MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE
Liberté
Égalité
Fraternité

ACADÉMIE
DE VERSAILLES
Liberté
Égalité
Fraternité

ACADÉMIE
DE TOULOUSE
Liberté
Égalité
Fraternité

Olympiades numérique et sciences informatiques (NSI)

Académie de Versailles - 24 avril 2024

Cette épreuve est individuelle et dure trois heures.

Aucun document n'est autorisé. Aucun matériel électronique n'est autorisé, en particulier **les calculatrices et les ordinateurs ne sont pas autorisés**.

Le seul langage de programmation autorisé dans cette épreuve est Python. Le code proposé doit impérativement être proprement indenté afin d'éviter toute ambiguïté quant à sa validité. De plus, pour les mêmes raisons, on veillera à ne pas écrire le code d'une fonction à cheval sur deux pages. Plus généralement, on veillera à la lisibilité, la simplicité et l'efficacité du code proposé. De plus, l'utilisation d'identifiants significatifs pour les fonctions et les variables, ainsi que l'emploi judicieux de commentaires dans le code seront appréciés.

Ce sujet comporte deux exercices totalement indépendants. Ces deux exercices doivent être **traités sur des copies séparées**.

À tout moment vous pouvez faire appel à une fonction définie plus haut dans l'exercice, même si vous n'avez pas traité la question correspondante. Si vous ne pouvez pas formuler une réponse complète à une question, il vous est néanmoins conseillé d'exposer le bilan de vos pistes de recherches.

Le sujet comporte 29 pages. Avant de commencer, vérifiez que votre exemplaire est complet.
Le verso de cette feuille est une annexe détachable, le premier exercice commence à la page 3.

Solution

Ce document est le corrigé de l'épreuve. Les réponses sont données après chaque question. Le code de chaque fonction est donné avec des annotations de types décrivant ses arguments et sa sortie, une description, le cas échéant des hypothèses portant sur les arguments, et enfin un jeu de tests. Ces éléments n'étaient pas attendus dans les copies des élèves.

Rappel

On rappelle qu'en Python, l'instruction `t = (24, "avril", 2024)` crée une variable `t` de type `Tuple` telle que `t[0]` vaut l'entier `24`, `t[1]` la chaîne de caractères `"avril"` et `t[2]` l'entier `2024`. On peut accéder aux différentes composantes d'un tel tuple `t` par leurs indices (avec `t[0]`, `t[1]` ou `t[2]`) ou bien récupérer ces composantes dans des variables par une instruction comme `(jour, mois, annee) = t`, après laquelle `jour` vaut `24`, `mois` vaut `"avril"` et `annee` vaut `2024`. Il n'est **pas possible** en revanche de modifier les composantes d'un tuple.

Annexe détachable - Exercice 2

Nom :

Prénom :

Utiliser la grille ci-dessous pour répondre à la question 7 de l'exercice 2.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0															
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															

Exercice 1 : Montre GPS

Une montre destinée à la pratique du trail enregistre des données en utilisant un système de navigation par satellite (GPS) qui permet de déterminer l'heure et la position de l'athlète. De plus, cette montre détermine l'altitude en utilisant les différences de pression atmosphérique.

Par exemple, à la fin d'une course, l'ensemble des données enregistrées par la montre peut être la liste suivante où chaque caractère `'␣'` correspond à une espace.

```
["2023:08:16␣08:31:54␣N42.91343␣E00.13707␣1048",
"2023:08:16␣08:32:02␣N42.91399␣E00.13708␣1050",
"2023:08:16␣08:32:09␣N42.91421␣E00.13596␣1051",
"2023:08:16␣08:32:17␣N42.91475␣E00.13561␣1054",...]
```

Un élément de cette liste est appelé une **trame**. La première trame correspond au moment où l'athlète active sa montre et la dernière est enregistrée quand la montre est désactivée. Une trame est une chaîne de caractères qui comporte toujours 44 caractères. La première trame de l'exemple précédent, à savoir `"2023:08:16␣08:31:54␣N42.91343␣E00.13707␣1048"`, est constituée de 5 sous-chaînes séparées par des espaces :

- la sous-chaîne de 10 caractères `"2023:08:16"` correspond à la date ;
- la sous-chaîne de 8 caractères `"08:31:54"` correspond à l'heure ;
- la sous-chaîne de 9 caractères `"N42.91343"` correspond à la latitude ;
- la sous-chaîne de 9 caractères `"E00.13707"` correspond à la longitude ;
- la sous-chaîne de 4 caractères `"1048"` correspond à l'altitude en mètres entiers.

Dans tout l'exercice, on suppose que les données sont collectées à une même date.

Partie 1 : Gestion de l'heure

On souhaite pouvoir vérifier qu'une chaîne de caractères est au format des heures dans les trames (comme la sous-chaîne `"08:31:54"` de la première trame donnée en exemple).

Question 1

Écrire une fonction `format` qui prend en argument une chaîne de caractères `heure` et qui renvoie un booléen : elle renvoie `True` si `heure` comporte 8 caractères et si le caractère `':'` est situé aux bons emplacements et elle renvoie `False` sinon. Par exemple :

- `format("04:12:55")` et `format("23:07:56")` valent `True` ;
- `format("12:2:55")` et `format("12;10:25")` valent `False`.

Solution

```python
def format (heure: str) -> bool :
    """ teste si heure est au format des heures dans les trames
    """
    return (len(heure) == 8) and (heure[2] == ':') and (heure[5] == ':')
    #on pourrait tester aussi si heure[0],heure[1], heure[3], heure[4]
    # heure[5] et heure[6] sont des chiffres, ie >= '0' and <='9'
```

```python
assert(not format(""))
assert(not format("012345678"))
assert(not format("01234567"))
```

```
assert(format("01:34:67"))
```

On souhaite maintenant pouvoir vérifier qu'une chaîne de caractères au bon format [1] est bien une heure valide. Par exemple :

- `"04:12:55"` et `"23:07:56"` sont des heures valides ;
- `"18:62:55"` et `"24:00:00"` ne sont pas des heures valides.

On propose ci-contre le début de la fonction `heure_valide` qui prend en argument une chaîne de caractères `heure` et qui renvoie `True` si `heure` a le bon format et est valide, et `False` sinon.

