#### BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

##### ÉPREUVE D’ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

###### **SESSION 2025**

#### **NUMÉRIQUE ET SCIENCES INFORMATIQUES**

##### Durée de l’épreuve : **3 heures 30**

##### *L’usage de la calculatrice n’est pas autorisé.*

##### 

##### Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu’il est complet.

##### Ce sujet comporte 18 pages numérotées de 1/18 à 18/18.

##### 

##### 

**Le sujet est composé de trois exercices indépendants.**

**Le candidat traite les trois exercices.**

# Exercice 1 (6 points)

*Cet exercice porte sur la programmation en Python et la programmation dynamique*.

Dans cet exercice, on se réfère à la citation suivante de Donald Knuth :

« An algorithm must be seen to be believed. »

En typographie, il existe plusieurs manières d’aligner un texte : aligner à gauche, centrer, aligner à droite et justifier.

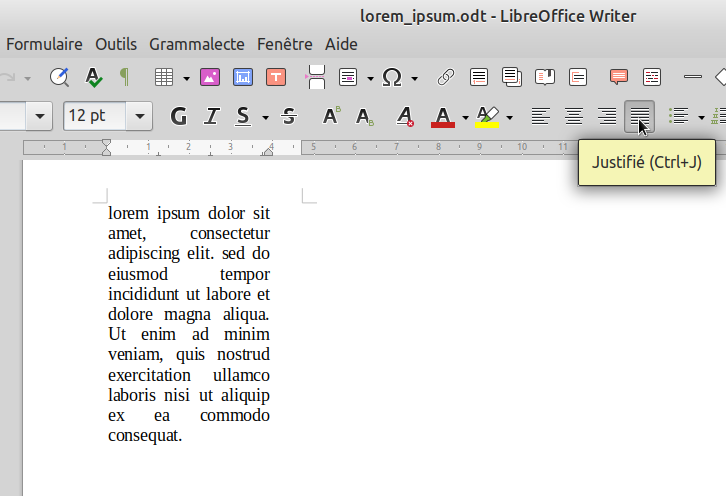


Figure 1. Justification d’un texte à l’aide d’un traitement de texte

L’alignement justifié permet d’obtenir que chaque ligne ait la même longueur appelée *justification*. Pour cela et pour chacune des lignes, on ajoute si nécessaire des espaces supplémentaires. Dans tout cet exercice, on désigne par *une espace* exactement un caractère d’espacement, tel que contenu dans la chaine Python ' '.

On répartit ces espaces supplémentaires ainsi :

* s’il n’y a qu’un mot on insère les espaces à droite de celui-ci ;
* sinon
  + on effectue la division euclidienne du nombre total d’espaces nécessaires pour compléter la ligne par le nombre d’emplacements inter-mots (entre les mots) ;
  + on répartit le quotient d’espaces entre chaque emplacement inter-mot ;
  + puis, s’il reste des espaces à distribuer, on les répartit une par une de gauche à droite.

Dans toute la suite, pour simplifier, on considère que tous les caractères, espaces comprises, ont la même largeur. Les mots ne sont ni coupés, ni décorés (gras, italique, etc.).

## Partie A

1. On considère les quatre premiers mots 'An', 'algorithm', 'must', 'be' de la citation de Donald Knuth avec un alignement justifié de 25 caractères, c’est-à-dire que la ligne contient 25 caractères au total, en comptant les lettres et les espaces.

* Montrer que, pour cette justification, le nombre d’espaces nécessaires est de 8.

1. On souhaite répartir ces 8 espaces entre ces quatre mots.

* Déterminer la seule proposition, parmi les quatre propositions ci-après, respectant les règles de l’alignement justifié définies précédemment, pour une justification de 25 caractères. Le caractère - représente ici une espace.
  + An--algorithm---must---be
  + An----algorithm--must--be
  + An---algorithm---must--be
  + An---algorithm--must---be

On considère le code de la fonction ajout\_espace, donnée ci-après, qui prend en paramètres une liste liste\_mots non vide de chaînes de caractères représentant un ensemble de mots et un entier justification représentant la justification. La fonction renvoie une chaîne de caractères constituée des mots de liste\_mots à laquelle on ajoute des espaces pour la justifier selon justification.

La fonction sum en Python est utilisée pour calculer la somme des éléments contenus dans une liste.

