Exercice 2 (6 points)

Cet exercice porte sur la programmation orientée objet, la récursivité et les algorithmes gloutons.

Une entreprise souhaite gérer les colis qu'elle expédie à l'aide d'une application informatique. On sait que chaque colis a un identifiant unique, un poids, une adresse de livraison et un état. Pour chacun d'entre eux, trois états sont possibles : "préparé", "transit" ou "livré".

Pour cela, on a créé une classe `Colis` avec les attributs suivants :

- `id` : un identifiant unique (de type `str`) ;
- `poids` : le poids du colis en kilogrammes (de type `float`) ;
- `adresse` : l'adresse de destination (de type `str`) ;
- `etat` : l'état du colis (de type `str` parmi `'préparé'`, `'transit'`, `'livré'`).

Lorsque l'on crée une instance de la classe `Colis`, l'attribut `etat` est initialisé à `'préparé'` tandis que les valeurs des autres attributs sont passées en paramètres. Voici le début du code Python de la classe `Colis` :

```
1 class Colis:
2     def __init__(self, id, poids, adresse):
3         self.id = id
4         self.poids = poids
5         self.adresse = adresse
6         self.etat = 'préparé'
```

On crée, par exemple, les deux colis suivants :

```
colisA = Colis('AC12', 5.0, '20 rue de la paix 57000 Metz')
colisB = Colis('AF34', 10.25, '32 rue du centre 57000 Metz')
```

1. Écrire la méthode `passer_transit` de la classe `Colis` qui permet de mettre l'état du colis à la valeur `'transit'`.

On dispose de la fonction `ajouter_colis` suivante :

```
1 def ajouter_colis(liste, colis):
2     # ajoute le colis à la fin de la liste
3     liste.append(colis)
```

Par exemple, après l'exécution des trois instructions suivantes, on a ajouté les deux colis crées précédemment à la liste `liste_colis` :

```
1 liste_colis = []
2 ajouter_colis(liste_colis, colisA)
3 ajouter_colis(liste_colis, colisB)
```

2. Dans cette question uniquement, on considère que l'acheminement des colis de plus de 25 kg est refusé par le transporteur.

   Recopier et modifier le code de la fonction `ajouter_colis` afin qu'elle ajoute le colis à la liste si son poids est inférieur ou égal à 25 kg et qu'elle affiche le message "Dépassement du poids maximal autorisé" sinon.

3. Écrire une fonction `nb_colis` qui prend en paramètre une liste d'objets de la classe `Colis` et qui renvoie le nombre de colis présents dans cette liste.

4. Recopier et compléter les lignes 2 et 4 du code ci-après de la fonction `poids_total` qui prend en paramètre une liste d'objets de la classe `Colis` et qui renvoie le poids total de l'ensemble des colis de cette liste.

```
1 def poids_total(liste):
2     total = ...
3     for c in liste :
4         total = ...
5     return total
```

5. Écrire une fonction `liste_colis_etat` qui prend en paramètres une liste d'objets de la classe `Colis` et une chaîne de caractères `statut` (parmi `'préparé'`, `'transit'` ou `'livré'`) et qui renvoie une nouvelle liste contenant l'ensemble des colis de cette liste dont l'état est le même que `statut`.

L'entreprise tente d'optimiser, à l'aide d'un algorithme glouton, le chargement des colis dans un camion ayant une capacité exprimée en kilogrammes, sans tenir compte de la contrainte de volume. La procédure gloutonne adoptée est la suivante : on charge les colis dans le camion en les choisissant par ordre décroissant de leur poids, sans dépasser la capacité du camion.

Pour cela, il est nécessaire de travailler sur une liste de colis triés par ordre de poids décroissants. La fonction `tri_decroissant` permet de réaliser ce tri.

```
 1 def tri_decroissant(liste):
 2     n = len(liste)
 3     for i in range(n - 1):
 4         min_pos = i
 5         for j in range(i + 1, n):
 6            if liste[j].poids > liste[min_pos].poids:
 7                 min_pos = j
 8         # Échanger les éléments
 9         temp = liste[i]
10         liste[i] = liste[min_pos]
11         liste[min_pos] = temp
12     return liste
```

6. Donner le nom du tri utilisé dans la fonction `tri_decroissant` ainsi que son coût dans le pire des cas.

7. Citer un autre algorithme de tri qui aurait pu être utilisé, ainsi que son coût dans le pire des cas.

Le code Python ci-après présente la fonction récursive `chargement_glouton` dont les paramètres sont :

- `liste` : une liste de colis triées par poids décroissants ;
- `rang` : un indice compris entre 0 inclus et `len(liste)` inclus ;
- `charge` : une charge exprimée en kilogrammes ;

et qui renvoie la liste des colis à charger en appliquant l'algorithme glouton, en supposant que la charge restante dans le camion est `capacité`, et en ne considérant que les colis de `liste` d'indice supérieur ou égal à `rang`.

```
1 def chargement_glouton(liste, rang, capacite):
2     if rang == len(liste):
3         return ...
4     elif liste[rang].poids <= ...:
5         return ... + chargement_glouton(liste, ..., ...)
6     else:
7         return chargement_glouton(liste, ..., ...)
```

8. Recopier et compléter le code ci-dessus de la fonction `chargement_glouton`.

9. Expliquer brièvement pourquoi, lors d'un appel à la fonction `chargement_glouton`, on peut obtenir l'erreur suivante.

   `RecursionError: maximum recursion depth exceeded while calling a Python object`.

10. Écrire une fonction `chargement_glouton2` **itérative** (sans récursivité) qui prend en paramètres `liste` une liste de colis triés par poids décroissants et `capacite` la capacité du camion exprimée en kilogrammes, et qui renvoie la liste des colis à charger pour maximiser le poids total sans dépasser la capacité.

    On pourra créer une liste `colis_a_charger`, puis parcourir les colis triés en les ajoutant à cette liste tant que le poids total n'excède pas la capacité du camion.