Exercice 1: Dépendances fonctionnelles (6pts)

Soit le schéma relationnel $R(A, B, C, D, E, G)$, sur lequel est défini l'ensemble de dépendances fonctionnelles $F = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow D, C \rightarrow DA, AE \rightarrow G, G \rightarrow E\}$

- Donner une couverture minimale de F ? (1pt)
- Quelles sont les clés de R ? (1pt)
- Sous quelle forme normale est le schéma $R(A, B, C, D, E, G)$? (0,5pt)
- Supposons que R est décomposé en $R_1(A, B, C)$ et $R_2(C, D, E, G)$. Cette décomposition est-elle sans perte d'information ? (1pt)
- Donner une décomposition de R en 3^{ème} forme normale sans perte d'information. (1pt)
- Les schémas obtenus à la question précédente sont-ils en BCNF ? (0,5pt)

Exercice 2: Langages de requête (6pt)

Soit la base de données Gestion composée des tables suivantes :

Employé(NumE, NomE, NumD)

Département (NumD, NomD, NumChef)

Commande(NumC, NumP, NumD, Montant)

Produit(NumP, NomP, TypeP)

La table `Employé` décrit les employés par leurs numéros, leurs noms ainsi que le numéro du département auxquels ils sont affectés. La table `Département` décrit les départements par leurs numéros, leurs noms ainsi que le numéro de leur chef. `Commande` décrit les commandes faites par les différents départements et `Produit` contient des informations sur les produits (1pt pour chaque question).

Exprimer les requêtes suivantes avec le langage SQL (1pt)

- a) Le nom et le numéro des employés du département "informatique" (1pt)
- b) Le nom et le numéro des employés sous la responsabilité de "Dupont" (1pt)
- c) Le nom de chaque département ainsi que le montant moyen des commandes qu'il a faites (1pt)
- d) Le nom des départements qui ont commandé tous les produits connus (1pt)
- e) Le nom des employés dont le chef n'est pas affecté au même département qu'eux (1pt)
- f) L'attribut `TypeP` de la table `Produit` peut être égal à « toxique » pour dire que le produit en question est toxique. Pour chaque département, donner le nombre de produits toxiques auxquels les employés de ce département ont été exposés (1pt)

Exercice 3 : Organisation physique (4pts)

Soient $R(A, B, C)$ un schéma de relation et r une instance de ce schéma. On suppose qu'une page du disque peut contenir 100 tuples et que r est composée de $N=10^6$ tuples. Soit la requête SQL suivante :

```
SELECT *
FROM r
WHERE A > 15
```

En supposant qu'il y a M tuples qui vont satisfaire cette condition, donner, en fonction de M , une estimation du nombre maximum d'accès disques qu'il faudra faire pour évaluer cette requête en considérant les deux situations suivantes :

- a) Il y a un index en arbre B+ secondaire sur l'attribut A avec les caractéristiques suivantes : Chaque nœud de l'arbre (nœud interne ou feuille) peut contenir au moins 100 pointeurs (2pts)
- b) Il y a un index en arbre B+ primaire sur l'attribut A avec les caractéristiques suivantes : Chaque nœud interne de l'arbre peut contenir au moins 100 pointeurs (2pts)

Exercice 4 : Transactions (4 pts)

- a) Décrire ce qu'est un ordonnancement non récupérable (1 pt)
- b) Décrire ce qu'est un ordonnancement non sérialisable (1 pt)
- c) Décrire ce qu'est un ordonnancement non c-sérialisable (1 pt)

d) Y a-t-il un lien entre récupérabilité des ordonnancements et durabilité des transactions ? Expliquer (1 pt)