

Universités Bordeaux 1 — Master Informatique  
 UE INF 305 – Bases de Données (Ch. Retoré)  
 Examen du mercredi 7 septembre 2005, 14h – 15h30  
 Les documents ne sont pas autorisés.  
 Ce sujet comporte deux pages (une feuille recto-verso).

**Pour les exercices A, B, C et D, on considère la de données base "avions" utilisée en TD:**

PILOTE (NUMPIL, NOMPIL, ADR, SAL)  
 AVION (NUMAV, NOMAV, CAPACITE, LOC)  
 VOL (NUMVOL, NUMPIL, NUMAV, VILLE\_DEP, VILLE\_ARR, H\_DEP, H\_ARR)

NUMPIL: clé de PILOTE, nombre entier  
 NOMPIL: nom du pilote, chaîne de caractères  
 ADR: ville de la résidence du pilote, chaîne de caractères  
 SAL: salaire du pilote, nombre entier  
 NUMAV: clé de AVION, nombre entier  
 CAPACITE: nombre de places d'un avion, nombre entier  
 LOC: ville de l'aéroport d'attache de l'avion, chaîne de caractères  
 NUMVOL: clé de VOL, nombre entier  
 VILLE\_DEP: ville de départ du vol, chaîne de caractères  
 VILLE\_ARR: ville d'arrivée du vol, chaîne de caractères  
 H\_DEP: heure de départ du vol, nombre entier entre 0 et 23  
 H\_ARR: heure d'arrivée du vol, nombre entier entre 0 et 23

**Exercice A Contraintes en algèbre relationnelle**

Exprimer les contraintes suivante en algèbre relationnelle:

(A.i) Les quatre attributs H\_DEP, H\_ARR, VILLE\_DEP, VILLE\_ARR constituent une clef de VOL.

RÉPONSE: Soit  $VOL' = \rho$   $\left\{ \begin{array}{l} NUMVOL \rightarrow NUMVOL' \\ NUMAV \rightarrow NUMAV' \\ NUMPIL \rightarrow NUMPIL' \end{array} \right. VOL$

La contrainte s'exprime ainsi:

$$\emptyset = \sigma \left\{ \begin{array}{l} NUMAV \neq NUMAV' \\ OR NUMVOL \neq NUMVOL' \\ OR NUMPIL \neq NUMPIL' \end{array} \right. (VOL \bowtie VOL')$$

(A.ii) Tout avion localisé à Bordeaux effectue un vol vers Bordeaux

RÉPONSE:

$$\emptyset = (\pi_{NUMAV} \sigma_{LOC='Bx'} AVION) \setminus \pi_{NUMAV} (\sigma_{V\_DEP='Bx'} (AVION \bowtie VOL))$$

(A.iii) Tout avion effectue au moins un vol vers son aéroport d'attache (LOC) et au moins un vol depuis son aéroport d'attache.

RÉPONSE:

$$\emptyset = (\pi_{NUMAV,LOC} AVION \setminus \pi_{NUMAV,V\_DEP} VOL) \cup (\pi_{NUMAV,LOC} AVION \setminus \pi_{NUMAV,V\_ARR} VOL)$$

### Exercice B Requêtes en algèbre relationnelle

Exprimer les requêtes suivantes dans l'algèbre relationnelle:

(B.i) Quels sont les pilotes gagnant plus de 40000?

RÉPONSE:  $\sigma_{SAL \geq 40000} PILOTE$

(B.ii) Quels sont les pilotes conduisant au moins un vol partant avant 9 heures?

RÉPONSE:

$\pi_{NUMPIL, NOMPIL} \sigma_{HdEP \leq 9} (PILOTE \bowtie VOL)$

(B.iii) Quels sont les pilotes conduisant des avions localisés dans la ville où ils résident?

RÉPONSE:

$\pi_{NUMPIL, NOMPIL} \sigma_{ADR=LOC} (PILOTE \bowtie VOL \bowtie AVION)$

(B.iv) Quels sont les pilotes ne conduisant que des avions localisés dans la ville où ils résident?

RÉPONSE:

$(\pi_{NUMPIL, NOMPIL} PILOTE) \setminus (\pi_{NUMPIL, NOMPIL} \sigma_{ADR \neq LOC} (PILOTE \bowtie VOL \bowtie AVION))$

### Exercice C Requêtes en SQL

Exprimer les requêtes suivantes en SQL:

(C.i) Quels est le salaire minimum d'un pilote conduisant un vol Bordeaux-Marseille?

```
SELECT MIN(SAL)
FROM PILOTE, VOL
WHERE (PILOTE.NUMPIL=VOL.NUMPIL
AND V_DEP='Bx' AND V_ARR='Mrs')
```

(C.ii) Dans quelle ville le salaire moyen des pilotes qui y résident est-il maximum?

```
SELECT VILLE, M
FROM (SELECT ADR, AVG(SAL) AS M FROM PILOTE GROUP BY ADR) T
WHERE T.M >= ALL (SELECT AVG(SAL) FROM PILOTE GROUP BY ADR)
```

(C.iii) Quelle est la LOC des avions qui font un trajet mais pas le retour?

RÉPONSE:

```
R=
SELECT LOC FROM AVION
WHERE NUMAV IN
(SELECT NUMAV FROM T AS
(SELECT NUMAV, V_DEP, V_ARR FROM VOL)
EXCEPT
(SELECT NUMAV, V_ARR AS V_DEP, V_DEP AS V_ARR))
```

*T est l'ensemble des (NUMAV, V\_DEP, V\_ARR) de VOL tel qu'on ne trouve pas (NUMAV, V\_ARR, V\_DEP) dans VOL*

**(C.iv)** Quelle est la LOC des avions qui ne font que des trajets avec le retour?

```
SELECT LOC FROM AVION
WHERE NUMAV NOT IN R
```

#### **Exercice D Requêtes en Datalog**

Exprimer les requêtes suivantes en datalog. On dira qu'une ville A est reliée à une ville B s'il existe un vol avec zéro, une ou plusieurs correspondances de A à B et un vol avec zéro, une ou plusieurs correspondances de B à A.

