

### Exercice A

On souhaite décrire une généalogie. On ne dispose que d'une seule entité, Personnes, et les informations que l'on souhaite représenter sont les noms des personnes (attribut) et les relations père, mère et enfant. On indiquera, dans les diagrammes demandés, les rôles, lorsqu'une même entité intervient plusieurs fois dans une même relation, et on utilisera correctement la distinction entre flèches et arêtes. De brefs commentaires en plus des diagrammes seront les bienvenus.

**(A.i)** Donner un diagramme Entités/Relations avec Personnes pour seule entité et les relations père, mère et enfant.

On se propose de représenter les mêmes relations, toujours avec l'unique entité Personnes par la relation ternaire Parent(enfant, père,mère) dont les trois attributs sont dans l'entité Personnes. Un triplet  $(x,y,z)$  est dans la relation Parent lorsque  $x$  a pour père  $y$  et pour mère  $z$ .

**(A.ii)** Dessiner le diagramme Entités/Relations correspondant.

On remplace la relation ternaire Parent par une entité et des relations binaires.

**(A.iii)** Donner le diagramme Entités/Relations obtenu.

### Exercice B

On considère le schéma relationnel suivant, correspondant par exemple à l'historique de la Champions league :

Equipe(nom,pays)

Match(date,nom1,buts1,buts2,nom2)

Un tel match a été joué le jour date entre l'équipe nom1 et l'équipe nom2 sur le terrain de l'équipe nom1; l'équipe nom1 a inscrit but1 but2 et l'équipe nom2 a marqué but2 but1; l'équipe nom1 a joué « à domicile » tandis que l'équipe nom2 a joué « à l'extérieur ».

Formuler en SQL les requêtes suivantes:

**(B.i)** Quelles sont les dates des matchs joués entre une équipe espagnole et une équipe française, que ce soit en France ou en Espagne?

**(B.ii)** Quels sont les pays dont une équipe a battu le Real Madrid sur son terrain?

**(B.iii)** Quelles sont les équipes qui marquent en moyenne le plus de buts à l'extérieur?

**(B.iv)** Quels sont les pays dont les équipes ont marqué le plus de buts à domicile?

### 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

**(C.i)** Exprimer en datalog la requête suivante: Quels sont les lecteurs qui ne sont inscrits qu'à des bibliothèques possédant au moins un livre qu'ils ont lus?

**(C.ii)** En s'aidant de la réponse précédente, exprimer en SQL la même requête.

### Exercice D

Soient  $R$  une relation dont l'ensemble des attributs est  $X$   
et  $S$  une relation dont l'ensemble des attributs est  $Y$ .

**(D.i)** Démontrer (mathématiquement) l'égalité  $\pi_X(R \bowtie S) = R \bowtie (\pi_{X \cap Y} S)$

### Exercice E

Soit  $R(A,B,C,D)$  un schéma relationnel muni des dépendances fonctionnelles  $F: A \rightarrow C, B \rightarrow D$

Pour chacune des trois dépendances fonctionnelles suivantes, dire si elle est ou non conséquence de  $F$  et justifier votre réponse, soit en utilisant les axiomes d'Armstrong, soit en trouvant une instance du schéma qui satisfasse  $F$  et pas la dépendance en question.

(E.i)  $AB \rightarrow ABCD$

(E.ii)  $A \rightarrow ABCD$

(E.iii)  $B \rightarrow ABCD$

Finalement, au vu des réponses précédentes, dire pour chacun des quatre ensembles d'attributs suivants s'il constitue ou non une clef et pourquoi.

(E.iv)  $A$

(E.v)  $B$

(E.vi)  $AB$

(E.vii)  $ABC$

### Exercice F

Soit  $\text{Formation}(\text{Intitulé}, \text{Université}, \text{Ville})$  un schéma relationnel muni des dépendances suivantes:  
 $\text{Université} \rightarrow \text{Ville}$

$\text{Intitulé}, \text{Ville} \rightarrow \text{Université}$  (deux universités de la même ville ne proposent pas la même formation)

(F.i) Donner toutes les clefs de  $\text{Formation}$ , en justifiant rapidement votre réponse: pourquoi sont-elles des clefs, et pourquoi n'y en a-t-il pas d'autres?

(F.ii) Ce schéma est-il en BCNF? Pourquoi? S'il ne l'est pas, le mettre en BCNF.

(F.iii) La décomposition obtenue préserve-t-elle les dépendances? Pourquoi?

### Exercice G

On décrit le plan de tramway d'une ville au moyen d'une unique relation:

$\text{UneStation}(\text{ligne}, \text{station1}, \text{station2})$

Un triplet  $(n, x, y)$  est dans  $\text{UneStation}$  si et seulement si  $y$  est la première station rencontrée après  $x$  sur la ligne  $n$ , dans un sens ou dans l'autre.

Aucune hypothèse n'est faite sur la connexité du réseau de tramway, qui peut ne pas être connexe en cas de panne ou de grève, et on ne suppose pas non plus de rapport entre  $\text{UneStation}(n, x, y)$  et  $\text{UneStation}(n, y, x)$

Exprimer en datalog les requêtes suivantes, dans lesquelles les changements de lignes sont autorisés:

(G.i) Quels sont les couples de stations  $(s_1, s_2)$  tels que  $s_2$  soit accessible depuis  $s_1$  en moins de trois stations?

(G.ii) Quels sont les couples de stations  $(s_1, s_2)$  tels que  $s_2$  soit accessible depuis  $s_1$ ?

(G.iii) Quels sont les couples de stations  $(s_1, s_2)$  tels que  $s_2$  soit accessible depuis  $s_1$  mais pas en moins de trois stations?

Les questions suivantes portent sur la correction de vos réponses aux questions précédentes:

(G.iv) Quel problème peut se présenter lorsqu'on utilise à la fois la négation et la récursion dans un ensemble de requêtes datalog?

(G.v) Si vous avez utilisé la négation et la récursion, vérifiez par un algorithme vu en cours que votre solution échappe au problème évoqué dans la question précédente, et sinon, révisez votre réponse afin qu'elle soit correcte.