On rappelle qu’en Python, le caractère \ placé en fin de ligne permet de continuer l’expression Python sur la ligne suivante, comme si on n’avait en fait pas sauté de ligne. Cela sert uniquement à améliorer la présentation du code en évitant d’avoir des lignes trop longues. Par exemple les lignes :  
reponse = reponse + " " \* ... \  
 + liste\_mots[i]  
signifient exactement la même chose que la ligne :  
reponse = reponse + " " \* ... + liste\_mots[i]

1 def ajout\_espace(liste\_mots: list[str],   
 2 justification: int) -> str:  
 3 nb\_caracteres = sum([len(mot) for mot in liste\_mots])  
 4 nb\_mots = len(liste\_mots)  
 5 assert nb\_caracteres + ...   
 6 nb\_espace\_total = justification - nb\_caracteres  
 7 if nb\_mots == 1:  
 8 return ... + " " \* nb\_espace\_total   
 9 else:  
10 q = nb\_espace\_total // (nb\_mots - 1)  
11 r = nb\_espace\_total % (nb\_mots - 1)  
12 reponse = liste\_mots[0]  
13 for i in range(1, r + 1):  
14 reponse = reponse + " " \* ... \   
15 + liste\_mots[i]  
16 for i in range(r + 1, nb\_mots):  
17 reponse = reponse + " " \* ... \   
18 + liste\_mots[i]  
19 return reponse

1. Dans la fonction ajout\_espace ci-dessus, il peut arriver que la liste de mots liste\_mots soit trop longue pour tenir sur une seule ligne de justification donnée. Compléter la précondition de cette fonction à la ligne 5 avec un critère que doit vérifier la liste liste\_mots, pour être justifiable sur une seule ligne.

Dans le cas d’une liste d’au moins deux mots, si on a nb\_espace\_total espaces à répartir entre nb\_mots - 1 emplacements inter-mots selon les règles de l’alignement justifié, avec q et r respectivement le quotient et le reste de la division euclidienne de nb\_espace\_total par nb\_mots - 1, il suffit de :

* placer q + 1 espaces pour les r premiers emplacements inter-mots ;
* placer q espaces pour les emplacements inter-mots suivants allant de r+1 à nb\_mots - 1.

1. Recopier et compléter les lignes 8, 14 et 17 du code de la fonction ajout\_espace.

## Partie B

Dans cette partie on cherche à déterminer après quel mot revenir à la ligne. On admet que la justification est supérieure à la longueur des mots considérés, ainsi chaque mot peut tenir sur une ligne.

1. Proposer un algorithme en langage naturel permettant de déterminer après quel mot d’un texte revenir à la ligne, étant donné une certaine justification. On attend uniquement une explication précise de l’algorithme, pas sa programmation en Python.

On utilise une liste de tuples pour modéliser le découpage d’un texte en différentes lignes. Par exemple, pour la liste de mots ['An', 'algorithm', 'must', 'be', 'seen', 'to', 'be', 'believed'] la liste de découpage [(0, 2), (2, 5), (5, 7), (7, 8)] signifie que :

* la première ligne sera constituée des mots d’indice de 0 à 2 (2 exclu), soit An algorithm ;
* la seconde ligne des mots de 2 à 5 (5 exclu), soit must be seen ;
* la troisième ligne des mots de 5 à 7 (7 exclu), soit to be ;
* et la dernière ligne des mots de 7 à 8 (8 exclu), soit believed.

1. Recopier et compléter les lignes 5 à 8 du code de la fonction affiche\_justifie, donné ci-après, qui prend en paramètres une liste de mots, une liste de découpage et une justification puis affiche dans la console Python les lignes justifiées correspondantes.

Remarque : liste\_mots[a:b] est une tranche (ou *slice* en anglais). Elle désigne la liste extraite de la liste liste\_mots constituée des éléments dont l’indice est compris entre a et b-1 inclus.

* 1 def affiche\_justifie(liste\_mots: list[str],  
  2 decoupage: list[(int, int)],  
  3 justification: int) -> None:  
  4 # début de la boucle d'affichage justifié  
  5 for ... in decoupage:   
  6 ligne\_justifiee = \  
  7 ajout\_espace(liste\_mots[ ... : ... ], ...)   
  8 ...

## Partie C

À l’usage, on se rend compte que la méthode précédente ne produit pas toujours un alignement justifié « esthétique ». Pour remédier à ce problème, les typographes utilisent une formule mathématique qui mesure la qualité esthétique d’une ligne en fonction du nombre d’espaces supplémentaires ajoutées. Entre deux mots d’une même ligne il y a forcément une espace. Sont donc considérées comme espaces supplémentaires celles que l’on doit ajouter en plus.

Dans cette partie, on utilise une fonction qui mesure le défaut d’esthétique, appelé coût inesthétique, que l’on cherche à minimiser.

* Le coût inesthétique d’une ligne est le carré du nombre d’espaces supplémentaires nécessaires à la justification de cette ligne.
* Le coût inesthétique d’un texte pour un découpage donné est la somme du coût inesthétique de chaque ligne.

