

Travaux dirigées Bases de Données

Corrigés

Série I

Exercice I.1.

Rappel énoncé: On a les données suivantes sur des élèves avec le DFs:

Matricule, Nom, Age, Club, Salle

Matricule \rightarrow Nom , AGE

Matricule \rightarrow Club

Club \rightarrow Salle

- a. Que signifie chaque DFs?
- b. Mettre ces informations dans un ensemble de schémas de relations en 3FN

Correction

Dans ce type d'énoncé, on donne les attributs et les DFs qui les lient. On vous demande ensuite de normaliser. Dans certains énoncés, cf. série 2 et 3, il faut chercher sois-même ces attributs et/ou DFs.

Ensuite on suppose que les domaines des attributs sont sous-entendus, i.e. simple à concevoir... Ici, **Matricule** est un attribut défini sur le numéro matricule d'élève (e.g. 9867, 4 chiffres décimaux). On fera dorénavant cette hypothèse, sauf indication contraire.

1) Une dépendance fonctionnelle DF établit d'abord une *relation entre donnée*, en plus d'être fonctionnelle.

- Matricule \rightarrow Nom, Age, signifie qu'il y a d'abord la relation "*le matricule le nom et l'âge d'un certain élève*" entre Matricule, Nom et Age. Ensuite, le nom et l'âge sont *unique* pour un élève identifié par un matricule.
- Matricule \rightarrow Club, signifie un élève est "*inscrit*" ou "*participe*" à un club donné. En plus, ce club est unique (un élève ne participe pas à *plus d'un* club).
- Club \rightarrow Salle, signifie qu'un club "*a un local qui est une salle*". Cette salle est *unique*, (aucun club ne dispose de plus d'un local).

2) Si maintenant on considère la relation

ELEVE (Matricule, Nom , Age, Club, Salle)

on peut dire que l'attribut **Matricule** est clé, car il détermine tous les autres attributs, y

compris **Salle** (la DF **Matricule** \rightarrow **Salle** est transitive).

Cette relation est en 2FN, car aucun attribut non clé ne dépend d'une partie de la clé (la clé n'est pas composée d'ailleurs).

Cette relation n'est pas en 3FN, car les attributs non clés ne sont pas mutuellement indépendants, à cause de la dépendance fonctionnelle **Club** \rightarrow **Salle**. (Une autre façon de le dire, la DF par rapport à la clé **Matricule** \rightarrow **Salle**, n'est pas directe mais transitive par le fait que, par hypothèses, **Matricule** \rightarrow **Club** et que **Club** \rightarrow **Salle**). Donc on projette la relation **ELEVE** pour que cette DF (**Club** \rightarrow **Salle**) soit due à une clé (**Club**).

ELEVE (**Matricule**, **Nom**, **Age**, **Club**)

ACTIVITE (**Club**, **Salle**)

qui sont deux relations en 3FN (car dans **ELEVE**, il n'y a plus de DFs entre attributs non clé). On retrouve la relation initiale par jointure des ces deux dernières relations, car **Club** est *clé* dans la deuxième relation.

Exercice I.2.

Rappel énoncé: En quelle forme normale est la relation suivante (auto-explicative), qui concerne les employés d'une société implantée sur plusieurs bâtiments?

EMPLOYES (**NumE**, **Nom**, **Salaire**, **Département**, **Bâtiment**)

Sachant qu'un employé travaille dans un département donné, et qu'aucun département ne possède des locaux dans plusieurs bâtiments. Mettre en 3F le cas échéant.

NB: Déterminer d'abord les DFs.

Correction

Par rapport à l'exercice précédent, ici on doit trouver les DFs. D'après l'énoncé, on a **Nume** qui est un numéro est unique pour chaque employé. Donc on a:

Nume \rightarrow **Nom**, **Salaire**

On a aussi d'après l'énoncé,

Nume \rightarrow **Département** (un employé travaille dans un département donné) et

Département \rightarrow **Bâtiment** (un département ne possède pas des locaux dans plusieurs bâtiments. Noter ici l'expression d'une DF par une phrase négative.)

