

Universités Bordeaux 1 — Master Informatique  
UE INF 305 – Bases de Données  
Examen du vendredi 13 mai, 8h30–10h  
documents non autorisés

**Exercice A Reprise sur panne**

Expliquez en moins d'une page les principes de la méthode de reprise sur panne appelée *undo loggin*. On utilisera un exemple avec deux mémoires  $A$  et  $B$  dont la somme vaut 100 dans tout état cohérent de la base de données, avec une transaction  $A := A - 5; B := B + 5$ . à partir de l'état  $A = B = 50$ . Expliquer ensuite le fonctionnement des *checkpoints*.

RÉPONSE: *Voir le cours.*

**Exercice B Optimisation de requêtes**

Pour chacune des requêtes suivantes concernant les relations  $R(A,B,C,D)$  et  $T(C,D,E)$  dites si elle vous semble optimale et pourquoi. Si la requête ne vous semble pas optimale, en donner une formulation meilleure.

–  $\sigma_{A=2}\pi_A R$

RÉPONSE:

$$\pi_A \sigma_{A=2} R = \{2\} \text{ ou } \emptyset$$

–  $\pi_C \sigma_{A=2, E=3} (R \bowtie T)$

RÉPONSE:

$$\pi_C ((\pi_{C,D} \sigma_{A=2} R) \bowtie (\pi_{C,D} \sigma_{E=3} T))$$

**Pour les requêtes des deux exercices suivants, on considère la 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 C Requêtes en SQL**

Exprimer les requêtes suivantes en SQL:

(C.i) Quels sont les pilotes ne conduisant que des avions de plus de 300 places ?

```
SELECT NUMPIL, NOMPIL
FROM PILOTE
WHERE NUMPIL NOT IN
(SELECT NUMPIL
FROM VOL, AVION
WHERE VOL.NUMAV=AVION.NUMAV
AND CAP<300)
```

**(C.ii)** Quels sont les pilotes bordelais ne conduisant que des avions arrivant au moins une fois à 'Bordeaux' ?

```
SELECT NUMPIL, NOMPIL
FROM PILOTE
WHERE NUMPIL NOT IN
(SELECT NUMPIL
FROM VOL
WHERE NUMAV NOT IN
(SELECT NUMAV FROM VOL WHERE VILLE_ARR='Bordeaux'))
```

**(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
```

**(C.v)** Quels est le salaire maximum d'un pilote niçois?

```
SELECT MAX(SAL)
FROM PILOTE
WHERE ADR='Nice'
```

**(C.vi)** Quel est le salaire maximum d'un pilote et quels sont les pilotes qui le perçoivent?

```
SELECT NUMPIL, NOMPIL
FROM PILOTE WHERE SAL >= ALL (SELECT SAL FROM PILOTE)
```

### Exercice D Requêtes en Datalog

Exprimer les requêtes suivantes en datalog, sans tenir compte des délais d'attente entre correspondances.

**(D.i)** Quels sont les villes accessibles depuis Bordeaux, avec un certain nombre, éventuellement nul, de correspondances?

```
ACC(v) :-VOL(_,_,_, 'Bordeaux', v, _, _)
ACC(v) :-ACC(w) AND VOL(_,_,_, w, v, _, _)
```

**(D.ii)** Quels sont les villes accessibles depuis Bordeaux avec moins de 2 de correspondances?

```
ACC(v) :-VOL(_,_,_, 'Bordeaux', v, _, _)
ACC(v) :-VOL(_,_,_, 'Bordeaux', w, _, _) AND VOL(_,_,_, w, v, _, _)
```

**(D.iii)** Quels sont les villes accessibles depuis Bordeaux sans jamais utiliser un "Tupolev", avec un certain nombre, éventuellement nul, de correspondances?

```
ACC_SSTUPO(v) :-VOL(_,_,a, 'Bordeaux', v, _, _) AND AVION(a,n,_,_) AND NOT n='Tupolev'
ACC_SSTUPO(v) :-ACC_SSTUPO(w) AND VOL(_,_,a,w,v,_,_) AND AVION(a,n,_) AND NOT n='Tupolev'
```

**(D.iv)** Quels sont les villes accessibles depuis Bordeaux en utilisant au moins une fois un "Boeing" avec un certain nombre, éventuellement nul, de correspondances?

```
AEROPORT(x) :-VOL(_,_,_,x,_,_,_) .
AEROPORT(x) :-VOL(_,_,_,_,x,_,_) .

DE_A(x,x) :-AEROPORT(x) .
DE_A(x,y) :-VOL(_,_,_,x,u,_,_) AND DE_A(_,_,_,u,y,_,_) .

AV_BOEING(x,y) :-DE_A(x,u) AND VOL(a,_,_,u,v,_,_) AND AVION(a,'Boeing',_,_) AND DE_A(v,y) .
```

**(D.v)** Quels sont les villes accessibles depuis Bordeaux avec un certain nombre, éventuellement nul, de correspondances, en n'utilisant que des vols au départ de la localité de l'avion?