L’objectif de cette partie est, pour un texte donné, de proposer un découpage minimisant ce coût.

1. Étant donné une justification de 15 caractères, la liste de mots ['An', 'algorithm', 'must', 'be', 'seen', 'to', 'be', 'believed'] et la liste de découpage [(0, 2), (2, 4), (4, 7), (7, 8)], reproduire et compléter les trois dernières lignes du tableau ci-après (chaque ligne du tableau correspond à une ligne du texte découpé).

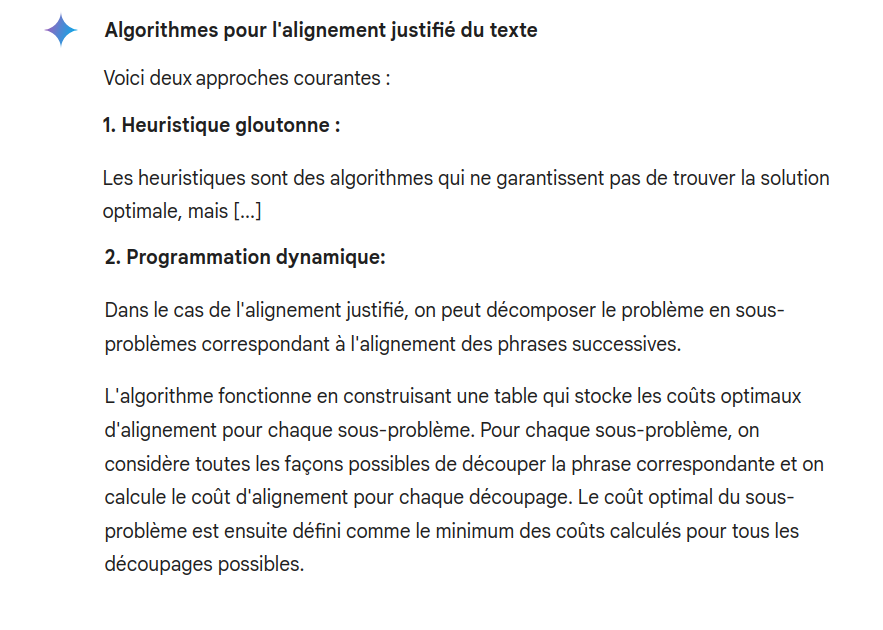
| Coût total du découpage : 147 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Indice du mot de début | Indice du mot de fin + 1 | Nombre de mots | Nombre de caractères | Nombre d’espaces supplémentaires pour atteindre 15 caractères | coût |
| 0 | 2 | 2 | 11 | 3 | 9 |
| 2 | 4 |  |  |  |  |
| 4 | 7 |  |  |  |  |
| 7 | 8 |  |  |  |  |

1. Écrire le code d’une fonction cout qui prend en paramètres deux indices i et j, une liste de chaînes de caractères liste\_mots et un entier justification représentant le nombre total de caractères souhaités par ligne. Elle renvoie le coût inesthétique de la ligne commençant au mot liste\_mots[i] et finissant au mot liste\_mots[j-1] si le nombre de caractères (espaces inter-mots comprises) de l’ensemble de ces mots est inférieur ou égal à justification et un million sinon.

* Exemples :
* >>> liste\_mots = ['An', 'algorithm', 'must', 'be', 'seen', 'to', 'be', 'believed']  
  >>> cout(0, 2, liste\_mots, 15)  
  9  
  >>> cout(0, 4, liste\_mots, 15)  
  1000000  
  >>> cout(5, 8, liste\_mots, 15)  
  1

1. Étant donnée une liste de n mots (avec n), en remarquant qu’on peut revenir à la ligne ou non après chaque mot sauf le dernier, indiquer s’il est raisonnable de déterminer une solution minimisant le coût inesthétique en testant toutes ces possibilités.

On pose la question à une IA générative, qui propose deux méthodes dont voici un extrait dans la capture d’écran donnée ci-après.



La première méthode consiste en un algorithme glouton, la seconde utilise la programmation dynamique.

On demande alors à l’IA de générer un code en Python d’une fonction justifie\_dynamique qui prend en paramètres une liste de chaînes de caractères liste\_mots et un entier justification représentant le nombre total de caractères souhaités par ligne, en utilisant la programmation dynamique. L’IA propose alors le code ci-après.