Question 2
Compléter le code de la fonction `heure_valide`. On rappelle que `int("25")` renvoie l'entier 25.

```
def heure_valide(heure) :
  if format(heure) == False :
    return False
  else :
    h = int(heure[0] + heure[1])
    m = int(heure[3] + heure[4])
    s = int(heure[6] + heure[7])
    # à compléter
```

Solution

```
def heure_valide (heure: str) -> bool :
  """ teste si heure est une heure valide pour le format des trames
  """
  if not format(heure) :
    return False
  else :
    h = int(heure[0] + heure[1])
    m = int(heure[3] + heure[4])
    s = int(heure[6] + heure[7])
    if heure[2] != ":" or heure[5] != ":" :
      return False
    elif not (0 <= h and h <= 23) :
      return False
    elif not (0 <= m and m <= 59) :
      return False
    elif not (0 <= s and s <= 59) :
      return False
    else :
      return True

assert(heure_valide("04:12:55"))
assert(heure_valide("23:07:56"))
assert(not heure_valide("18:62:55"))
assert(not heure_valide("24:00:00"))
```

Question 3
Écrire une fonction `extrait_temps_ecoule` qui prend en argument une chaîne de caractères `heure` représentant une heure valide et qui renvoie un entier correspondant au nombre de secondes depuis minuit. Par exemple, `extrait_temps_ecoule("00:02:12")` vaut l'entier 132.

1. c'est-dire une chaîne constituée de deux chiffres, un caractère `':'`, deux chiffres, un caractère `':'` et enfin deux chiffres

Solution

```
def extrait_temps_ecoule (heure: str) -> int :
    """
    hypothèse : heure est une heure valide pour le format des trames
    donne le nombre de secondes écoulées depuis minuit à l'heure heure
    """
    assert(heure_valide(heure))
    h = int(heure[0] + heure[1])
    m = int(heure[3] + heure[4])
    s = int(heure[6] + heure[7])
    return h*3600 + m*60 + s

assert(extrait_temps_ecoule("00:02:12") == 132)
assert(extrait_temps_ecoule("00:00:00") == 0)
```

Il arrive que certaines trames soient interverties ou dupliquées lors du transfert de données, on veut pouvoir vérifier que ce n'est pas le cas dans les données reçues.

Question 4
Écrire une fonction `verification_ordre` qui prend en arguments deux chaînes de caractères `h1` et `h2` représentant des heures valides et qui renvoie un booléen. Ce booléen vaut `True` si `h2` est strictement postérieure à `h1` et `False` sinon.

Solution

```
def verification_ordre (h1: str, h2: str) -> bool :
    """
    hyp : h1 et h2 sont des heures valides pour le format des trames
    teste si l'instant représenté par h2 est postérieur à celui par h1
    """
    t1 = extrait_temps_ecoule(h1)
    t2 = extrait_temps_ecoule(h2)
    return t1 < t2

assert(verification_ordre("00:00:00","00:02:12"))
assert(not verification_ordre("00:02:12","00:02:12"))
assert(not verification_ordre("00:02:12","00:00:00"))
```

Question 5
Écrire une fonction `duree` qui prend en arguments deux chaînes de caractères `h1` et `h2` représentant des heures valides et qui renvoie un entier. Cet entier représente la durée, en secondes, entre les instants `h1` et `h2`. Par exemple, `duree("15:48:12","15:50:18")` vaut l'entier `126`.

Solution

```
def duree(h1: str, h2: str) -> int :
    """
    hyp : h1 et h2 sont des heures valides pour le format des trames
    donne le nombre de secondes écoulées entre les instants h1 et h2
    """
    t1 = extrait_temps_ecoule(h1)
```

```
    t2 = extrait_temps_ecoule(h2)
    return t2 - t1

assert(duree("00:02:12","00:02:12") == 0)
assert(duree("00:02:12","00:02:14") == 2)
assert(duree("00:00:00","00:02:12") == 132)
```

Partie 2 : Validité et extraction des données d'une trame

On souhaite vérifier qu'au cours du transfert d'une trame, aucune des cinq sous-chaînes (date, heure, latitude, longitude et altitude) n'a été oubliée ni dégradée. On dit qu'une trame est **valide** si elle comporte bien ces cinq éléments, séparés par des espaces, et que chacun d'eux est lui-même valide. De même que nous disposons de la fonction `heure_valide` depuis la question 2, on suppose disposer dans la suite des fonctions suivantes :

- `date_valide` qui prend en argument une chaîne de caractères `date` et qui renvoie `True` si `date` est de longueur 10, au bon format, et représente une date valide et renvoie `False` sinon ;
- `lat_valide` qui prend en argument une chaîne de caractères `lat` et qui renvoie `True` si `lat` est de longueur 9, au bon format, et représente une latitude valide et renvoie `False` sinon ;
- `long_valide` qui prend en argument une chaîne de caractères `long` et qui renvoie `True` si `long` est de longueur 9, au bon format, et représente une longitude valide et renvoie `False` sinon ;
- `alt_valide` qui prend en argument une chaîne de caractères `alt` et qui renvoie `True` si `alt` est de longueur 4, au bon format, et représente une altitude valide et renvoie `False` sinon.

On rappelle que si `t` est une chaîne de caractères, `t[i:j]` est la sous chaîne de `t` constituée des caractères d'indices m tels que $i \leqslant m < j$. Si `t="2023:08:16␣08:31:54␣N42.91343␣E00.13707␣1048"` par exemple, `t[3:10]` vaut `"3:08:16"`.

Question 6

Écrire une fonction `trame_valide` qui prend en argument une chaîne de caractères `trame` et qui renvoie `True` si `trame` représente bien une trame valide et `False` sinon.

Solution

```
def trame_valide (trame: str) -> bool :
    """
    teste si trame est une trame au bon format et formée d'éléments
    ↪ valides
    """
    if (len(trame) != 44) or (trame[10] != " ") or (trame[19] != " ") or\
        (trame[29] !=" ") or (trame[39] != " ") :
        return False
    else :
        date = trame[0:10]
        heure = trame[11:19]
        longi = trame[20:29]
        lati = trame[30:39]
        alti = trame[40:45]
        return heure_valide(heure) and date_valide(date) and\
        longit_valide(longi) and lat_valide(lati) and alti_valide(alti)
```

De même que nous disposons de la fonction `extrait_temps_ecoule` depuis la question 3, on suppose disposer dans la suite des fonctions suivantes :

- `extrait_lat` qui prend en argument une chaîne de 9 caractères `lat` qui est une latitude valide et qui renvoie un flottant représentant la latitude ;
- `extrait_long` qui prend en argument une chaîne de 9 caractères `long` qui est une longitude valide, et qui renvoie un flottant représentant la longitude ;
- `extrait_alt` qui prend en argument une chaîne de 4 caractères `alt` qui est une altitude valide, et qui renvoie un entier représentant l'altitude.

