

Exercice A

On considère les joueurs et clubs de football au fil des années. Les informations que l'on souhaite mémoriser sont les suivantes:

- les saisons (2002/2003, 2001/2002, 2000/2001, etc.)
- le nom des joueurs et leur date de naissance
- le poste occupé par un joueur sur le terrain (gardien, défenseur, milieu, attaquant) qui peut varier au cours de la saison
- le numéro porté par un joueur qui ne varie pas au cours de la saison
- pour chaque club le nom, deux couleurs, et la ville du club
- le fait qu'un joueur x a joué à un poste y avec le numéro n dans le club c durant la saison s

On admettra qu'un joueur ne peut changer ni de club ni de numéro en cours de saison — par contre un joueur peut jouer à plusieurs postes durant une même saison.

- (A.i) Donner un schéma entité relation décrivant ces données.
- (A.ii) Donner trois dépendances fonctionnelles vérifiées par le modèle.
- (A.iii) Donner une dépendance fonctionnelle qui n'est pas vérifiée par le modèle.

Exercice B

Soient les relations suivantes : $R(A,B) = \{(a,b), (a',b), (a',b')\}$ et $S(B,C) = \{(b,c), (b',c'), (b'',c)\}$.
Que vaut $\pi_{A,C} R \bowtie S$?

Exercice C

On considère les trois relations suivantes:

- *inscrit(Lecteur,Bibliothèque)*: Lecteur est inscrit à Bibliothèque
- *possède(Bibliothèque,Livre)*: Bibliothèque possède Livre
- *lu(Lecteur,Livre)*: Lecteur a lu Livre

Exprimer chacune des requêtes suivantes

- dans l'algèbre relationnelle,
- en SQL
- et en datalog (si on en a le temps ou si cela aide)

- (C.i) Quels sont les bibliothèques possédant un livre que Marie a lu?
- (C.ii) Quels sont les lecteurs qui sont inscrits à au moins une bibliothèque contenant au moins un livre qu'ils ont lu?
- (C.iii) Quelles sont les bibliothèques possédant tous les livres que Marie a lus?
- (C.iv) (*plus difficile*) Quels sont les lecteurs qui ne sont inscrits qu'à des bibliothèques possédant au moins un livre qu'ils ont lus?
- (C.v) (*plus difficile*) Quels sont les lecteurs qui ne sont inscrits à aucune bibliothèque qui possède un livre qu'ils ont lus?

Exercice D

On considère les relations suivantes:

- *relie(Numéro,Station1,Station2)*: Station1 et Station2 sont deux stations de métro consécutives sur la ligne Numéro — lorsqu'on a *relie*(n,x,y) on a aussi *relie*(n,y,x).

(D.i) Formuler une requête datalog qui donne toutes stations atteignables *sans changement* à partir d'une station donnée s .

(D.ii) Un jour de grève, certaines lignes ne fonctionnent plus, c'est pourquoi on introduit la relation:

– *fonctionne(numéro)*: la ligne *numéro* fonctionne

Formuler une requête datalog qui donne toutes les stations atteignables à partir d'une station donnée s , avec ou sans changement, mais *en n'utilisant que les lignes qui fonctionnent*.

(D.iii) Ces requêtes sont-elles formulables en SQL2 (standard, sans récursion)? Si oui formuler ces requêtes en SQL2, et sinon expliquer brièvement pourquoi ce n'est pas possible.

Exercice E

(E.i) Qu'axiomatisent les axiomes d'Armstrong? Quels sont-ils?

(E.ii) Qu'est ce qu'une couverture minimale d'un ensemble de dépendances fonctionnelles? En donner un exemple.

Exercice F

On considère le schéma relationnel $R(A,B,C,D)$ muni des dépendances fonctionnelles \mathcal{F} . On décompose ce schéma en $R_1(A,B)$, $R_2(B,C)$ et $R_3(A,B,D)$. On rappelle que la décomposition de R en R_1 , R_2 , R_3 est dite sans perte par jointure lorsque $S = R$ avec $S = \pi_{A,B}R \bowtie \pi_{B,C}R \bowtie \pi_{A,B,D}R$ (on a toujours $S \supset R$).

(F.i) On suppose que $\mathcal{F} = \{B \rightarrow D\}$ S'agit-il d'une décomposition sans perte par jointure? S'il peut y avoir perte par jointure, on donnera une instance de R qui satisfait les dépendances fonctionnelles et pour laquelle il y a effectivement un n-uplet de S qui n'est pas dans R .

(F.ii) Mêmes questions avec $\mathcal{F} = \{B \rightarrow D, D \rightarrow A\}$

Exercice G

On considère le schéma relationnel suivant: $Cours(Module,Professeur,Horaire)$ qui signifie que *Professeur* enseigne *Module* au créneau *Horaire* où *Horaire* est un jour de la semaine et un créneau (par exemple Vendredi 8h00–10h00) — un même module peut utiliser deux horaires.

On a les dépendances fonctionnelles suivantes: $M \rightarrow P$ et $PH \rightarrow M$

(G.i) Pourquoi ce schéma n'est-il pas en forme normale de Boyce-Codd (BCNF)?

(G.ii) Mettre ce schéma en forme normale de Boyce-Codd (BCNF).

(G.iii) S'agit-il d'une décomposition sans perte par jointure? Pourquoi?

(G.iv) Les dépendances fonctionnelles sont-elles préservées par votre décomposition? Justifier votre réponse.