1 def justifie\_dynamique(liste\_mots: list[str],  
 2 justification: int)->list[(int,  
 3 int)]:  
 4 """Renvoie une liste contenant un découpage de  
 5 'liste\_mots' justifiée selon 'justification'."""  
 6 n = len(liste\_mots)  
 7 # génération de deux listes de n éléments  
 8 cout\_mini = [0] \* n  
 9 indice\_retour\_ligne\_mini = [0] \* n  
10 # parcours à rebours de la liste des mots  
11 for i in range(n-1, -1, -1):  
12 # initialisation du coût du découpage du ième   
13 # au dernier mot  
14 cout\_mini[i] = cout(i, n, liste\_mots,  
15 justification)  
16 indice\_mini = n  
17 # recherche d'un indice j minimisant le coût   
18 # total menant à la justification de i à j   
19 for j in range(i+1,n):  
20 best = cout\_mini[j]\  
21 + cout(i, j, liste\_mots, justification)  
22 if best < cout\_mini[i]:  
23 cout\_mini[i] = best  
24 indice\_mini = j  
25 indice\_retour\_ligne\_mini[i] = indice\_mini  
26 # reconstruction de la liste decoupage en partant   
27 # du premier mot indice k=0  
28 decoupage = []  
29 k = 0  
30 while k < n:  
31 decoupage.append((k,  
32 indice\_retour\_ligne\_mini[k]))  
33 k = indice\_retour\_ligne\_mini[k]  
34 return decoupage

1. Donner l’ordre de grandeur du nombre d’appels à la fonction cout lorsqu’on exécute la fonction justifie\_dynamique en fonction de n le nombre de mots dans la liste.
2. Établir à partir du code de la fonction justifie\_dynamique la relation qui existe entre les éléments de la liste cout\_mini.
3. Proposer une modification de la fonction justifie\_dynamique pour qu’elle renvoie, en plus du découpage, le coût inesthétique de celui-ci.

# Exercice 2 (6 points)

*Cet exercice porte sur les arbres binaires et la représentation binaire.*

L’échange de données sur les réseaux devient de plus en plus important. Il s’avère que la compression est un élément essentiel dans cet échange. On étudie ici un algorithme de compression, reposant sur le codage de Huffman.

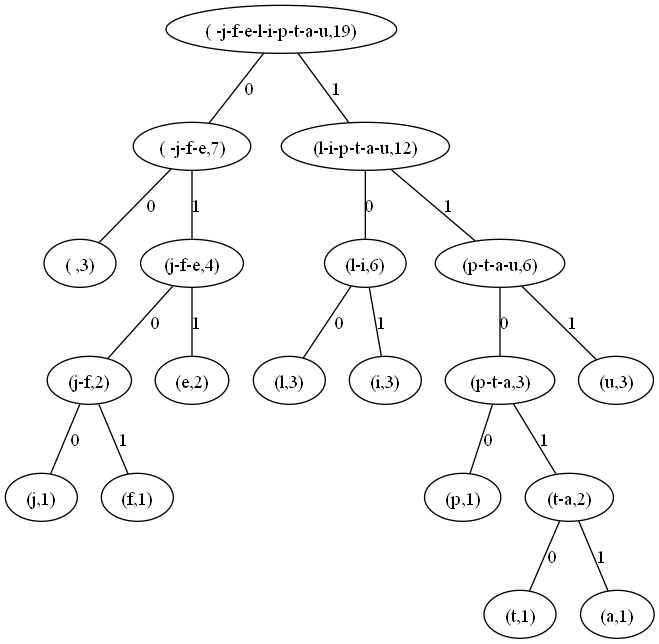


Figure 1: arb\_julie, un arbre de compression

Le codage de Huffman est adapté au texte à compresser car on se sert du nombre d’occurrences des caractères dans le texte. Par exemple, l’arbre de la Figure 1 a été construit pour compresser la phrase "julie fuit la pluie". Le nombre associé à un ensemble de caractères correspond à la somme de leur nombre d’occurrences dans la phrase. Chaque chemin parcouru de haut en bas dans l’arbre définit le code associé au caractère présent en bas : ce code est constitué d’un 0 à chaque fois qu’on est allé à gauche et d’un 1 à chaque fois qu’on est allé à droite, mis bout à bout.

La compression de "julie" donne donc : j → 0100 (gauche, droite, gauche, gauche), u → 111, l → 100, i → 101, e → 011, soit 0100111100101011. La compression de " " (caractère espace) donne 00.

1. Donner un exemple de feuille et la racine de l’arbre de la Figure 1.

On rappelle que la profondeur d’un nœud est égale à la distance en nombre d’arêtes entre ce nœud et la racine.

1. Donner la profondeur du nœud correspondant au caractère p et son code binaire associé.
2. On remarque que sur la Figure 1, les nœuds associés aux caractères les plus fréquents (avec un nombre d’occurrence plus élevé) ont une profondeur plus petite. Expliquer l’intérêt de cette propriété pour le codage binaire de la phrase.

