Métropole - juin 2026 - sujet 2 (corrigé)

Exercice 1 (Réseaux, routage et POO)

1. Les 16 premiers bits, c'est-à-dire les deux premiers octets, de l'adresse IP de PC C01 correspondent à l'adresse du réseau. L'adresse du réseau C est donc `172.16.0.0/16`
2. L'adresse de diffusion du réseau C est `172.16.255.255/16` (on met tous les bits des deux derniers octets à 1).
3. Il y a $2^{32-16} - 2 = 65534$ adresses IP disponibles pour des machines du réseau C.
4. On a la table de routage suivante :

Table de routage R1		
Destination	Passe par	Nombre de sauts
R2	R3	2
R3	R3	1
R4	R4	1
R5	R4	2

5. On a le chemin suivant : PC A01 - Switch 1 - R1 - R3 - R2 - Switch B - PC B01.
6. On a le nouveau chemin suivant : R1 - R4 - R5 - R2.
7. On a le tableau suivant :

Type de connexion	Débit (bit/s)	Coût
Ethernet	10^7	$10^8/10^7 = 10$
Fast Ethernet	10^8	$10^8/10^8 = 1$
Fibre	10^9	$10^8/10^9 = 0{,}1$

8. On a trois chemins possibles pour aller de R1 à R4 :
   - R1 - R4, de coût 10
   - R1 - R3 - R4, de coût $0{,}1 + 1 = 1{,}1$
   - R1 - R3 - R2 - R5 - R4, de coût $0{,}1 + 10 + 1 + 1 = 12{,}1$

   Le chemin choisi par le protocole OSPF est donc R1 - R3 - R4.
9. Dans la fonction `ajouter_route`, il n'y a aucun test de précondition fait pour vérifier si la taille de `liste_routes` est inférieure à `MAX_ROUTES`. Il faudrait par exemple rajouter, entre les lignes 4 et 5, l'instruction suivante :

```
assert len(liste_routes) < MAX_ROUTES, "Nombre maximum de routes atteint"
```

10. Le code suivant convient :

```
class Routage:
    def __init__(self, capacite = 5):
        self.capacite = capacite
        self.routes = []

    def ajouter(self, route):
        if len(self.routes) < self.capacite:
            self.routes.append(route)
        else:
            print("Nombre maximum de routes atteint")
```

11. La méthode suivante convient :

```
    def afficher(self):
        for route in self.routes:
            for r in route:
                print(r)
            print("---")
```

Exercice 2 (Mise au point de programme, gestion de bugs et graphes)
Partie A : mélange aléatoire

1. La valeur de `melangee[2][1]` est `10`
2. L'instruction suivante convient : `valeurs = [k for k in range(1, 17)]`
3. Le tri étant en place, il suffit de faire : `shuffle(valeurs)`
4. Le code suivant convient :

```
def en_grille(valeurs, n):
    assert len(valeurs) == n*n
    grille = [[0 for j in range(n)] for i in range(n)]
    for i in range(n):
        for j in range(n):
            grille[i][j] = valeurs[j*n+i]
    return grille
```

5. Le code suivant convient :

```
def en_grille(valeurs, n):
    assert len(valeurs) == n*n
    grille = [[0 for j in range(n)] for i in range(n)]
    for i in range(n):
        for j in range(n):
            grille[i][j] = valeurs[i*n+j] # inversion de i et j
    return grille
```

Partie B : grille résoluble

6. La liste aplatie est `[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 15, 14]` et on observe que :
   - il y a trois couples de valeurs inversées : `(14, 15)`, `(15, 16)` et `(14, 16)`, c'est-à-dire trois inversions de couples d'indices `(13, 14)`, `(13, 15)` et `(14, 15)` ;
   - la distance à calculer vaut 2 (0 lignes et 2 colonnes).

   Ainsi, la somme du nombre d'inversions et de la distance vaut $3 + 2 = 5$, et donc la grille n'est pas résoluble.
7. Le test suivant convient : `assert compte_inversion([2, 1, 4, 3]) == 2`
8. Le code suivant convient :

```
def compte_inversion(valeurs):
    total = 0
    for i in range(len(valeurs)):
        for j in range(len(valeurs)):
            if i < j and valeurs[i] > valeurs[j]:
                total += 1
    return total
```