Question 7

Écrire une fonction `extrait_trame` qui prend en argument une chaîne de caractères `trame` représentant une trame valide. et qui renvoie les informations de cette trame sous la forme d'un tuple `(t, lati, longi, alt)` où :

- `t` est de type `int` et représente le temps écoulé depuis minuit en secondes ;
- `lati` est de type `float` et représente la latitude ;
- `longi` est de type `float` et représente la longitude ;
- `alt` est de type `int` et représente l'altitude en mètres.

Solution

```
def extrait_trame(trame: str) -> tuple :
    """
    hypothèse : trame est une trame au bon format et valide
    """
    h = extrait_heure(trame)
    lati = extrait_lat(trame)
    longi = extrait_longit(trame)
    alti = extrait_alti(trame)
    return (h, lati, longi, alti)
```

Partie 3 : Analyse des performances de l'athlète

Dans toute la suite, le parcours réalisé par l'athlète est représenté par une liste dont chaque élément est un tuple de la forme `(h, lat, long, alt)` qui, comme expliqué à la question précédente, représente une trame. On appellera **parcours** de telles listes. Par exemple, le parcours correspondant à la liste de trames donnée en exemple en début de sujet (page 3) est la liste suivante.

```
[(30714, 42.91343, 0.13707, 1048),
 (30722, 42.91399, 0.13708, 1050),
 (30729, 42.91421, 0.13596, 1051),
 (30737, 42.91475, 0.13561, 1054),
 ...]
```

Solution

Le choix de représentation des parcours décrit ici nous amène à créer le type `Parcours` comme suit.

```
from typing import List, Tuple
Points = Tuple[int, float, float, int]
```

```
Parcours = List[Points]
```

Question 8
Écrire une fonction `alt_max` qui prend en argument un parcours non vide `p` (représenté par une liste comme décrit ci-avant) et qui renvoie l'altitude maximale, en mètres, atteinte par l'athlète durant le parcours `p`.

Solution

```
def alt_max_bis(p: Parcours) -> int :
    """
    Hypothèse : p est non vide
    Donne l'altitude maximale atteint dans p
    """
    altitudes = []
    for point in p :
        altitudes.append(point[3])
    return max(altitudes)
```

```
def alt_max(p: Parcours) -> int :
    """
    Hypothèse : p est non vide, à des altitudes positives
    Donne l'altitude maximale atteint dans p
    """
    res = 0
    for point in p :
        (_, _, _, alti) = point
        if alti > res :
            res = alti
    return alti
```

Le dénivelé positif réalisé lors d'un parcours est le total des montées réalisées lors de ce parcours. Par exemple, si les altitudes successives d'un parcours sont 1048, 1051, 1054, 1049 et 1053, le dénivelé positif de ce parcours vaut 10 mètres.

Question 9
Écrire une fonction `denivele_positif` qui prend en argument un parcours `p` et qui renvoie, sous la forme d'un entier, le total des montées, en mètres, du parcours `p`.

Solution

```
def denivele_positif(p: Parcours) -> int :
    """
    Donne le dénivelé positif effectué lors du parcours p
    """
    tot_montee = 0
    for i in range(len(p)-1) :
        if p[i+1][3] > p[i][3] :
            tot_montee += p[i+1][3]-p[i][3]
    return tot_montee
```

Dans la suite, on dispose d'une fonction `distance(lati1, longi1, lati2, longi2)` qui renvoie la distance sur le globe terrestre, en mètres, entre des points de coordonnées géographiques respectives `(lat1,long1)` et `(lat2,long2)`.

Question 10
Écrire la fonction `vitesse_moyenne` qui prend en argument un parcours `p` et qui renvoie la vitesse moyenne en mètres par seconde de l'athlète durant le parcours `p`. On suppose que le parcours `p` contient au moins deux éléments correspondant à des intants distincts.

Solution

```
def vitesse_moyenne(p: Parcours) -> float :
    """
    Hypothèse : parcours est non vide et non instantanné
    Donne la vitesse moyenne du parcours p
    """
    dist = 0
    for i in range(len(p)-1) :
        (_, lati1, longi1, _) = p[i]
        (_, lati2, longi2, _) = p[i+1]
        dist += distance(lati1, longi1, lati2, longi2)
    duree = p[len(p)-1][0] - p[0][0]
    assert(duree > 0)
    return dist/duree
```

On considère que l'athlète est en pause entre 2 instants `t1` et `t2` consécutifs si la distance entre ses positions aux instants `t1` et `t2` est inférieure ou égale à 3 mètres.

Question 11
Écrire la fonction `en_pause` qui prend en argument quatre flottants `lati1`,`longi1`, `lati2` et `longi2` et qui renvoie `True` si l'athlète est en pause entre les points de coordonnées géographiques `(lati1,longi1)` et `(lati2,longi2)` et `False` sinon.

Solution

```
def en_pause(lt1: float, lg1: float, lt2: float, lg2: float) -> bool :
    """
    Hypothèse : lt1 et lt2 sont des latitudes valides, lg1 et lg2 des
    ↪ longitudes valides
    Teste si l'athlète est en pause entre les géopoints (lt1,lg1) et
    ↪ (lt2,lg2)
    """
    return distance(lt1, lg1, lt2, lg2) <= 3
```

Question 12
Écrire une fonction `temps_pause` qui prend en argument un parcours `p` et qui renvoie, sous la forme d'un nombre entier de secondes, la durée totale des pauses de l'athlète durant le parcours `p`.

Solution

```
def temps_pause(p: Parcours) -> int :
    """
```

```
    Donne la durée cumulée des temps de pause lors du parcours p, en sec
    """
    tps_p = 0
    for i in range(0,len(p)-1) :
      (t1, lt1, lg1, _) = p[i]
      (t2, lt2, lg2, _) = p[i+1]
      if en_pause(lt1, lg1, lt2, lg2) :
        tps_p += (t2 - t1)
    return tps_p
```

Question 13
Écrire la fonction `nombre_pauses` qui prend en argument un parcours `p` qui renvoie le nombre de pauses effectuées durant le parcours `p`.

Solution

```
def nombre_pauses(p: Parcours) -> int :
    """
    Donne le nombre de pauses réalisées lors du parcours p
    """
    nb_p = 0
    deja_en_pause = False
    for i in range(0,len(p)-1) :
      (t1, lt1, lg1, _) = p[i]
      (t2, lt2, lg2, _) = p[i+1]
      if en_pause(lt1, lg1, lt2, lg2) :
        if not deja_en_pause :
          nb_p += (t2 - t1) #on compte la pause quand elle commence
          deja_en_pause = True
      else :
        deja_en_pause = False
    return nb_p
```

Partie 4 : Gestion des performances des participants au trail

Le but de cette partie est de gérer ou d'utiliser les données des athlètes participant à une course organisée sur un circuit. Pour participer à un trail, les athlètes doivent s'inscrire via un site internet et renseigner leur nom, leur prénom, leur sexe, leur année de naissance et une adresse mail.
Chaque athlète porte une montre connectée et au franchissement de la ligne d'arrivée, le temps réalisé par l'athlète est enregistré dans la montre comme un nombre entier de secondes. Les gestionnaires de la course récupèrent les données de l'ensemble des participants sous la forme d'un dictionnaire dont les clés sont les numéros de dossard des athlètes. La valeur associée à un numéro de dossard dans ce dictionnaire est elle-même un dictionnaire regroupant les données de l'athlète. Les clés et les valeurs associées dans un tel dictionnaire d'athlète sont explicitées dans le tableau suivant.