On définit ci-dessous de façon incomplète la classe Noeud, où l’attribut nom est une chaîne de caractères représentant un ensemble de caractères séparés par des tirets (-) et où l’attribut nb\_occu désigne la somme des nombres d’occurrences de ces caractères :

1 class Noeud:  
 2 def \_\_init\_\_(self, nom, nb\_occu, fils\_g, fils\_d):  
 3 ....nom = nom   
 4 ....nb\_occu = nb\_occu   
 5 ....fils\_g = fils\_g   
 6 ....fils\_d = fils\_d   
 7   
 8 def \_\_str\_\_(self):  
 9 """  
10 Renvoie une chaine contenant les donnees  
11 du noeud (nom et nombre d'occurrences)  
12 """  
13 return '(' + ... .nom + ',' + str(...) + ')'

1. Recopier et compléter les lignes 3, 4, 5, 6 et 13 de la classe Noeud ci-dessus.

On souhaite créer une fonction liste\_occurrences qui à partir d’une chaîne de caractères chaine renvoie la liste des tuples (c, nb\_occu) où c est un caractère apparaissant dans chaine et nb\_occu est son nombre d’occurrences. Cette liste permettra par la suite de construire l’arbre qui codera chaque caractère comme en Figure 1.

Exemple :

>>> liste\_occurrences('julie fuit la pluie')  
[('j', 1), ('u', 3), ('l', 3), ('i', 3), ('e', 2),  
 (' ', 3), ('f', 1), ('t', 1), ('a', 1), ('p', 1)]

1 def liste\_occurrences(chaine):  
 2 dico = ...   
 3 for c in chaine:  
 4 if c in ...:   
 5 dico[c] = dico[c] + 1  
 6 else:  
 7 ...   
 8 liste\_res = ...   
 9 for cle in dico:  
10 liste\_res....   
11 return ...

1. Recopier et compléter le code de la fonction liste\_occurrences ci-dessus.

Pour élaborer l’arbre du codage de Huffman, on doit regrouper les nœuds en prenant toujours les deux nœuds de plus faible nombre d’occurrences. On va donc dans un premier temps faire un tri par insertion de la liste des tuples (c, nb\_occu), par ordre croissant de nombre d’occurrences.

On rappelle que la méthode insert de la classe list, utilisable avec la syntaxe : l.insert(i, ele), permet d’insérer à la position i l’élément ele dans la liste l.

Par exemple :

>>> l = [0, 2, 4]  
>>> l.insert(1, 8)  
>>> l  
[0, 8, 2, 4]

Le début de la fonction tri\_liste est donné ci-dessous :

1 def tri\_liste(liste\_a\_trier):  
 2 liste\_triee = []  
 3 for i in range(0, ...):   
 4 element = liste\_a\_trier[i]  
 5 ...   
 6 while (j < len(liste\_triee) and  
 7 element[1] >= liste\_triee[j][1]):  
 8 ...   
 9 liste\_triee.insert(..., ...)   
10 return liste\_triee

1. Recopier et compléter le code de la fonction tri\_liste ci-dessus.
2. Une fois la liste triée, il faut ensuite transformer la liste de tuples en liste de nœuds. Écrire la fonction conversion\_en\_noeuds qui convertit une liste de tuples en liste de nœuds.

Afin de simplifier l’élaboration de l’arbre du codage de Huffman, on doit créer une fonction qui insère un nouveau nœud dans une liste de nœuds déjà triée par ordre croissant sur le nombre d’occurrences (attribut nb\_occu).

1 def insere\_noeud(noeud, liste\_noeud):  
2 j = 0  
3 while j < len(liste\_noeud) and ... > ...:   
4 ...   
5 liste\_noeud.insert(..., ...)

1. Recopier et compléter le code de la fonction insere\_noeud qui modifie la liste liste\_noeud passée en paramètre.

On va à présent créer l’arbre du codage de Huffman à partir de la liste des nœuds triée par nombre d’occurrences croissant, avec la méthode décrite ci-dessous.

Répéter les trois opérations suivantes jusqu’à ce que la liste ne soit plus composée que d’un seul nœud (la racine) :

* extraire de la liste les deux nœuds dont le nombre d’occurrences est le plus faible ;
* créer un nœud père permettant de regrouper ces deux nœuds ;
* insérer ce nœud père dans la liste.

Par exemple, la Figure 1 a été obtenue en commençant par créer le nœud 'j-f', les nœuds j et f ayant pour nombre d’occurences 1.