**(D.i)** Quelles sont les villes reliées à Bordeaux, sans tenir compte des délais d'attente entre correspondances?

```
DE_A(v,w) :- VOL(_,_,_,v,w,_,_).
DE_A(v,w) :- VOL(_,_,_,v,x,_,_) AND DE_A(x,w).
```

```
R1(v,w) :- DE_A(v,w) AND DE_A(w,v).
```

**(D.ii)** Quelles sont les villes reliées à Bordeaux avec moins de deux vols à l'aller et moins de deux vols au retour, sans tenir compte des délais d'attente entre correspondances?

```
INFDEUX(v,w) :- VOL(_,_,_,v,w,_,_).
INFDEUX(v,w) :- VOL(_,_,_,v,x,_,_) AND VOL(_,_,_,x,w,_,_).
```

```
R2(w) :- INFDEUX('Bordeaux', w) and INFDEUX(w, 'Bordeaux').
```

**(D.iii)** Quelles sont les villes reliées à Bordeaux sans qu'il faille attendre une nuit dans une correspondance, à l'aller comme au retour.

```
JOUR(h,v,w) :- VOL(_,_,_,v,w,h,_).
JOUR(d,v,w) :- VOL(_,_,_,v,x,d,a) AND JOUR(b,x,w) AND b>a.
```

```
R3(w) :- DE_A(_, 'Bordeaux', w) AND DE_A(_, w, 'Bordeaux').
```

**(D.iv)** Quelles sont les villes reliées à Bordeaux en attendant au plus une nuit dans une correspondance, à l'aller comme au retour.

```
AU_PLUS_UNE_NUIT(x,y) :- JOUR(_,x,y).
AU_PLUS_UNE_NUIT(x,y) :- JOUR(_,x,u) AND JOUR(_,u,x).
```

```
R4(w) :- AU_PLUS_UNE_NUIT(x, 'Bordeaux') AND AU_PLUS_UNE_NUIT('Bordeaux', x).
```

**(D.v)** Parmi les requêtes précédentes, lesquelles sont formulables en SQL? Pourquoi?

RÉPONSE: *Seule la deuxième est formulable en SQL, car elle ne contient pas d'appel récursif.*

### Exercice E Reprise sur panne

Expliquez en moins d'une page les principes de la méthode de reprise sur panne appelée *redo login* avec *checkpoints*. On utilisera un exemple avec deux mémoires  $A$  et  $B$  dont la somme vaut 100 dans tout état cohérent de la base.

RÉPONSE: *Voir cours.*

### Exercice F Conception de schémas relationnels

Soit  $ABCD$  un schéma relationnel avec les dépendances fonctionnelles

$$A \rightarrow B, \quad B \rightarrow C, \quad A \rightarrow D, \quad D \rightarrow C$$

et soit  $\rho$  sa décomposition en  $(AB, AC, BD)$ .

(F.i) Quelles sont les dépendances projetées sur chacun des composantes de  $\rho$ ?

RÉPONSE: *Le plus simple est d'examiner chaque schéma et chaque dépendance possible.*

*Sur  $AB$ :  $A \rightarrow B$ .*

*Sur  $AC$ :  $A \rightarrow C$*

*Rien sur  $BD$ , ni  $B \rightarrow D$  ni  $D \rightarrow B$ .*

(F.ii)  $\rho$  est-elle sans perte d'information?

RÉPONSE: *Il y a perte d'information car la relation suivante satisfait les DF:*

	$A$	$B$	$C$	$D$
$AB$	$a$	$b$	$c$	$u$
$AC$	$a$	$b$	$c$	$u$
$BD$	$x$	$b$	$c$	$d$

$$\pi_{AB} \bowtie \pi_{AC} \bowtie \pi_{BD} \ni (a, b, c, d) \notin R$$

(F.iii)  $\rho$  préserve-t-elle les dépendances?

RÉPONSE: *Il y a perte des dépendances  $A \rightarrow D$  et  $D \rightarrow C$  ne se déduisent pas des dépendances projetées calculées plus haut.*

### Exercice G Conception de schémas relationnels

(G.i) Etant donné un ensemble de dépendances fonctionnelles  $F$  quand peut-on dire qu'un schéma relationnel  $R$  est en BCNF?

(G.ii) Soit  $F$  un ensemble de dépendances fonctionnelles avec un seul attribut à droite. Montrer que si une dépendance fonctionnelle  $X \rightarrow A$  qui est une conséquence de  $F$  (c.-à-d.  $X \rightarrow A \in Cl(F)$ ) empêche un schéma relationnel  $R$  d'être en BCNF alors il existe une dépendance fonctionnelle  $Y \rightarrow B$  de  $F$  qui empêche  $R$  d'être en BCNF.

RÉPONSE: *Peu de tentatives, on garde pour une prochaine fois.*

(G.iii) Que signifie la propriété précédente?

RÉPONSE: *Peu de tentatives, on garde pour une prochaine fois.*

**À traiter en dernier si on en a le temps:**

**Exercice H Conception de schémas relationnels**

Dans le pire des cas, combien d'étapes sont nécessaires pour vérifier la préservation d'un ensemble de  $n$  dépendances sur  $p$  attributs. Un ordre de grandeur suffira, mais on justifiera sa réponse.

RÉPONSE: *Peu de tentatives, on garde pour une prochaine fois.*