Clés	Valeurs attendues	Type de valeur
`"mail"`	Chaîne de caractères	`str`
`"sexe"`	`'F'` ou `'H'`	`str`
`"nom"`	Chaîne de caractères	`str`
`"prénom"`	Chaîne de caractères	`str`
`"annee_naissance"`	Entier (entre 1000 et 9999)	`int`
`"temps"`	Entier positif	`int`

Par exemple, à la fin d'un trail, l'ensemble des données du trail peut être le dictionnaire `Trail_Montcalm` décrit ci-après.

```
Trail_Moncalm = {
5: {"annee_naissance": 1998,"temps": 9891,"sexe": 'F',
  "mail": "GermainL@geaymail.com",
  "nom": "Germain", "prenom": "Lucille"},
2: {"annee_naissance": 1989,"temps": 8327,"sexe": 'H',
  "mail": "loicrobert@violet.fr",
  "nom": "Robert", "prenom": "Loïc"},
1: {"annee_naissance": 1994,"temps": 9672,"sexe": 'F',
  "mail": "clemgeoffray@brulantmail.fr",
  "nom": "Geoffray","prenom": "Clémentine"},
6: {"annee_naissance": 1989,"temps": 8252,"sexe": 'H',
  "mail": "BaronianThib@vodaïfone.fr",
  "nom": "Baronian", "prenom": "Thibaut"},
3: {"annee_naissance": 1998,"temps": 9819,"sexe": 'F',
  "mail": "louiseSB@libre.fr",
  "nom": "Serban-Penhoat", "prenom": "Louise"},
4: {"annee_naissance": 1995,"temps": 8464,"sexe": 'H',
  "mail": "ThomCard@essaifair.fr",
  "nom": "Cardin","prenom": "Thomas"}
}
```

Dans toutes les fonctions suivantes, l'argument `trail` est un dictionnaire rassemblant les données des athlètes ayant participé à un trail au format décrit ci-avant, comme par exemple le dictionnaire `Trail_Montcalm`.

Dans toute cette partie, on suppose que :

- tous les athlètes au départ d'un trail le terminent ;
- les temps réalisés par les athlètes sont différents les uns des autres ;
- le trail compte au minimum trois athlètes au départ.

Question 14

On donne ci-contre le code de la fonction `fonction_mystere`. Pour un dictionnaire `trail` représentant les données des athlètes d'un trail comme expliqué plus haut, expliquer ce que renvoie l'appel de fonction `fonction_mystere(trail)`.

```
def fonction_mystere(trail) :
  c = 0
  for cle in trail.keys() :
    if trail[cle]["sexe"] == 'F' :
      c = c + 1
  return c
```

Solution

Cette fonction compte le nombre d'athlètes de sexe féminin participant au trail décrit par le dictionnaire `trail`.

On suppose dans la suite que l'on dispose d'une fonction `conversion` qui prend en argument un entier `n` tel que $0 \leqslant$ `n` $\leqslant 60 \times 60 \times 24$ et qui renvoie une chaîne de caractères au format `"hh:mm:ss"` décrivant la durée de `n` secondes en heures, minutes et secondes. Par exemple, `conversion(6205)` renvoie la chaîne de caractères `"01:43:25"`.

Solution

```
def conversion(n: int) -> str :
    '''
    Hypothèse : 0 <= n and n <= 86400 (86400 sec = 24h)
    Exprime n secondes en heures, minutes, secondes au format hh:mm:ss
    '''
    assert n >= 0  and n < 86400
    nbh = n//3600
    nbm = (n%3600)//60
    nbs = (n%3600)%60
    return str(nbh) + ':' + str(nbm) + ':' + str(nbs)
```

Question 15

Écrire une fonction `info_dossard` qui prend en arguments un dictionnaire `trail` et un entier `num_dossard` et qui renvoie un tuple de deux chaînes de caractères décrivant l'athlète de numéro de dossard `num_dossard` dans `trail` s'il existe, et `None` sinon. Plus précisément, dans le cas où cet athlète existe,

- la première chaîne donne les nom et prénom de l'athlète au format `"nom prenom"` ;
- la seconde donne son temps au format `"hh:mm:ss"`.

Solution

```
def info_dossard(trail: Trail, num_dossard: int)-> (str, str):
    '''
    Renvoie un tuple de deux chaînes concernant l'athlète de numéro de
    dossard num_dossard dans trail si celui-ci est présent, None sinon.
    La première chaîne donne les noms et prénoms de l'athlète au format
    "nom prenom" et la seconde donne son temps au format "hh:mm:ss"
    '''
    if num_dossard not in trail :
        return None
    else :
        dico_a = trail[num_dossard] #dico de l'athlète
        chaine_nom = dico_a["nom"] + ' ' + dico_a["prenom"]
        chaine_temps = conversion(dico_a["temps"])
        return (chaine_nom, chaine_temps)
```

Question 16

Écrire une fonction `temps_max` qui prend en paramètre un dictionnaire `trail` et renvoie un tuple dont

le premier élément est le numéro de dossard et dont le deuxième élément est le temps, en secondes, de l'athlète ayant réalisé le temps maximal au trail décrit par `trail`.

Solution

```
def temps_max(trail: Trail) -> (int, int):
    '''
    Renvoie le tuple dont le premier élément est le numéro de dossard
    de l'athlète ayant réalisé le temps maximum lors de la course  trail
    et le second élément est ce temps maximum
    '''
    maxi = 0 #maxi peut etre initialisé à 0 car le temps est positif
    for cle in trail.keys() :
        if trail[cle]["temps"] > maxi :
            maxi = trail[cle]["temps"]
            cle_maxi = cle
    return cle_maxi, maxi
```

Question 17

Écrire une fonction `temps_min` qui prend en argument un dictionnaire `trail` et qui renvoie un tuple dont le premier élément est le numéro de dossard et dont le deuxième élément est le temps, en secondes, de l'athlète ayant réalisé le temps minimal au trail décrit par `trail`.