1 def construit\_arbre(liste):  
 2 while ... > 1:   
 3 noeud1 = liste.pop(0)  
 4 noeud2 = liste.pop(0)  
 5 nom\_noeud\_pere = noeud1.nom + "-" + noeud2.nom  
 6 nb\_occu\_noeud\_pere = ...   
 7 noeud\_pere = Noeud(...)   
 8 insere\_noeud(..., liste)   
 9 return ...

On rappelle que la méthode pop de la classe list, utilisable avec la syntaxe : l.pop(i), permet de retirer et renvoyer l’élément à la position i dans la liste l.

Par exemple :

>>> l = [0, 8, 2, 4]  
>>> l.pop(1)  
8  
>>> l  
[0, 2, 4]

1. Recopier et compléter le code de la fonction construit\_arbre, qui renvoie le nœud correspondant à la racine de l’arbre.

On considère que l’on dispose d’une fonction codage\_arbre, qui à partir d’un arbre donné en paramètre renvoie une structure telle que dans l’exemple suivant qui utilise arb\_julie, l’arbre de la Figure 1.

Exemple :

>>> codage\_arbre(arb\_julie)  
{' ': '00', 'j': '0100', 'f': '0101', 'e': '011', 'l': '100',  
 'i': '101', 'p': '1100', 't': '11010', 'a': '11011',  
 'u': '111'}

1. Indiquer la structure de données dont il s’agit.
2. Écrire une fonction compresse qui, à partir du texte et de la structure renvoyée par codage\_arbre, renvoie la suite binaire sous forme d’une chaîne de caractères représentant le texte compressé.

* Par exemple on devrait obtenir :
* >>> compresse('julie', {' ': '00', 'j': '0100', 'f': '0101', 'e': '011', 'l': '100', 'i': '101', 'p': '1100', 't': '11010', 'a': '11011', 'u': '111'})  
  '0100111100101011'

# Exercice 3 (8 points)

*Cet exercice porte sur la programmation objet en langage Python, les graphes et les bases de données.*

## Partie A

Nous avons représenté un parc d’attractions par un graphe. Les sommets de ce graphe sont des attractions. Chaque attraction a une durée (en minutes). Les arêtes de ce graphe représentent la durée (en minutes) pour aller d’une attraction à une autre. Dans ce parc d’attractions, toutes les attractions ont des noms uniques.

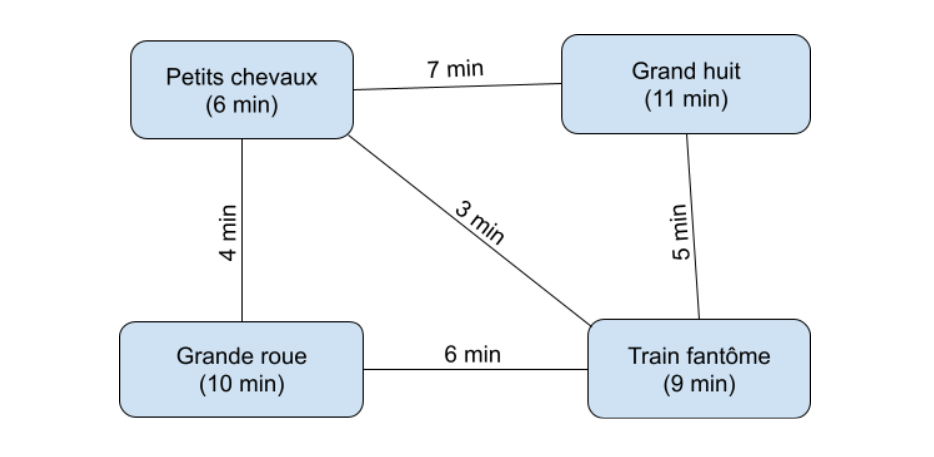


Figure 1. Parc d’attractions

Les attractions sont représentées par des objets de la classe Attraction dont le code est donné ci-dessous.

1 class Attraction:  
2 def \_\_init\_\_(self, nom, duree):  
3 self.nom = nom  
4 self.duree = duree  
5 self.voisines = []

Le graphe précédent peut être représenté, d’une façon incomplète, en langage Python ainsi :

1 a1 = Attraction("Grand huit", 11)  
2 a2 = Attraction("Petits chevaux", 6)  
3 a3 = Attraction("Train fantôme", 9)  
4 a4 = Attraction("Grande roue", 10)  
5 a1.voisines = [(a2,7), (a3,5)]  
6 a2.voisines = [(a1,7), (a3,3), (a4,4)]  
7 a3.voisines = [(a1,5), (a2,3), (a4,6)]  
8 a4.voisines = ...

Par mesure de sécurité, les gérants du parc d’attractions ont ralenti la vitesse de rotation de la grande roue. Sa durée est maintenant de 12 minutes.