9. Le code suivant convient :

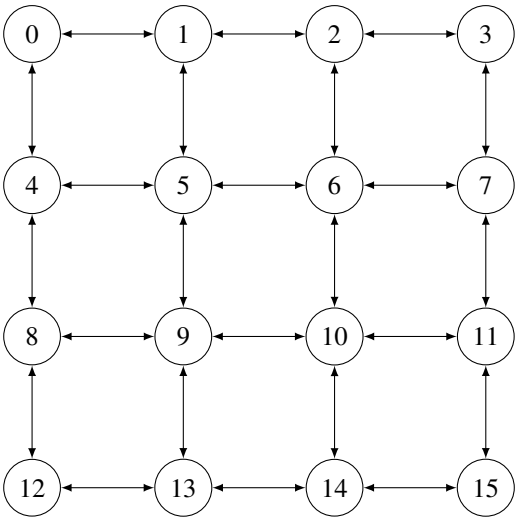
```
def distance_tuile_vide(grille, n):
    num_tuile_vide = n * n
    for i in range(n):
        for j in range(n):
            if grille[i][j] == num_tuile_vide:
                return n - 1 - i + n - 1 - j
```

10. Le code suivant convient :

```
def est_resoluble(valeurs, n):
    grille = en_grille(valeurs, n)
    inv = compte_inversion(valeurs)
    dis = distance_tuile_vide(grille, n)
    return (inv + dis) % 2 == 0
```

Partie C : mélange réaliste

11. Une valeur possible est `[5, 8, 10, 13]`. En effet, on a le graphe suivant :



12. Le code suivant convient :

```
def melange_graphe(nb_dep, n, graphe):
    valeurs = [i+1 for i in range(n * n)]
    num_tuile_vide = n * n
    actuelle = num_tuile_vide
    for k in range(nb_dep):
        prochaine = choice(graphe[actuelle])
        valeurs[actuelle] = valeurs[prochaine]
        valeurs[prochaine] = num_tuile_vide
        actuelle = prochaine
    return en_grille(valeurs, n)
```

Exercice 3 (Bases de données, files et graphe)

Partie A

1. Ces attibuts ne sont pas retenus comme clé primaire car on peut avoir des homonymes au sein de l'entreprise.
2. La relation `inscription` possède deux attributs, `trajet` et `passager` qui sont des clés étrangères, associées respectivement aux clés primaires `id_trajet` et `id_utilisateur` des relations `trajet` et `utilisateur`. Les clés étrangères ayant le même domaine que les clés primaires auxquelles elles font référence, leurs valeurs sont donc également des nombres entiers.
3. La requête suivante convient :

```
SELECT COUNT(*) FROM inscription WHERE trajet = 1291
```

4. La requête suivante convient :

```
SELECT * FROM trajet
WHERE heure >= '2026-06-19 00:00:00'
  AND heure < '2026-06-20 00:00:00'
  AND arrivee = 'Nancy'
ORDER BY heure
```

5. La requête suivante convient :

```
INSERT INTO trajet VALUES(1295, 'Nancy', 'Allain', '2026-06-19 17:45:00', 3, 25)
```

6. La requête suivante convient :

```
UPDATE trajet SET heure = '2026-06-19 18:40:00' WHERE id_trajet = 1294
```

7. L'erreur vient sans doute du fait que le trajet 1296 possède déjà des inscrits : il est donc référencé par la relation inscription, et on ne peut pas supprimer un trajet qui est référencé par une clé étrangère. Il faudrait d'abord supprimer les inscriptions associées à ce trajet avant de pouvoir le supprimer.
8. La requête suivante convient :

```
SELECT nom, prenom FROM utilisateur
JOIN inscription ON utilisateur.id_utilisateur = passager
JOIN trajet ON id_trajet = trajet
WHERE conducteur = 25
```

Partie B

9. Le dictionnaire suivant convient :

```
graphe = {'V': ['M'],
          'M': ['V', 'P2', 'P3'],
          'P2': ['M', 'A', 'C'],
          'P3': ['M', 'A'],
          'A': ['P2', 'P3', 'P1'],
          'P1': ['A', 'C'],
          'C': ['P1', 'P2']}
```

10. Le principe de fonctionnement d'une file est de stocker les éléments dans l'ordre dans lequel ils sont ajoutés, et de les retirer dans le même ordre, en suivant le principe FIFO (*First In, First Out*). Ainsi, le premier élément ajouté à la file sera le premier à être retiré.
11. Un ordre possible est le suivant : P1 - A - C - P2 - P3 - M - V.
12. Il s'agit d'un parcours en largeur.
13. Le code suivant convient :

```
def excentricite(graphe, sommet):
    dico = dico_distance(graphe, sommet)
    m = 0
    for distance in dico.values():
        if distance > m:
            m = distance
    return m
```

14. Le meilleur point de rendez-vous est le sommet P2, car il a l'excentricité la plus faible, qui est 2, parmi les points de rendez-vous. En effet, l'excentricité de P1 est 4 et celle de P3 est 3.