Solution

```
def temps_min(trail: Trail) -> (int, int):
    '''
    Renvoie le tuple dont le premier élément est le numéro de dossard
    de l'athlète ayant réalisé le temps minimum lors de la course  trail
    et le second élément est ce temps minimum
    '''
    mini = temps_max(trail)[1]
    for cle in trail.keys():
        if trail[cle]["temps"] < mini:
            mini = trail[cle]["temps"]
            cle_mini = cle
    return cle_mini, mini
```

Question 18

Écrire une fonction `podium` qui prend en argument un dictionnaire `trail` et qui renvoie un tuple de trois éléments décrivant les athlètes ayant réalisé les trois plus petits temps lors du trail décrit par `trail`. Chaque athlète sera décrit par un tuple de trois éléments :

- le premier est son numéro de dossard (un entier donc) ;
- le second donne ses nom et prénom dans une chaîne au format `"nom prenom"` ;
- le troisième donne son temps dans une chaîne au format `"hh:mm:ss"`.

Solution

Remarque : la solution proposée permet un parcours unique du dictionnaire (si on omet les trois réalisés dans les appels `temps_min(trail)` [qui lui même recalcule `temps_max(trail)` c'est dommage d'ailleurs] et `temps_max(trail)`).

```python
def temps_min(trail: Trail) -> (int, int):
    '''
    Renvoie le tuple dont le premier élément est le numéro de dossard
    de l'athlète ayant réalisé le temps minimum lors de la course  trail
    et le second élément est ce temps minimum
    '''
    mini = temps_max(trail)[1]
    for cle in trail.keys():
        if trail[cle]["temps"] < mini:
            mini = trail[cle]["temps"]
            cle_mini = cle
    return cle_mini, mini
```

Exercice 2 : Le Scrabble

Le Scrabble est un jeu de société où chaque joueur cherche à créer des mots à l'aide des lettres dont il dispose, puis à placer ces mots sur un plateau de jeu. Les lettres sont écrites en majuscules sur des jetons. Dans cette version du Scrabble, il n'y a pas de jetons blancs. On appellera « lettre » un jeton sur lequel est indiquée une lettre. Chaque joueur dispose d'un chevalet où il place 7 lettres qu'il a piochées au hasard. Ci-dessous un exemple de chevalet.

Lorsque c'est son tour, le joueur doit positionner un mot sur le plateau de jeu quadrillé à partir des lettres qu'il a sur son chevalet : il place une lettre par case et doit obligatoirement utiliser au moins une des lettres déjà placées sur le plateau de jeu (sauf pour le premier mot posé). Après avoir posé ses lettres, le joueur repioche autant de lettres pour en avoir à nouveau 7 disponibles. Tous les mots doivent être positionnés soit verticalement avec un sens de lecture du haut vers le bas, soit horizontalement avec un sens de lecture de la gauche vers la droite.

Pour exemple, voici le début d'une partie à deux joueurs Alice et Bob :

1. Alice forme le mot `BINAIRE` en utilisant les 7 lettres de son chevalet puis repioche 7 lettres ;
2. Bob forme le mot `WEB` en utilisant 2 lettres de son chevalet et la lettre `B` de `BINAIRE` puis repioche 2 lettres ;
3. Alice forme le mot `LANGAGE` en utilisant 6 lettres de son chevalet et le `A` de `BINAIRE` puis repioche 6 lettres ;
4. Bob forme le mot `MEMOIRE` en utilisant 6 lettres de son chevalet et le `E` de `BINAIRE` puis repioche 6 lettres.

La figure 1 montre le plateau du jeu à l'issue de ces quatre tours.

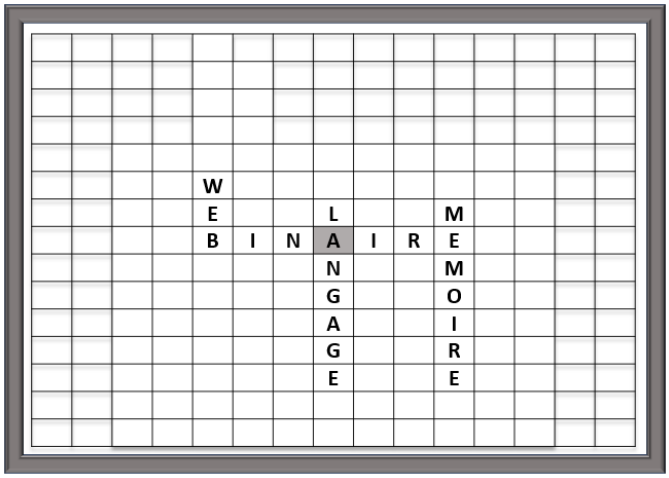


Figure 1 – Exemple de plateau

Le but de l'exercice est de modéliser un jeu de Scrabble en Python.

Partie 1 : Formation des mots

Les mots acceptés selon les règles du Scrabble sont répertoriés dans un ouvrage spécifique à ce jeu, *L'officiel du Scrabble* (appelé plus couramment « ODS »). On suppose que tous les mots de cet ouvrage sont stockés dans une liste Python sous forme de chaînes de caractères.

Dans la suite de l'énoncé, on utilisera la convention suivante pour les arguments des fonctions :

- `liste_ODS` désigne une liste de chaînes de caractères représentant les mots acceptés au Scrabble.

Pour vérifier qu'un mot est autorisé ou non, on crée une fonction `est_autorise` qui prend en arguments `liste_ODS` et une chaîne de caractères `mot` et qui renvoie un booléen indiquant si `mot` est un mot autorisé selon `liste_ODS` ou non.

Question 1
Indiquer sur la copie la ou les versions de la fonction `est_autorise` correspondant à la spécification demandée parmi les choix A, B, C, D ci-dessous.

Choix A :

```
def est_autorise(liste_ODS, mot) :
  reponse = False
  i = 0
  while i < len(liste_ODS) and reponse == False :
    if liste_ODS[i] == mot :
      reponse = True
      i = i + 1
  return reponse
```

Choix B :

```
def est_autorise(liste_ODS, mot) :
  reponse = False
  i = 0
  while i < len(liste_ODS) and reponse == False :
    if liste_ODS[i] == mot:
      reponse = True
    i = i + 1
  return reponse
```

Choix C :

```
def est_autorise(liste_ODS, mot) :
  reponse = False
  i = 0
  while i < len(liste_ODS) or reponse == False :
    if liste_ODS[i] == mot :
      reponse = True
    i = i + 1
  return reponse
```

Choix D :

```
def est_autorise(liste_ODS, mot) :
  reponse = False
  i = 0
  while i != len(liste_ODS) and reponse == False :
    if liste_ODS[i] == mot :
      reponse = True
    else :
      i = i + 1
  return reponse
```

Solution

Le choix A ne convient pas, en effet l'indentation de la ligne 7 fait qu'on fera une boucle infinie avec `i=0` si `liste_ODS[0] != mot`.
Le choix B convient.
Le choix C ne convient pas à cause du `or` dans la condition de boucle. En effet si `mot` n'est pas présent dans `liste_ODS`, la variable `reponse` reste à `False`, et on finit par entrer dans la boucle avec `i = len(liste_ODS)` ce qui déclenche une erreur de segmentation à la ligne 5.
Le choix D convient. L'incrémentation de `i` n'est pas réalisée dans le cas où on trouve le mot, mais cela n'a pas d'importance car on sort de la boucle au tour suivant du fait que `reponse` est affecté à `True` dans ce cas.