D'où **Nume** est clé de la relation. (**Nume** \rightarrow **Bâtiment** étant transitive)

La relation est en 2FN, car la clé n'est pas composé, toutes les DFs sont totales. Mais il

Il y a cette dernière DF qui est transitive. On normalise en 3FN par projection par rapport à cette DFs

Employés (Nume, Nom, Salaire, Département)

Départements (Département, Bâtiment)

qui sont en 3FN. Les attributs non clé sont mutuellement indépendants.

Exercice I.3.

Rappel énoncé: Une base de données pour une petite clinique privée a les données suivantes:

- **NIP** : désigne n° d'inscription pharmacie associé à un patient. Chaque patient à un numéro inscription à la pharmacie de la clinique pour ses médicaments
- **Patient** : le nom de famille d'un patient admis à la clinique (supposés tous distincts)
- **Docteur** : le nom de docteur travaillant à la clinique
- **Médicament** : le nom de marque d'un médicament
- **Qte** : la quantité d'un médicament prescrite à un patient

et les 4 DFs :

1. NIP → Patient
2. Patient → Docteur
3. NIP, Médicament → Docteur
4. Patient, Médicament → Qte

- a. Montrer que la DF (3) est redondante (déductible des autres DFs)
- b. En déduire un schéma de base de données en 3FN pour cette clinique.

Correction

Ici, on a aussi un ensemble de DFs, mais il s'agit de le simplifier pour ne garder que des DFs de base, c'est à dire qui ne se déduisent pas des autres. On vous dit en plus laquelle des DFs est redondante.

a. Montrons que NIP, Médicament → Docteur se déduit des autres.

- D'après (1) et (2) on a NIP → Docteur (par transitivité).
- On a aussi NIP, Médicament → NIP (par réflexivité)
- D'où NIP, Médicament → Docteur (transitivité).

Donc on doit garder uniquement les DFs (1), (2) et (4)

b. On en déduit le schéma relationnel en 3FN

Patients (NIP, Patient)

Soignants (Patient, Docteur)

Ordonnances (Patient, Médicament, Qté)

où on voit que chaque DF donne lieu à un schéma de relation. la partie gauche de la DF constitue la clé, la partie droite constitue le reste des attributs. Ces schéma de relation sont en 3FN, car l'étape **a.** a permis de construire un ensemble de DFs totales et sans transitivité. Dans le résultat final **b.**, les cas 1FN qui ne sont pas 2FN, ou les cas 2FN qui ne sont pas 3FN, ne figurent pas.

NB. On suppose que lors de l'étape **a.** il n'y a pas deux DFs avec même partie gauche, i.e.

$$X \rightarrow A \text{ et } X \rightarrow B$$

Sinon, on groupe les deux DFs en une seule ligne

$$X \rightarrow A, B$$

Série II

Exercices II.1.

Rappel énoncé: La relation suivante décrit des commandes faites par des clients, avec les produits et quantités commandées par client.

Commandes (NumCom, DateCom, NumCli, AdrCli, NumProd, Prix, Qte)

- Quelle est la clé de cette relation ?
- En quelle forme normale elle est ?
- La mettre en 3FN le cas échéant.

Correction

a. Avant de chercher la clé, il faut d'abord déterminer les DFs. L'énoncé ne mentionne pas de règles de gestion, mais on peut supposer les suivantes :

- NumCom \rightarrow DateCom, NumCli, AdrCli
(Une commande est faite par un seul client avec une adresse donnée et à une date donnée)
- NumCom, NumProd \rightarrow Prix, Qte
(Dans une commande, un produit a un prix donnée est commandé avec une quantité donnée)
- NumCli \rightarrow AdrCli

(Un client a une seule adresse)

4. NumProd \rightarrow Prix

(Il y a un seul prix pour un produit)

On peut alors dire que (NumCom, NumProd) déterminent tous les autres attributs. C'est donc une clé.

b.1 Comme NumCli, entre autres attributs, ne dépend que de NumCom, c'est à dire une partie de la clé, la relation est en 1FN mais pas en 2FN. On décompose donc

Commandes (NumCom, DateCom, NumCli, AdrCli)

Com-Prods (NumCom, NumProd, Prix, Qte)

b.2 On a par ailleurs laDF (3), la relation Commandes n'est pas en 3FN, on décompose

Commandes (NumCom, DateCom, NumCli)

Clients (NumCli, AdrCli)

qui sont en 3FN

c. On a aussi la DFs (4), la relation **Com-Prods** n'est pas en 2FN. On décompose en deux relations

Com-Prods (NumCom, NumProd, Qte)

Produits (NumProd, Prix)

qui sont en 3FN.

