

<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5
<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6
<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7
<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8
<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9

← codez votre numéro d'anonymat  
ci-contre, et inscrivez le aussi ci-dessous.

Numéro d'anonymat :

Durée : 90 minutes. Aucun document n'est autorisé.

Les questions faisant apparaître le symbole ♣ peuvent présenter zéro, une ou plusieurs bonnes réponses. Les autres questions ont une unique bonne réponse.

En général, une bonne case cochée compte pour 1 point et une mauvaise case cochée compte pour -1 point.

Vous devez noircir complètement les cases.

Cet examen comporte 20 questions et 1 annexe.

L'annexe peut être utilisé pour développer certaines réponses si mentionné dans le sujet avec le symbole  $\Rightarrow$ . Dans ce cas, si votre réponse au QCM est fausse, le correcteur utilisera alors l'annexe afin d'évaluer la pertinence de votre raisonnement. Si celui-ci est correct, une partie des points vous sera donnée.

---

## Dépendances fonctionnelles et formes normales

---

En France, dans les élections municipales, le mode de scrutin, pour les communes de 1000 habitants et plus, est le scrutin proportionnel de liste à deux tours avec prime majoritaire accordée à la liste arrivée en tête. Les électeurs votent dans les bureaux de vote. Un bureau de vote doit avoir entre 800 et 1000 électeurs inscrits. Chaque commune a autant de bureaux de vote que nécessaire selon le nombre d'électeurs. Un bureau de vote est constitué d'une équipe de personnes et un président. Un bureau est identifié de manière unique en France. Chaque électeur est inscrit à un seul bureau de vote. Chaque électeur a le droit à un seul vote. Les choix de vote seront les listes candidates ainsi que le vote blanc<sup>1</sup>.

L'ensemble de dépendances fonctionnelles DF considéré est le suivant :

1. municipalite  $\rightarrow$  nbHabitants,
2. bureau  $\rightarrow$  nbElecteurs, adresse, president, municipalite,
3. adresse  $\rightarrow$  bureau,
4. president  $\rightarrow$  bureau,
5. bureau  $\rightarrow$  president,
6. adresse, president  $\rightarrow$  bureau,
7. electeur  $\rightarrow$  president, bureau,
8. date, bureau  $\rightarrow$  vote,
9. electeur, bureau  $\rightarrow$  president

---

<sup>1</sup>Les bulletins blancs comptent à partir du 1er avril 2014.

**Question 1** D'après la définition donnée en cours, la dépendance fonctionnelle 6 est-elle élémentaire par rapport à l'ensemble DF ?

☐ Oui ☒ Non

**Question 2 ♣** Supposez la relation R1 {(bureau,nbElecteurs,adresse,municipalite,president), DF1={2,3,4}} avec clé={bureau}. Quelles sont les formes normales préservées par R1 ?

☐ BCNF ☒ 3FN ☒ 2FN ☐ Aucune de ces réponses n'est correcte.

**Question 3 ♣** Cocher les propriétés des relations obtenues avec l'algorithme par décomposition.

☒ spi (sans perte d'information) ☒ 3FN  
☐ spdf (sans perte de dépendance fonctionnelle) ☒ BCNF  
☐ Aucune de ces réponses n'est correcte.

**Question 4** Quel ensemble d'attributs forme une clé possible pour DF :

☐ {bureau, electeur} ☐ {bureau, date, electeur} ☐ {president, date, electeur}  
☒ {date, electeur}

**Question 5** Quelle est la couverture minimale CV(DF) ?

⇒ Si vous le souhaitez, en plus de cocher sur cette feuille, vous pouvez développer votre réponse dans l'annexe, Section CV(DF).

- ☒ {municipalite → nbHabitants; bureau → nbElecteurs; bureau → adresse; bureau → municipalite; adresse → bureau; president → bureau; electeur → bureau; date, bureau → vote; bureau → president}
- ☐ {municipalite → nbHabitants; bureau → nbElecteurs; bureau → adresse; bureau → municipalite; adresse → bureau; president → bureau; electeur → bureau; date, bureau → vote; bureau → president; electeur, bureau → president}
- ☐ CV(DF) = DF
- ☐ {municipalite → nbHabitants; bureau → nbElecteurs, adresse, municipalite; adresse → bureau; president → bureau; electeur → bureau; date, bureau → vote; bureau → president; electeur, bureau → president}

---

## Evaluation de requêtes

---

Rappel de la sélectivité  $S$  des opérations :

$$S_{\sigma(A= valeur)} = 1/|\pi_A(R)| ; S_{\sigma(A > valeur)} = \max(A) - valeur / \max(A) - \min(A) ;$$

$$S_{\sigma(p1 \wedge p2 \wedge \dots \wedge pn)} = \prod_{i=1}^{pn} S_{\sigma(i)} ; S_{\sigma(p1 \vee p2 \vee \dots \vee pn)} = \sum_{i=1}^{pn} S_{\sigma(i)} - \prod_{i=1}^{pn} S_{\sigma(i)}.$$