On rappelle que le **nombre d'occurrences** d'une lettre dans un mot est le nombre de fois que cette lettre apparaît dans ce mot. Par exemple, le nombre d'occurrences de la lettre `'E'` dans le mot `"EFFACE"` est 2.

On souhaite écrire une fonction `table_occurrences` qui renvoie le nombre d'occurrences de chaque lettre de l'alphabet dans un mot donné. Le résultat est stocké dans une liste de 26 cases associées aux 26 lettres de l'alphabet et dont la valeur correspond au nombre d'occurrences de la lettre associée dans le mot. Par exemple `table_occurrences("EFFACE")` renvoie la liste suivante.
`[1,0,1,0,2,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]`

On suppose qu'on dispose d'une fonction `indice` qui prend en paramètre une lettre et renvoie l'indice associé de la lettre dans la table d'occurrences. Ainsi, `indice('A')` vaut 0 et `indice('C')` vaut 2.

Solution

```
1  def indice(lettre: str) -> int :
2      """
3        Hypothèse : len(lettre) == 1 and 'A' <= lettre and lettre <= 'Z'
4        renvoie la position dans l'alphabet de la lettre majuscule lettre
5      """
6      return ord(lettre) - ord('A')
7
8  assert( indice('A') == 0)
9  assert( indice('E') == 4)
10 assert( indice('Z') == 25)
```

Question 2

a. Quelle est la table d'occurrences du mot `"DECADE"` ?

b. Que vaut `table_occurrences("DECADE")[2]` ?

Solution

a. `[1,0,1,2,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]`

b. 1

Question 3

Écrire le code de la fonction `table_occurrences`.

Solution

```
def table_occurrences(mot: str) -> [int] :
    """ renvoie la table d'occurences des lettres de mot
    """
    table_occ = [0]*26
    for lettre in mot :
        table_occ[indice(lettre)] += 1
    return table_occ

ch_1 = [1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]
ch_2 = [2,0,2,0,1,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]
ch_3 = [2,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]

assert(table_occurrences("") == [0]*26)
assert(table_occurrences("BAC") == ch_1)
assert(table_occurrences("ADA") == ch_3)
assert(table_occurrences("NSI") == table_occurrences("ISN"))
```

On remarque qu'une telle liste permet aussi de modéliser un chevalet, c'est-à-dire un lot de lettres disponibles. Par exemple, `chevalet1 = [2,1,1,3,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]` modélise un chevalet avec deux `'A'`, un `'B'`, un `'C'` et trois `'D'`. Avec ces lettres on peut par exemple former le mot `"BAC"` mais pas le mot `"BABA"`.

Question 4

a. Peut-on former le mot `"CACHE"` avec le chevalet modélisé par la liste suivante ?
`[2,0,2,0,1,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]`

b. Peut-on former le mot `"ADA"` avec le chevalet modélisé par la liste suivante ?
`[1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]`

Solution

a. Oui on peut car il nous faut un `'A'` et on en a deux sur le chevalet, il nous faut deux `'C'` et on en a deux, il nous faut un `'E'` et on en a un, il nous faut un `'H'` et on en a deux.

b. Non car il nous faudrait deux `'A'` mais on en a un seul sur le chevalet.

Dans la suite de l'énoncé, on utilisera les conventions suivantes pour les arguements des fonctions :

- `chevalet` désigne une liste de 26 entiers représentant la table d'occurrences d'un chevalet ;
- `mot` désigne une chaîne de caractères représentant un mot à former ou à placer.

On souhaite écrire une fonction `sont_dispo` qui prend en arguments `chevalet` et `mot` et qui teste si les lettres nécessaires pour former `mot` sont disponibles (en quantité suffisante) sur `chevalet`. Ainsi la fonction doit renvoyer `True` si les lettres sont disponibles et `False` sinon. Par exemple, `sont_dispo(chevalet1, "BAC")` renvoie `True` et `sont_dispo(chevalet1, "USB")` renvoie `False`.

Question 5

Écrire le code de la fonction `sont_dispo`.

Solution

```
def sont_dispo(chevalet : [int] , mot: str) -> bool :
  """
  Hypothèse : len(chevalet) == 26
  teste si les lettres de mot sont disponibles en quantité suffisante
  dans chevalet
  """
  table_occ_mot = table_occurrences(mot)
  dispo = True
  i = 0
  while dispo and (i < 26) :
    if chevalet[i] < table_occ_mot[i]:
      dispo = False
    i+=1
  return dispo


assert(sont_dispo(ch_1, ""))
assert(not(sont_dispo(ch_1, "CACHE")))
assert(sont_dispo(ch_2, ""))
assert(not(sont_dispo(ch_2, "ADA")))
assert(sont_dispo(ch_2, "CACHE"))
assert(sont_dispo(ch_3, "ADA"))
```

Partie 2 : Placement du premier mot

Dans cette deuxième partie, on s'intéresse à la programmation de fonctions pour placer le premier mot sur le plateau de jeu. Ce plateau est constitué de 225 cases réparties sur 15 lignes et 15 colonnes.

On modélise le plateau de jeu par une liste de 15 lignes, chaque ligne étant elle-même modélisée par une liste de 15 éléments de type `str`. Si la case correspondante est vide, la valeur de cet élément est la chaîne vide `''`, sinon la valeur de cet élément est la chaîne réduite à la lettre qui couvre la case, par exemple `'A'`. Le plateau est donc une liste de listes initialisée comme suit.

```
pl_0 = [
['', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', ''], #ligne 0
['', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', ''], #ligne 1
...
['', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '']] #ligne 14
```

On numérote chaque ligne et chaque colonne de 0 à 14 en partant du coin supérieur gauche. Pour modéliser le fait de placer une lettre sur le plateau de jeu située ligne n°`i` et colonne n°`j`, il faut modifier l'élément situé à l'indice `j` de la ligne située à l'indice `i`. Ainsi pour placer la lettre `'A'` sur la case située à l'intersection de la ligne dont le numéro est 2 et de la colonne dont le numéro est 5 du plateau `pl_0` on effectue l'instruction suivante : `pl_0[2][5] = 'A'`.