Résultat final : les quatre dernières relations (b.2) et (c.)

Exercice II.2.

Rappel énoncé: Soit la relation

Departement (Mle-Etud, Note, Classe, Cours, Module, No-Ens, Nom-Ens, Nom-Etud, Nb-h)

avec les DFs :

1. Mle-Etud \rightarrow Nom-Etud, Classe
2. No-Ens \rightarrow Nom-Ens
3. Cours \rightarrow Module
4. Cours, Module \rightarrow Nb-h
5. Classe, Cours, Module \rightarrow No-Ens, Nom-Ens
6. Mle-Etud, Cours, Module \rightarrow Note

- a. Expliquer chaque DF.
- b. Eliminer les DFs redondantes.
- c. Normalier la relation en 3FN.

Indication : Montrer que

si $A \rightarrow B$ et $A, B \rightarrow C$ alors $A \rightarrow C$
(donc $A \rightarrow B, C$ par groupement)

Utiliser ce résultat pour la question b).

Correction

a. L'exemple doit être familier à des établissements universitaires. Les premières DFs sont simples à expliquer. On considérera les autres. (4) signifie qu'un cours a un volume horaire bien déterminé dans un module. (5) signifie qu'un cours dans un module donné n'est pas dispensé par deux professeurs différents à la même classe. De même dans (6), un étudiant n'a qu'une seule note pour un cours dans un module donné.

b. Dans cet exemple aussi on va examiner les DFs pour les réduire à un ensemble minimum. L'indication donnée suggère que

Si on a $\text{Cours} \rightarrow \text{Module}$ (3), on peut éliminer l'attribut **Module** de la partie gauche des DFs (4), (5) et (6). Pour avoir finalement

1. $\text{Mle-Etud} \rightarrow \text{Nom-Etud, Classe}$
2. $\text{No-Ens} \rightarrow \text{Nom-Ens}$
3. $\text{Cours} \rightarrow \text{Module}$
4. $\text{Cours} \rightarrow \text{Nb-h}$
5. $\text{Classe, Cours} \rightarrow \text{No-Ens, Nom-Ens}$
6. $\text{Mle-Etud, Cours} \rightarrow \text{Note}$

Par ailleurs, dans (5) la dépendance $\text{Classe, Cours} \rightarrow \text{Nom-Ens}$ est transitive à cause de (2), on l'élimine pour ne garder que

5. $\text{Classe, Cours} \rightarrow \text{No-Ens}$

c. Comme dans le cas de l'exercice I.3, on va créer un schéma de relation correspondant à chaque DF, vu que l'ensemble final obtenu est *sans transitivité* et toutes les DFs sont *totales*. On groupe aussi les DFs (3) et (4), car ayant même partie gauche. D'où

Elèves (Mle-Etud, Nom-Etud, Classe)
 Profs (No-Ens, Nom-Ens)
 Matières (Cours, Module, Nb-h)
 Enseignement (Classe, Cours, No-Ens)
 Evaluation (Mle-Etud, Cours, Note)

Les noms des relations sont simples à trouver.

Exercice II.3.

Rappel énoncé: La relation:

Projection (NoFilm, TitreFilm, DuréeFilm, NoSalle, CapacitéSalle, TypePlace, PrixPlace, DateProjection, HeureDeb)

exprime que le film *NoFilm* intitulé *TitreFilm* dure *duréeFilm* heures et est projeté dans la salle *NoSalle* ayant une capacité *CapacitéSalle* places. Le film est projeté à la date *DateProjection* à *HeureDeb* heures. Deux films peuvent avoir le même titre. Le prix de la place est fonction de son type.

En déduire un schéma de relations en 3FN.