```
ACC_LOC(v) :-VOL(a,_,_, 'Bordeaux', v, _, _) AND AVION(a,_,_, 'Bordeaux') .
ACC_LOC(v) :-ACC_LOC(w) AND VOL(a,_,_,w,v,_,_) AND AVION(a,_,_,w) .
```

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

RÉPONSE: *La deuxième uniquement car elle ne contient pas de récurrence tandis que toute les autres font appel à une construction récursive.*

### Exercice E Conception de schémas relationnels

Soit  $AB, ACD, BCD$  une décomposition de  $ABCD$  muni des dépendances fonctionnelles  
 $A \rightarrow C \quad D \rightarrow C \quad BD \rightarrow A$ .

**(E.i)** La décomposition est-elle sans perte d'information? Justifiez votre réponse. Si votre réponse est négative, vous donnerez une relation sur  $ABCD$  qui soit un contre-exemple.

RÉPONSE: Non, cette décomposition ne préserve pas les dépendances fonctionnelles.  
Soit  $R$  la table ci-dessous:

A	B	C	D
a	b	c	y
a	z	c	d
u	b	c	d

$R$  satisfait les DF, ses projections sur  $AB$ ,  $ACD$  et  $BCD$  sont respectivement:

$$R_{AB} = \begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline a & b \\ a & z \\ u & b \\ \hline \end{array}$$

$$R_{ACD} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline A & C & D \\ \hline a & c & y \\ a & c & d \\ u & c & d \\ \hline \end{array}$$

$$R_{BCD} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline B & C & D \\ \hline b & c & y \\ z & c & d \\ b & c & d \\ \hline \end{array}$$

$$R_{AB} \bowtie R_{ACD} \bowtie R_{BCD} \ni (a,b,c,d) \notin R$$

(E.ii) La décomposition proposée préserve-t-elle les dépendances fonctionnelles?

RÉPONSE:  $BD \rightarrow A$  est une dépendance perdue par cette décomposition.

On applique l'algorithme qui vérifie si  $A$  appartient à la clôture de  $BD$  par les dépendances projetées  $G$ , — sans calcul explicites des dépendances de  $G$ .

$$Z_0 = BD$$

$$Z_1 = BD \cup ((BD \cap AB)^{+/F} \cap AB) = BD$$

$$Z_2 = BD \cup ((BD \cap ACD)^{+/F} \cap ACD) = BD$$

$$Z_3 = BD \cup ((BD \cap BCD)^{+/F} \cap BCD) = BD \cup (ABD \cap BCD) = BD$$

Après une itération,  $Z_0$  n'a pas changé, donc  $BD^{+/G} = BD$  qui ne contient pas  $A$  la décomposition ne préserve pas les dépendances.

### Exercice F Conception de schémas relationnels

Soit  $AB \rightarrow C$ ,  $A \rightarrow D$ ,  $BD \rightarrow C$  un ensemble de dépendances fonctionnelles sur un ensemble d'attributs  $ABCD$ .

(F.i) Donner une décomposition en 3NF de  $ABCD$  qui ne comporte que deux schémas. Les dépendances fonctionnelles sont elles préservées?

RÉPONSE: Il faut chercher une couverture minimale qui ne comporte que deux dépendances, et prendre leurs ensembles attributs pour tables.

De  $A \rightarrow D$  on obtient  $AB \rightarrow BD$  et avec  $BD \rightarrow C$  on obtient  $AB \rightarrow C$ .  $AB \rightarrow C$  est donc une conséquence de  $A \rightarrow D$  et  $BD \rightarrow C$ .

$A \rightarrow D$  et  $BD \rightarrow C$  forment une couverture minimale. On ne peut supprimer une des deux dépendances sans la perdre et chaque attribut à gauche est nécessaire.

Une décomposition en 3NF est  $AD$  et  $BDC$ .

**(F.ii)** Quelles sont les dépendances fonctionnelles projetées sur chacun des deux schémas?

RÉPONSE: *Calculons les dépendances non triviales.*

*Sur AD on a  $A \rightarrow D$  mais pas  $D \rightarrow A$*

*Sur BDC on a  $BD \rightarrow C$ , mais  $B^+ = B$ ,  $C^+ = C$ ,  $D^+ = D$ ,  $BC^+ = BC$ ,  $CD^+ = CD$ , il n'y a donc pas d'autres dépendance non triviale.*

**(F.iii)** Votre exemple est-il sans perte d'information? Pourquoi? Sinon, comment faudrait-il modifier votre décomposition pour qu'elle soit sans perte d'information.

RÉPONSE: *Pour qu'une telle décomposition soit sans perte d'information il faut que l'une des tables contiennent une clef. BDC n'est pas une clef, AD non plus, il faut rajouter un schéma qui soit une clef, comme ABD.*

### Exercice G Conception de schémas relationnels

Soit un schéma relationnel ABCD avec les dépendances fonctionnelles  $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$ ,  $D \rightarrow B$ .

**(G.i)** Est-il en BCNF? Pourquoi?

RÉPONSE: *L'unique clef minimale est AD. Le membre gauche de chacune des DF n'est pas une clef. Le schéma n'est pas en BCNF.*

**(G.ii)** Si on décompose ce schéma en ACD et BD quelles sont les dépendances projetées?

RÉPONSE: *Ne mentionnons pas les dépendances triviales où un attribut figure et à gauche et à droite.*

*Sur ACD on trouve  $A \rightarrow C$  et  $D \rightarrow C$  ainsi que leur conséquence  $AD \rightarrow C$ .*

*Sur BD on trouve  $D \rightarrow B$ .*

**(G.iii)** Ces schémas sont-ils BCNF? Sinon terminer la décomposition.

RÉPONSE: *BD est en BCNF (2 attributs).*

*ACD n'est pas en BCNF puisque la clef est AD. On décompose suivant AC et AD, qui est en BCNF.*

**(G.iv)** Le résultat est-il sans perte d'information?

Oui (en utilisant les dépendances projetées sur ACD e ten appliquant l'algorithme usuel, on a:

	A	C	D
AC	a	c	u
AD	a	$x := c$	d

**(G.v)** Préserve-t-il les dépendances?

RÉPONSE: *Non,  $A \rightarrow B$  est perdue dès la première décomposition. B n'appartient pas à  $A^+ / A \rightarrow C, D \rightarrow C, D \rightarrow B = AC$ .*

### 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: *(personne n'a traité cet exercice, il est gardé en réserve)*