Question 6

On suppose qu'une lettre `'P'` se situe sur la case en haut à gauche du plateau de jeu, ce qui signifie que `pl_0[0][0]` vaut `'P'`.

a. Quelles sont les instructions à effectuer pour placer le mot `"PYTHON"` horizontalement à partir de cette lettre `'P'` ?

b. Quelles sont les instructions à effectuer pour placer le mot `"NET"` verticalement à partir de la dernière lettre du mot `"PYTHON"` ?

Solution

a.
```
pl_0[0][1]='Y'
pl_0[0][2]='T'
pl_0[0][3]='H'
pl_0[0][4]='O'
pl_0[0][5]='N'
```

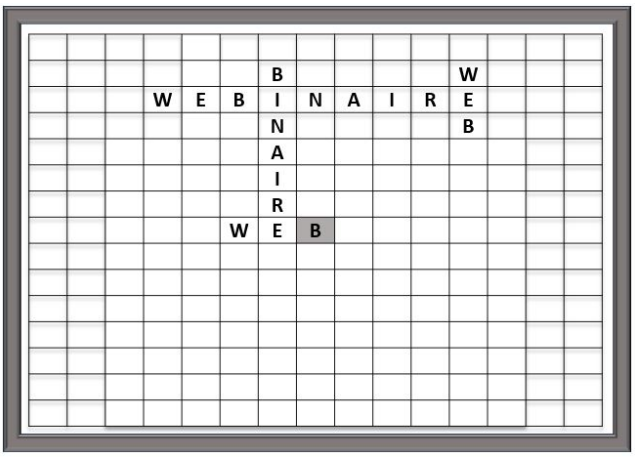
b.
```
pl_0[1][5]='E'
pl_0[2][5]='T'
```

Question 7

En considérant que le plateau `pl_1` est vide au départ (c'est-à-dire initialisé comme `pl_0` ci-avant), quel est l'état du plateau `pl_1` après les instructions ci-contre ? Pour répondre, compléter la grille donnée page 2 du sujet à la manière de la figure 1, c'est-à-dire en indiquant seulement les lettres et non les `''`.
Pensez à détacher la feuille du sujet, à y indiquer vos nom et prénom, et à la joindre à votre copie.

```
mot = "WEBINAIRE"
for k in range(3) :
  pl_1[1+k][11] = mot[k]
  pl_1[2][3+k] = mot[k]
  pl_1[7][7-k] = mot[2-k]
for k in range(7) :
  pl_1[2][5+k] = mot[2+k]
  pl_1[1+k][6] = mot[2+k]
```

Solution



Dans la suite de l'énoncé, on utilisera les conventions suivantes pour les arguments des fonctions :

- `pos` désigne un tuple représentant la position de la première lettre du mot à poser ; le premier élément de `pos` est le numéro de ligne et le deuxième le numéro de colonne ;
- `lg` désigne un entier représentant la longueur du mot à placer.

On souhaite maintenant écrire une fonction `ne_depasse_pas_v` qui prend en arguments `pos` et `lg`, et qui renvoie `True` si on peut placer un mot de longueur `lg` verticalement à partir de la position `pos` sans dépasser du plateau (de taille standard 15×15) et `False` sinon. Pour cela, on pourra s'inspirer de la fonction `ne_depasse_pas_h` ci-après, qui prend en entrée les mêmes arguments et qui effectue cette vérification pour un placement horizontal.

```
def ne_depasse_pas_h(pos, lg) :
  l,c = pos
  return (0 <= c) and (c + lg <= 15)
```

Question 8
Écrire le code de la fonction `ne_depasse_pas_v`.

Solution

```
def ne_depasse_pas_v(pos: (int,int), lg: int) -> bool :
    """  teste si on ne dépasse pas du plateau plaçant un mot de longueur
    lg à partir de pos à la verticale
    """
    l,c = pos
    return (0 <= l) and (l + lg <= 15)
```

Une contrainte au premier tour est que le mot placé doit obligatoirement couvrir la case centrale du plateau (case grisée sur les figures).

Question 9
Écrire une fonction `couvre_centre_h` qui prend en argument `pos` et `lg` et qui renvoie `True` si on couvre la case centrale du plateau en posant un mot de longueur `lg` horizontalement à partir de la position `pos`, et `False` sinon.

Solution

```
def couvre_centre_h(pos: (int,int), lg: int) -> bool :
    """  teste si on couvre le centre en plaçant un mot de longueur lg
    à partir de pos à l'horizontale
    """
    l,c = pos
    return (c <= 7) and (c + lg >= 7) and (l == 7)
```

```
def couvre_centre_v(pos: (int,int), lg: int) -> bool :
    """  teste si on couvre le centre en plaçant un mot de longueur lg
    à partir de pos à la verticale
    """
    l,c = pos
    return (l <= 7) and (l + lg >= 7) and (c == 7)
```

Dans la suite, on suppose que la fonction `couvre_centre_v` est définie de manière analogue pour un placement vertical.

Dans la suite de l'énoncé, on utilisera les conventions suivantes pour les arguments des fonctions :

- `pl` désigne une liste de 15 listes représentant le plateau du jeu.
- `d` désigne un chaîne de caractères valant `"vertical"` ou `"horizontal"` et représentant l'orientation du mot à placer.

On souhaite finalement écrire une fonction `est_valide_1` qui prend en argument `pl`, `pos`, `mot` et `d`, et qui renvoie `True` si on peut placer , au premier tour, le mot `mot` à la position `pos` et dans la direction `d` sur le plateau `pl` (c'est-à-dire si le mot ainsi placé ne dépasse pas du plateau et couvre bien la case centrale du plateau) et `False` sinon.

Question 10
Écrire le code de la fonction `est_valide_1`.

Solution

```
def est_valide_1(pos: (int,int), mot: str, direction: str) -> bool :
    """
    Hypothèse : direction in ["horizontal","vertical"]
    teste si placer mot à partir de pos dans la direction direction est
    un placement valide au premier tour
    """
    lg = len(mot)
    if direction == "horizontal" :
        return ne_depasse_pas_h(pos, lg) and couvre_centre_h(pos, lg)
    elif direction == "vertical" :
        return ne_depasse_pas_v(pos, lg) and couvre_centre_v(pos, lg)
```

Afin de pouvoir effectuer le premier coup, on souhaite finalement écrire une fonction `place_mot_h` qui prend en argument `pl`, `pos` et `mot` et qui place le mot `mot` horizontalement à la position `pos` sur le plateau `pl`, **seulement si ce placement est valide en tant que premier coup de la partie.**

Question 11
Écrire le code de la fonction `place_mot_h`.