Corrigé

Liste des Dépendances fonctionnelles:

1. NoFilm → TitreFilm, DuréeFilm
2. NoSalle → Capacité
3. NoFilm, DateProjection → NoSalle
4. NoFilm, DateProjection → HeureDeb
5. NoSalle, TypePlace → PrixPlace

Ces DFs ne contiennent pas de redondances et ne peuvent être simplifiées. Sauf à grouper les DFs (3) et (4)

Les Relations résultats:

Films (NoFilm, TitreFilm, DuréeFilm)

Salles (NoSalle, Capacité)

Projection (NoFilm, DateProjection , NoSalle, Heuredeb)

Places (NoSalle, TypePlace , PrixPlace)

Série III

(III.1 et III.2, d'après C.J. DATE, [*Introduction to Database Systems*](#))

Exercice III.1:

Rappel énoncé: L'Entreprise *Vendetout* voudrait créer une base de donnée relationnelle pour automatiser la gestion de ses ventes et de ses approvisionnements. Elle gère d'une part des informations sur les commandes des clients, et d'autre part les produits en stock avec leurs fournisseurs.

Les informations à garder sont:

- Pour un client, un numéro unique, un nom ou raison sociale, le solde client et les adresses possibles de livraison.
- Pour chaque commande de client, un numéro unique, la date de commande, l'adresse de livraison et les produits commandés avec la quantité éventuelle.
- Pour un produit, on a un numéro unique, un nom, la quantité actuelle en stock, le seuil minimum, la liste des fournisseurs avec le prix correspondant.

Les fournisseurs sont décrits quant à eux, par un numéro unique, un nom et une adresse.

Questions:

1. Donner la liste des attributs nécessaires et dire quelles sont les dépendances fonctionnelles qui les lient.
2. En déduire un schéma de base de données relationnelle en 3e forme Normale.

Correction

Dans cet énoncé on a à chercher les attributs. Ils sont donnés avec les DFs :

NumCli → Nom, RaisonSociale, Solde
Adresse → NumCli
NumCom → DateCom, NumCli, AdresseLivr
NumLigne, NumCom → NumProd, Qté
NumProd → NomProd, QteSeuil, QteStock
NumProd, NumFour → Prix
NumFour → NomFour AdrFour

AdresseLivr est le même domaine que Adresse.

Ces DFs contiennent une redondance et peuvent être simplifiées.

NumCom → NumCli est transitive. On l'enlève.

Les Relations résultats:

Clients (NumCli Nom, RaisonSociale, Solde)
Catalogue (Adresse, NumCli)
Commande (NumCom, DateCom, AdresseLivr)
Détails (NumLigne, NumCom, NumProd, Qté)
Produits (NumProd, NomProd, QteSeuil, QteStock)
Tarifs (NumProd, NumFour, Prix)
Fournisseurs (NumFour, NomFour AdrFour)

Ici aussi on a utilisé la méthode de synthèse à partir des DFs.

Exercice III.2.

Rappel énoncé: On voudrait créer une base de données pour la gestion du personnel d'une compagnie organisée comme suit:

- La compagnie est constituée d'un ensemble de départements.
- Un département est constitué d'un ensemble d'employés, mène un ensemble de projets et possède un ensemble de bureaux.
- Pour chaque employé, on a l'historique des emplois qu'il a occupé, et pour chacun de ces emplois, on a l'historique des salaires perçus dans le cadre de cet emploi.
- Chaque bureau possède un ensemble de postes téléphoniques.

La BD doit contenir les informations :

- Pour chaque département: un numéro de département unique, le budget, l'étage où il est situé et le numéro d'employé du chef de département.
- Pour chaque employé: un numéro d'employé unique, un nom et prénom, le numéro du projet sur lequel il travaille actuellement, le numéro de bureau ainsi que le n° téléphone. On a aussi, le titre de chaque emploi que l'employé a tenu, avec la date et le salaire pour chaque salaire différent perçu pour cet emploi.
- Pour chaque projet: un numéro de projet unique et le budget alloué au projet.
- Pour chaque bureau: un numéro de bureau unique, une superficie en mètre² et les numéros des postes téléphoniques dans ce bureau.

Questions

1. Quelle est la liste des données élémentaires et quelles sont les dépendances fonctionnelles qui les lient.
2. En déduire un schéma de relations.
3. Montrer que ce schéma est en 3FN, sinon le normaliser.

