ (car $E \rightarrow ABC$)

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

$\Rightarrow F$ est une clé de R

2) 3NF (troisième loi Normale) (Définition du cours)

* est en 2NF;

* aucun attribut non-clé ne dépend par transitivité d'un autre attribut non-clé;

R satisfait la 2NF et ne contient aucune dépendance transitive entre attributs non-clés. Toutes les dépendances qui produisent B ou D ont pour antécédent une clé ou une superclé (le cas de $CD \rightarrow BEF$). On en déduit donc que R est en 3NF.