

Tout document de cours (polys + notes manuscrites de cours/TD/TP de Base de Données) est autorisé. Tout autre document est exclu. Le barème est donné à titre indicatif, et il est susceptible d'être modifié. Tout résultat déjà établi en cours et/ou TD peut être cité sans besoin de le redémontrer. Les exercices sont indépendants les uns des autres.

Exercice 1 : Algèbre relationnelle (2 pts)

Supposons deux relations $R(A, B)$ et $S(A, B)$. Parmi les égalités suivantes, laquelle ou lesquelles sont correctes en algèbre relationnelle ?

1. $R \cap S = R - (R - S)$
2. $R \cap S = S - (S - R)$
3. $R \cap S = R \bowtie S$

Justifiez votre réponse.

Exercice 2 : Clés (2 pts)

Supposons deux relations $R(A, B)$ et $S(A, B)$ ayant exactement le même schéma. La seule clé de R est A , la seule clé de S est A également. La relation $T(A, B)$ est représentée par l'union ensembliste de R et S , c'est-à-dire, $T = R \cup S$. Quelles sont la ou les clés de T ? Justifiez votre réponse.

Exercice 3 : Algèbre relationnelle et SQL (6pts)

On considère le schéma relationnel suivant :

VOL(n-vol, id-avion, ville-dep, ville-arr, distance, heure-dep, heure-arr)

AVION (id-avion, type-avion, distance-croisiere)

QUALIFICATION (id-emp, type-avion)

EMPLOYE (id-emp, nom-emp, salaire-annuel)

On suppose qu'on peut faire des comparaisons sur les horaires (avec les opérateurs classiques de comparaison $>$ et $<$). La distance de croisière d'un avion est la distance maximale qu'il peut effectuer sans escale (une escale est un arrêt intermédiaire dans le parcours entre la ville de départ et la ville de destination). La relation QUALIFICATION indique quel type d'avion un pilote peut piloter. Chaque pilote est autorisé à (qualifié pour) piloter au moins un type d'avion (c'est ce qui les distingue des autres employés).

1. Quelles sont les clés des relations ?
2. Exprimez en algèbre relationnelle les questions suivantes ; si la réponse vous semble impossible, expliquez pourquoi :
 - (a) Quels sont les numéros d'identification des pilotes qualifiés pour un avion de type A300 ?
 - (b) Quels sont les avions (numéros d'identification) qui sont utilisés pour un vol d'une distance supérieure à 3000 kms ?
 - (c) Quels sont les avions (numéros d'identification) qui font au moins un vol au départ de Paris ?
 - (d) Quels sont les numéros d'identification des avions qui font exactement deux vols ?
 - (e) Quels sont les noms des pilotes qui sont qualifiés pour exactement un type d'avion ?
 - (f) Quel est le type d'avion qui peut aller le plus loin sans escale ? (il peut y en avoir plusieurs)
3. Exprimez en SQL les questions suivantes :
 - (a) Quels sont les noms des pilotes qualifiés pour voler sur un A300 ?
 - (b) Quels sont les numéros des avions pour lesquels tous les pilotes qualifiés ont un salaire mensuel supérieur à 10 Keuros ?

- (c) Quels sont les numéros d'identification des pilotes qualifiés pour au moins 3 avions ?
- (d) Quelles sont les heures de départ des vols effectuant Paris à Berlin avec au plus un changement et arrivant avant 20H ? On supposera qu'une correspondance entre deux vols est possible dès lors que le premier vol arrive avant le départ du deuxième vol.

Exercice 4 : Dépendances fonctionnelles et SQL (10 pts)

NB : Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

Soit le schéma relationnel suivant :

PERSONNES (PNom, PVille, PDept, PTe1)
 HOTELS (HNom, HVille, HDept, HTel, Cat, Prop)
 RESERVATIONS (PNom, HNom, Arr, Dép)
 CHAMBRES (Hnom, CNum, Lits, Prix)

où les n -uplets décrivent :

- les noms de personnes (PNom), leurs numéros de téléphone (PTel) et les villes (PVille) et départements (PDept) où ils habitent.
- le nom de l'hôtel (HNom), la ville (HVille) et le département (HDept), la catégorie (Cat) et le propriétaire (Prop).
- le nom de la personne (PNom), le nom de l'hôtel (HNom) et la date d'arrivée (Arr) et de départ (Dép) de la réservation.
- le nom de l'hôtel (HNom), le numéro de la chambre (CNum), le nombre de lits de la chambre (Lits) et le prix par nuit de la chambre (Prix).

Un client pour un hôtel est une personne qui a effectué une réservation dans cet hôtel. On suppose les dépendances suivantes pour chaque schéma relationnel :

- $\mathcal{F}_{\text{PERSONNES}} = \{\text{PNom} \rightarrow \text{PVille}, \text{PDept}, \text{PTel}; \text{PTel} \rightarrow \text{PNom}\}$
- $\mathcal{F}_{\text{HOTELS}} = \{\text{HNom} \rightarrow \text{HVille}, \text{HDept}, \text{HTel}, \text{Cat}\}$
- $\mathcal{F}_{\text{RESERVATIONS}} = \emptyset$
- $\mathcal{F}_{\text{CHAMBRE}} = \{\text{HNom}, \text{CNum} \rightarrow \text{Lits}, \text{Prix}\}$

1. Questions sur les formes normales :
 - (a) Quelles sont les clés candidates pour chacune des relations ? Justifiez par une simple phrase votre réponse.
 - (b) En regardant les dépendances fonctionnelles, est-ce que chaque hôtel ne peut avoir qu'un unique propriétaire ? Justifiez par une simple phrase votre réponse.
 - (c) Est-ce que le schéma de relation HOTELS est en 3ème forme normale ? Justifiez votre réponse.
 - (d) Transformez tous les schémas en 3ème forme normale. Est-ce qu'il y a perte d'informations ? de dépendances ? Justifiez par une simple phrase vos réponses.
2. Exprimez en SQL les requêtes suivantes (vous travaillerez à partir du schéma relationnel initial de la base) :
 - (a) Quels sont les (noms des) hôtels parisiens ?
 - (b) Quels sont les (noms des) hôtels qui n'ont jamais eu de réservations de clients parisiens ?
 - (c) Quel est le nombre de réservations par hôtel (et le nom de l'hôtel) au mois de juillet (arrivée prévue au mois de juillet) ?
 - (d) Quels sont les (noms des) hôtels (et le nom de la ville) qui ont au moins trois clients de la même ville ?
 - (e) Quels sont les noms des hôtels qui n'ont pas de chambre à 3 lits ?
 - (f) Quel est le nom de l'hôtel avec la chambre à 2 lits la moins chère ? Peut-il y avoir plusieurs noms d'hôtels ?
 - (g) Quel est le nom des hôtels avec leur prix moyen par lit.