Correction

Liste des attributs:

BudgetD	Budget de département
BudgetP	Budget de projet
Bureau	Numéro du bureau
Chef	Numéro employé du chef de département
Date	Date avec (a,m, j)
Etage	

Job	Etage d'un département
Nom	Nom d'un emploi
NumD	Nom d'un employé
NumE	Numéro de département
NumProj	Numéro d'employé
Prenom	Numéro de projet
Superficie	Prénom d'un employé
Tel	Superficie d'un bureau
salaire	Numéro d'un téléphone
	Salaire (actuel) d'un employé

Dépendances fonctionnelles d'après §2:

D'après §2

NumD → BudgetD, Etage, Chef
 NumE → Nom, Prenom, NumProj, Bureau, Tel
 NumProj → BudgetP
 Bureau → Superficie
 Tel → Bureau

D'après §1

NumE → NumD
 NumProj → NumD
 Bureau → NumD
 NumE, Date → Job, Salaire

Par ailleurs, on d'après l'historique des salaires:

NumE, Date → Job, Salaire

En réduisant cet ensemble à la couverture minimale (rendre DFs totales, enlever les DFs transitives) on obtient:

NumD → BudgetD, Etage, Chef
 NumE → Nom, Prenom, NumProj, ~~Bureau~~, ~~NumD~~, Tel
 NumProj → BudgetP, **NumD**
 Bureau → Superficie, **NumD**
 Tel → Bureau
 NumE, Date → Job, Salaire

Les relations résultats

Employee (NumE, Nom, Prenom, Tel, NumProj)
 Departement (NumD, Etage, Chef, BudgetD)
 Projet (NumProj, NumD, BudgetP)

Annuaire (Tel, Bureau)

Locaux (Bureau, Superficie, NumD)

Historique (NumE, Date, Job, Salaire)

That's all folks.

La forme normale de Boyce Codd

Exercice :

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

- $A \rightarrow B$ (1)
- $B C \rightarrow E$ (2)
- $D E \rightarrow A$ (3)

1. Lister la ou les clé(s) de R
2. R est-elle en 3NF ? Sinon normaliser en 3NF.
3. Les relations obtenues sont-elles en BCNF ? Sinon normaliser en BCNF.
4. Y-a-il perte de dépendances ? Lesquelles?

Corrigé :

1. Lister la ou les clés de R

On peut d'abord constater que les DFs données sont totales (partie gauche minimale) et qu'aucun combinaison de deux attributs ne détermine les autres attributs. Une clé candidate est composée d'au moins trois attributs.

On constate aussi que C et D ne sont en partie droite d'aucune des Dfs. La combinaison CD est donc dans toute clé candidate. Examinons les trois combinaisons possibles On

On a : (2) entraîne $BCD \rightarrow ED$ (et $BCD \rightarrow E$ par la même occasion)
comme $ED \rightarrow A$ (3), il en découle
 $BCD \rightarrow A$ aussi

Par ailleurs, (3) entraîne **$DEC \rightarrow A$** (à fortiori)
comme $A \rightarrow B$ (1), il en découle
 $DEC \rightarrow B$ aussi

Qu'en est-il de **CDA** ?
(1) entraîne **$CDA \rightarrow B$** et comme $CDA \rightarrow C$ (trivial)

$CDA \rightarrow BC$, et d'après (2) **$CDA \rightarrow E$**

On a donc trois clés candidates BCD, DEC et CDA.

$R(\underline{B, C, D}, A, E)$ ou $R'(\underline{D, E, C}, A, B)$ ou $R''(\underline{D, C, A}, B, E)$

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

Ces relations sont toutes en 3FN, vu qu'il n'y a aucun attribut non clé.

3. Les relations obtenues sont-elles en BCNF ? Sinon normaliser en BCNF

Une relation est en BCNF si pour chaque DF $X \rightarrow Y$, X contient une clé. Les trois DFs initiales violent cette exigence.

On normalise donc en BCNF et on a, par exemple, les trois relations suivantes :

$R1(\underline{D, E}, A)$
 $R3(\underline{B, C}, E)$
 $R2(\underline{D, C, B})$

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

Dans cette décomposition, on a « perdu » la DF $A \rightarrow B$

Exercice : Quelles sont d'autres décompositions ?