1. En considérant la modélisation du parc d’attractions ci-dessus, écrire une ligne de code permettant de faire cette modification.
2. Donner et expliquer la valeur de l’expression a2.voisines[2][1].
3. Expliquer la ligne 7 de ce code.
4. Recopier et compléter la ligne 8 de ce code.
5. Expliquer pourquoi cette modélisation du parc d’attractions est réalisée avec un graphe non orienté.

Pour faciliter la gestion du parc d’attractions, ses dirigeants proposent aux usagers des *balades* dans le parc. Une *balade* est un chemin du graphe représentant le parc d’attractions. Les usagers choisissant une balade doivent faire les attractions dans l’ordre de parcours du chemin. La durée d’une balade est la durée totale pour parcourir la balade, c’est-à-dire la somme des durées de ses sommets et de ses arêtes.

En langage Python, on modélise une balade par un tableau de sommets du graphe. Par exemple, le tableau [a1, a2, a3, a1, a3] est une balade du graphe précédent.

1. Calculer la durée en minutes de la balade représentée par le tableau [a1, a2, a3] et expliquer le calcul effectué en une phrase.
2. Expliquer pourquoi le tableau [a2, a1, a4, a3] n’est pas une balade du parc d’attractions.

On considère qu’il est possible de comparer des objets de la classe Attraction entre eux à l’aide de l’opérateur ==.

1. Écrire une fonction sont\_voisines qui prend comme arguments deux attractions de la classe Attraction et qui renvoie True si ces deux attractions sont voisines et False sinon.
2. Écrire une fonction est\_balade qui prend comme argument un tableau de sommets de type Attraction et qui renvoie True si ce tableau est une balade et False sinon.

Les gérants du parc d’attractions souhaitent automatiser la création de balades, de telle sorte que désormais chaque attraction apparaisse au maximum une fois dans la balade. Pour cela, ils proposent de faire un parcours de graphe à partir d’une des attractions du parc, avec un tableau pouvant représenter une balade en paramètre. Pendant le parcours du graphe, si une attraction est atteignable depuis la dernière attraction placée dans la balade, alors elle est ajoutée à la balade.

Le code suivant est proposé :

1 def parcours(attr, deja\_vues, balade, nb):  
 2 if not attr.nom in deja\_vues:  
 3 deja\_vues[attr.nom] = True  
 4 if nb == 0 or sont\_voisines(attr, balade[nb-1]):  
 5 balade[nb] = attr  
 6 nb = nb + 1  
 7 for voisine in attr.voisines:  
 8 nb = parcours(voisine[0], deja\_vues, balade, nb)  
 9 return nb

1. Donner le type de parcours effectué par la fonction parcours ci-dessus.

Chaque attraction apparaît au maximum une fois dans une balade. Ainsi, un tableau représentant la balade peut être initialisé à [None, None, None, None] si le parc d’attractions n’a que 4 attractions. Si à l’issue du parcours, les attractions n’ont pas été toutes utilisées, il sera possible de créer une copie partielle du tableau contenant uniquement les éléments différents de None.

1. Déterminer ce que contient le tableau balade après l’exécution du code ci-dessous, en utilisant les variables a1, a2, a3 et a4 :

* >>> balade = [ None for \_ in range(4) ]  
  >>> parcours(a4, {}, balade, 0)

1. Déterminer maintenant ce que contient le tableau tableau après l’exécution du code ci-dessous :

* >>> a2.voisines = [(a1,7), (a3,3)]  
  >>> a4.voisines = [(a3,6)]  
  >>> tableau = [ None for \_ in range(4) ]  
  >>> parcours(a3, {}, tableau, 0)

1. Déduire des appels à la fonction parcours le nom de la structure de données utilisée pour la variable deja\_vues et expliquer en une phrase son rôle.

## Partie B

Dans cette partie de l’exercice, on pourra utiliser les clauses du langage SQL pour :

* construire des requêtes d’interrogation à l’aide de SELECT , FROM , WHERE (avec les opérateurs logiques AND , OR ), JOIN ... ON ;
* construire des requêtes d’insertion et de mise à jour à l’aide de UPDATE , INSERT , DELETE ;
* affiner les recherches à l’aide de DISTINCT , ORDER BY .

Les visiteurs qui sont d’accord reçoivent un bracelet magnétique à l’entrée du parc d’attractions. Ce bracelet permet de les identifier et de les prendre en photos à différents points clés des attractions. Ces photos leur sont ensuite proposées à la vente. Le système est calibré pour ne pas prendre de photos des personnes ne le souhaitant pas. Les données personnelles associées sont stockées en France et les utilisateurs disposent, conformément à la loi, d’un droit de consultation, de retrait et de rectification.

