Cours de Bases de données
Examen écrit - août 2002

Livres fermés. Durée : 3 heures 1/2

Répondez à chaque question sur une feuille séparée sur laquelle figurent nom, prénom et section.
Soyez bref et concis, mais précis.

1. Une firme vendant du matériel informatique désire implémenter une base de données lui permettant de gérer ses activités. Ces dernières sont organisées de la manière suivante.
   - Chaque article est caractérisé par une marque, un numéro de référence (unique au sein d'une marque), une dénomination et un prix de vente. De plus, la firme conserve pour chaque produit le nombre d'unités en stock.
   - La firme s'approvisionne auprès de plusieurs fournisseurs, identifiés par leur nom. Chaque fournisseur est associé à une adresse, un numéro de téléphone (unique) et un numéro de TVA (unique).
   - Plusieurs fournisseurs peuvent fournir un même article. Dans ce cas de figure, le prix peut varier suivant le fournisseur. La base de données devra contenir pour chaque produit les fournisseurs possibles et le prix d'achat correspondant.
   - Un client peut être soit un privé, et dans ce cas on conservera son nom, prenom et adresse, soit une firme, et dans ce cas, on conservera le nom de la firme, le numéro de téléphone, le numéro de TVA (unique) ainsi que l'adresse. Chaque client est identifié par un code unique au sein de la firme.
   - Enfin, la firme désire conserver les informations concernant les ventes : date, articles et quantitées vendues et le client ayant effectué l'achat.

   (a) Dessinez un diagramme entités-relations conforme à la description ci-dessus. Précisez les clés des ensembles d'entités et des relations, ainsi que les éventuelles contraintes d'intégrité non représentées.

   (b) Effectuez la conversion de ce diagramme vers le modèle relationnel.

   (c) Donnez une couverture de l'ensemble des dépendances fonctionnelles et dépendances à valeurs multiples satisfaites par chaque relation obtenue. Précisez les clés de chaque relation.

2. Montrez que pour toute expression E de l'algèbre relationnelle, il existe une expression sûre équivalente E' du calcul relationnel tuple.

3. *Dépendances fonctionnelles.*

   (a) Donnez les axiomes d'Armstrong et démontrez qu'ils sont adéquats.

   (b) Définissez la notion de clé et de super-clé à partir des dépendances fonctionnelles.

   (c) Soit $R(A, B, C, D, E)$, un schéma de relation et $F\{AB \to D, C \to DE, CD \to A\}$, un ensemble de dépendances associé à R.
   Démontrez en utilisant les axiomes d'Armstrong que BC est une super-clé pour le schéma R par rapport à F.

4. Soit $R(A, B, C, D, E)$, un schéma de relation et $F\{B \to D, C \to A, AB \to E, C \to B\}$, l'ensemble de dépendances satisfaites par R.

   (a) Donnez la (les) clé(s) du schéma R par rapport à F.

   (b) Sous quelle forme normale se trouve le schéma ? Justifiez.

   (c) Soit la décomposition $\rho(AC, BCDE)$. Cette décomposition est-elle sans perte par rapport à F ? Justifiez.

5. La base de données d'une entreprise de location de voitures contient les relations suivantes :
   - *Client(<u>id_client</u>, nom, prénom, adresse)* associant les nom, prenom et adresse d'un client avec son code d'identification.
   - *voiture(<u>id_voiture</u>, marque, modèle, état)* décrivant la marque et le modèle de chaque voiture ainsi que son état. Une voiture est identifiée par un numéro unique.
   - *location(<u>id_client</u>,<u>id_voiture</u>,<u>date_début</u>, date_fin)* décrivant les locations effectuées et en cours.

   Note : Les attributs des clés des relations (uniques) sont soulignés.

   Soient les deux requêtes :

   (a) Rechercher les nom et prénom des personnes ayant déja emprunté une Porsche.

   (b) Rechercher les marques des voitures n'ayant jamais été louées par Michel Choumy.

   Exprimez chacune de ces requêtes en algèbre relationnelle, en calcul relationnel-tuple et en SQL.

6. *Implémentation des opérations de l'algèbre relationnel.*
   Soit deux relations r et s, respectivement de schéma R et S dont les attributs communs sont C_i $1 \leq i \leq k$. Afin d'éviter l'implémentation du joint, on pourrait utiliser l'équivalence entre $r \bowtie s$ et $\pi_{RS\setminus(\cup_i D_i)}(\sigma_{\forall i:C_i=D_i}(r \times \delta_{\forall i:C_i \leftarrow D_i}(s)))$.
   Quel est la complexité d'une telle opération ? Comparez cette complexité avec la complexité d'une implémentation efficace du joint.

7. *Gestion des transactions.*

   (a) Définissez les notions suivantes : *ordonnancement* d'un ensemble de transactions, *ordonnancement séquentiel* d'un ensemble de transactions, *ordonnancement séquentialisable* d'un ensemble de transactions.

   (b) Donnez un exemple d'ordonancement séquentialisable qui n'est pas séquentiel.

   (c) Décrivez brièvement le problème qui pourrait survenir lors de l'exécution d'un ordonnancement qui n'est pas séquentialisable.

8. *Bases de données déductives*
   La base de données déductive d'une compagnie aérienne est constituée d'un prédicat extensionnel *vol_direct* et d'un prédicat intensionnel *vol*. *vol_direct(Ville1, Pays1, Ville2, Pays2)* exprime le fait qu'il existe un vol direct reliant la *Ville1* du *Pays1* à la *Ville2* du *Pays2*. *vol(Ville1, Pays1, Ville2, Pays2)* exprime la possibilité d'atteindre la *Ville2* du *Pays2* en partant de la *Ville1* du *Pays1*, en une ou plusieurs étapes.

   (a) Donnez la (les) règle(s) déductive(s) permettant de définir le prédicat *vol*.

   (b) Donnez le graphe des règles correspondant à la base de données.

   (c) Calculer l'extension du prédicat *vol* en utilisant l'extension du prédicat *vol_direct* décrite ci-dessous. Expliquez brièvement la technique que vous utilisez pour ce calcul.

vol_direct

Paris	*France*	*Bruxelles*	*Belgique*
Paris	*France*	*Londre*	*Royaume-uni*
Bruxelles	*Belgique*	*Paris*	*France*
Londre	*Royaume-uni*	*Rome*	*Italie*