Soit la base de données sur les élections municipales composée des relations :

**Electeur**(electeur number, bureau number).

**Vote**(date date, bureau number, vote varchar2(30)).

**Municipalite**(municipalite varchar2(40), nbHabitants number).

**Bureau**(bureau number, nbElecteurs number, adresse varchar2(40), municipalite varchar2(40), president varchar2(40)).

On suppose que :

- il existe 2 implémentations pour la sélection (n étant le nombre de pages) : parcours séquentiel ( $O(n)$ ) et utilisation d'arbre B+ ( $O(\log n)$ ), on les appellera respectivement  $\sigma^{O(n)}$  et  $\sigma^{O(\log n)}$
- il existe 2 implémentations de la projection : sans élimination de doublons ni tri ( $O(n)$ ) et avec élimination de doublons et tri ( $O(n \log n)$ ), on les appellera respectivement  $\pi^{O(n)}$  et  $\pi^{O(n \log n)}$  ;

## CORRECTION

- il existe 2 implémentations pour la jointure : boucle imbriquée ( $O(n*m)$ ) et boucle imbriquée avec index ( $O(n \log m)$ ), on les appellera respectivement  $\bowtie^{O(n*m)}$  et  $\bowtie^{O(n \log m)}$  ;
- l'attribut Bureau.municipalite est indexé avec un index B+ ;
- les types date, number et varchar2(m), occupent respectivement 12, 6 et m octets ;
- le nombre de tuples de la relation Electeur est de 40 000 ;
- le nombre de tuples de la relation Vote est 30 000 ;
- la taille d'un bloc est de 4096 octets ;
- les valeurs des attributs sont indépendantes et la distribution de ces valeurs dans leur domaine est uniforme.

**Question 6** Soit 28 le nombre d'octets d'un tuple de la relation Electeur, combien de blocs environ seraient nécessaires pour stocker cette relation ?

☐ Aucune de ces réponses n'est correcte. ☒ 273 ☐ 500 ☐ 468

**Question 7** A priori, quelle serait l'expression algébrique correspondant au meilleur plan d'exécution de la requête suivante, selon le coût d'exécution des opérateurs :

SELECT vote  
FROM Bureau NATURAL JOIN Vote  
WHERE municipalite='Carquefou';

$\Rightarrow$  Si vous le souhaitez, en plus de cocher sur cette feuille, vous pouvez expliquer votre choix et développer votre *plan d'exécution* dans l'annexe, Section *Plan d'exécution*.

- ☐  $R = \pi_{vote}^{O(n)}(Vote \bowtie^{O(n \log m)} (\sigma_{municipalite='Carquefou'}^{O(n)}(Bureau)))$
- ☐  $R = \pi_{vote}^{O(n)}(\sigma_{municipalite='Carquefou'}^{O(\log n)}(Bureau \bowtie^{O(n*m)} Vote))$
- ☐  $R = \pi_{vote}^{O(n)}(Vote \bowtie^{O(n*m)} (\sigma_{municipalite='Carquefou'}^{O(\log n)}(Bureau)))$
- ☒  $R = \pi_{vote}^{O(n)}(Vote \bowtie^{O(n \log m)} (\sigma_{municipalite='Carquefou'}^{O(\log n)}(Bureau)))$
- ☐  $R = \pi_{vote}^{O(n)}(\sigma_{municipalite='Carquefou'}^{O(\log n)}(Vote \bowtie^{O(n \log m)} Bureau))$

**Question 8** Quelle est la taille d'un enregistrement de la relation Vote, si le calcul doit être en multiple de 4 octets et l'entête prend 12 octets ?

☐ 50 ☐ 48 ☐ 52 ☐ Aucune de ces réponses n'est correcte. ☒ 64

**Question 9** Soit 40 le nombre de valeurs distinctes de l'attribut bureau, quelle est l'estimation du nombre d'octets du résultat de la requête suivante ?