Pour gérer ces photos et leur vente, le parc d’attractions utilise une base de données. La Figure 2 présente une représentation des trois relations de cette base dont les clés primaires sont les attributs soulignés, appelés id dans chaque relation et dont les clés étrangères sont précédées d’un caractère #. Pour chaque attribut est indiqué le nom de l’attribut, et son type après le symbole : le type int représente des entiers, le type text des chaînes de caractères et le type float des nombres flottants.

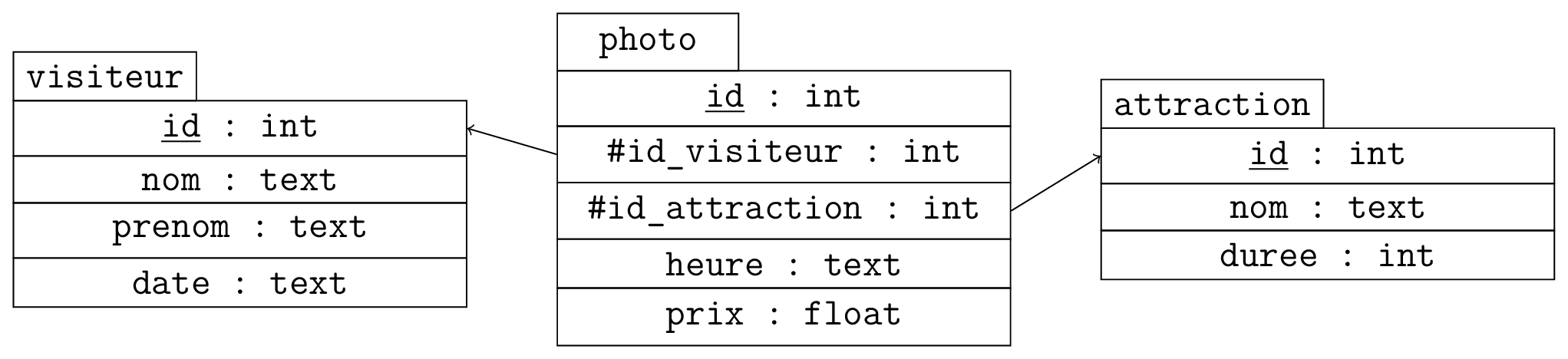


Figure 2. Représentation des relations de la base de données utilisée.

L’attribut date de la relation visiteur est une chaîne de caractères au format 'année-mois-jour', l’année étant écrite sur 4 chiffres, le mois sur 2 chiffres et le jour sur 2 chiffres. Par exemple, le 1er février 2025 sera représenté par la chaîne de caractères '2025-02-01'. L’attribut heure de la relation photo est une chaîne de caractères au format 'heures:minutes', en utilisant 2 chiffres pour les heures et 2 chiffres pour les minutes. Par exemple, l’heure 5 heures 49 minutes sera représentée par '05:49'.

1. Expliquer ce qu’est une clé primaire, puis ce qu’est une clé étrangère.
2. Écrire une requête en langage SQL qui permet d’obtenir les noms et prénoms des visiteurs présents le 11 janvier 2025 sans doublons.

En langage SQL, les opérateurs de comparaison classiques peuvent être utilisés pour comparer des chaînes de caractères entre elles. Par exemple, la condition ‘2025-01-01’ > ‘2024-01-01’ serait évaluée à vrai.

La fonction d’agrégation SUM permet de renvoyer la somme des valeurs d’un attribut. Par exemple, le code ci-dessous permet de déterminer le prix total des photos de la relation photo :

SELECT SUM(prix)  
FROM photo;

Un visiteur, Alan TURING, est venu plusieurs fois dans le parc d’attractions en 2024. À chaque visite, il a acheté toutes les photos proposées.

1. Écrire une requête en langage SQL qui permet d’obtenir la somme totale de ce qu’Alan TURING a payé pour des photos au parc d’attractions en 2024.

Suite à un problème technique, les gérants ont utilisé la requête suivante :

SELECT visiteur.nom, prenom  
FROM visiteur JOIN photo  
 ON visiteur.id = photo.id\_visiteur  
JOIN attraction  
 ON attraction.id = photo.id\_attraction  
WHERE attraction.nom = 'Grande roue'  
 AND heure = '12:34'  
 AND date = '2024-07-26';

1. Expliquer ce qu’ils voulaient savoir.

Les gérants du parc d’attractions décident d’étoffer leur offre d’achat de photos en proposant pour un cliché plusieurs formats et supports (A5, A6, poster, porte-clé, …).

1. Proposer des modifications de la base de données précédente pour qu’elle puisse prendre en charge cette nouvelle offre.