SELECT electeur  
FROM Electeur  
WHERE bureau=20;

☒ 6000 ☐ 1000 ☐ Aucune de ces réponses n'est correcte. ☐ 28 000

**Question 10** Quel est le nombre de plans d'exécution possibles de la requête suivante :

SELECT electeur  
FROM Electeur NATURAL JOIN Bureau  
WHERE municipalite='Gap';

☐ 18 ☒ Aucune de ces réponses n'est correcte. ☐ 24 ☐ 36

**Question 11** Quelle est l'estimation du nombre de tuples résultat de la jointure naturelle entre les relations *Municipalite* et *Bureau* ? On suppose que *Bureau.municipalite* est une clé étrangère et fait référence à la table *Municipalite* :

☐  $|Bureau| * |Municipalite|$     ☒  $|Bureau|$     ☐  $|Municipalite|$

## Indexation

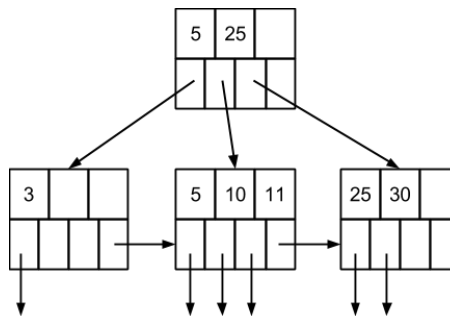
**Question 12** Soit une taille de bloc de 1024 octets, et un arbre B+ dont les clés et les pointeurs sont des entiers de 4 octets. Quel est le nombre de clés  $n$  que peut stocker au plus chaque bloc de cet arbre ?

☒ 127    ☐ 1024    ☐ 256    ☐ Aucune de ces réponses n'est correcte.

**Question 13** Soit un arbre B+ où chaque noeud peut stocker 10 clés et il est composé de 3 niveaux (ne comptez pas la racine comme un niveau). Combien de clés au total peut indexer cet arbre ?

☒ 13 310    ☐ 131    ☐ 1000    ☐ 30  
☐ Aucune de ces réponses n'est correcte.

**Question 14** ♣ Soit l'arbre B+ suivant.



Quelle série d'enregistrements ferait que le graphe soit augmenté d'un niveau ?

⇒ Si vous le souhaitez, en plus de cocher sur cette feuille, vous pouvez développer votre réponse dans l'annexe, Section *Série insertions arbre B+*.

☒ (18,20,23)    ☐ (31,32,34)    ☐ (1,2,4)    ☐ (2,4,26)  
☐ Aucune de ces réponses n'est correcte.

## Transactions

Pour rappel :  $l(x)$ =lecture sur  $x$ ,  $e(x)$ =écriture sur  $x$ ,  $vp(x)$ =verrou partagé sur  $x$ ,  $ve(x)$ =verrou exclusif sur  $x$ ,  $lib(x)$ =libération de  $x$ ,  $c$ =commit.

**Question 15** Soit  $O2 = l_1(x), l_3(y), e_1(x), l_2(x), e_3(y), l_2(y), l_3(z)$ . L'ordonnancement  $O2$  est-il conflit-sérialisable ?

☐ non    ☒ oui

**Question 16** Quelle propriété parmi les propriétés ACID assurent les protocoles de contrôle de concurrence ?

☐ la cohérence    ☐ l'atomicité    ☒ l'isolation    ☐ la durabilité

**Question 17** Un ordonnancement conflit-sérialisable est un ordre :

☐ total    ☒ partiel    ☐ binaire    ☐ séquentiel

**Question 18 ♣** Soient les transactions T2, T3 et T4 suivantes :

$$T_2 = l_2(x)$$

$$T_3 = l_3(x), e_3(x), l_3(y), e_3(y)$$

$$T_4 = l_4(y)$$

Soit l'ordonnancement O3 des transactions T2, T3 et T4 :

$$O3 = vp_3(x), l_3(x), vp_2(x), l_2(x), vp_3(y), ve_3(y), lib_2(x), ve_3(x), e_3(x), l_3(y), e_3(y), c_2, lib_3(y), vp_4(y), l_4(y), lib_4(y), c_4, lib_3(x), c_3.$$

Quelles sont les caractéristiques d'O3 ?

- ☒ il est issu du protocole 2PL (Two Phase Lock) ;  
☒ il n'est pas issu du protocole 2PL-S (2PL-Strict) ;  
☐ il n'est pas issu du protocole 2PL (Two Phase Lock) ;  
☐ il est issu du protocole 2PL-S (2PL-Strict) ;  
☐ Aucune de ces réponses n'est correcte.

**Question 19** Dans quel cas, un problème d'ordonnancement non-recouvrable peut avoir lieu ?

- ☐  $e_1(x), e_2(x)$       ☐  $l_1(x), e_2(x)$       ☒  $e_1(x), l_2(x)$

**Question 20 ♣** Soit l'ordonnancement suivant :  $O1 = l_1(x), l_3(y), e_1(x), l_2(x), e_3(y), l_2(y), l_3(z)$ . O1 est équivalent à quel ordonnancement séquentiel ?

- ☒  $T1 \rightarrow T3 \rightarrow T2$       ☐  $T1 \rightarrow T2 \rightarrow T3$       ☒  $T3 \rightarrow T1 \rightarrow T2$   
☐ Aucune de ces réponses n'est correcte.