Solution

```
def place_mot_h(pl: Plateau, pos: (int,int), mot: str) :
    """
    Hypothèse : ne_depasse_pas_h(pos, len(mot))
    place mot sur pl à partir de pos à l'horizontale
    """
    l,c = pos
    if est_valide_1(pos, mot, "horizontal") :
        for indLettre in range(len(mot)) :
            pl[l][c+indLettre] = mot[indLettre]
    else :
        print("Attention le mot", mot, "ne peut être placé horizontalement à
        ↪  la position (", l,",",c, ") au premier tour")
```

Dans la suite, on suppose que la fonction `place_mot_v` est définie de manière analogue pour un placement vertical.

Solution

```
def place_mot_v(pl: Plateau, pos: (int,int), mot: str) :
    """
    Hypothèse : ne_depasse_pas_v(pos, len(mot))
    place mot sur pl à partir de pos à la verticale
    """
    l,c = pos
    if est_valide_1(pos, mot, "vertical") :
        for indLettre in range(len(mot)) :
            pl[l+indLettre][c] = mot[indLettre]
    else :
        print("Attention le mot", mot, "ne peut être placé verticalement à la
        ↪  position (", l,",",c, ") au premier tour")
```

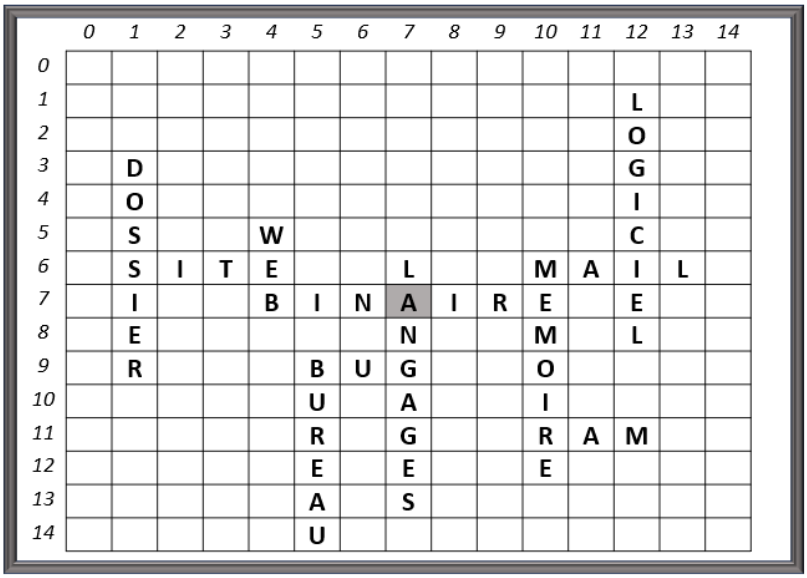
Partie 3 : Placement des mots suivants

On travaillera dans cette partie sur les fonctions permettant de placer les mots après le premier tour, c'est-à-dire une fois qu'au moins un mot a déjà été posé sur le plateau. Il faut alors que le nouveau mot formé utilise au moins une lettre déjà sur le plateau et au moins une nouvelle lettre.

Dans la suite de l'énoncé, on utilisera la convention suivante pour les arguments des fonctions :

- `pl` pour le plateau, `pos` pour la position, `d` pour la direction ;
- `mot` est une chaîne de caractères représentant le mot à placer sur le plateau.

Pour poser un mot, on doit s'assurer qu'on ne crée pas un nouveau mot plus long engendré par des lettres en périphérie du mot. On dit que le mot à poser doit être **sans extension**. Considérons le plateau `pl_2` représenté sur la figure 2 pour illustrer cette notion.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0															
1													L		
2													O		
3		D											G		
4		O											I		
5		S			W								C		
6		S	I	T	E			L			M	A	I	L	
7		I			B	I	N	A	I	R	E		E		
8		E						N			M		L		
9		R				B	U	G			O				
10						U		A			I				
11						R		G			R	A	M		
12						E		E			E				
13						A		S							
14						U									

FIGURE 2 – Représentation du plateau `pl_2`

- Alice ne peut pas placer le mot `"CLE"` en position `(12,8)` horizontalement. En effet ce mot possède une extension à gauche du fait de la présence de la lettre `'E'` du mot `"LANGAGES"`.
- De même Bob ne peut pas placer le mot `"RESEAU"` en position `(12,4)` horizontalement car ce mot possède une extension à droite du fait de la présence de la lettre `'E'` du mot `"MEMOIRE"`.
- En revanche, Alice peut poser le mot `"CLE"` en position `(1,11)` horizontalement, car il n'y a pas de lettre juste à gauche du `"C"` qui sera à la position `(1,11)` ni de lettre juste à droite du `"E"` qui sera à la position `(1,13)`.

Question 12

Écrire le code de la fonction `sans_extension_h` qui prend en arguments `pl`, `pos` et `mot`, et qui renvoie un booléen indiquant si le mot `mot` est sans extension horizontale.

Solution

```
def sans_extension_h(pl: Plateau, pos: (int,int), mot) -> bool :
    """
    Hypothèse : ne_depasse_pas_h(pos, len(mot))
    teste si mot placé horizontalement en pos n'a pas d'extension
    """
```

```
    l,c = pos
    #à gauche bord gauche ou case vide
    verif_gauche = (c == 0) or (pl[l][c-1] == '')
    #à droite bord droit ou case vide
    verif_droite = (c+lg-1 == 14) or (pl[l][c+lg-1] == '')
    return verif_gauche and verif_droite
```

On considérera que la fonction `sans_extension_v` est également créée.

Une autre vérification à faire avant de poser le mot consiste à contrôler que les cases qui vont contenir les lettres du mot à poser sont, soit vides, soit occupées par la bonne lettre déjà présente. Par exemple, sur le plateau de la Figure 2, en position `(12,4)` direction hozirontale :

- Alice peut poser le mot `"FENETRE"` car la lettre `'E'` déjà placée en `(12,5)`, la lettre `'E'` déjà placée en `(12,7)` et la lettre `'E'` déjà placée en `(12,10)` sur le plateau correspondent aux trois lettres `'E'` dans le mot `"FENETRE"` à placer.
- En revanche, Alice ne peut pas poser le mot `"TEST"` en `(12,4)` horizontalement car se trouve en `(12,6)` un `'E'` alors que pour poser le mot `"TEST"`, il faut un `'T'`.

Question 13
Écrire le code de la fonction `coincide_h` qui prend en arguments `pl`, `pos` et `mot` et qui renvoie un booléen indiquant si en plaçant `mot` horizontalement en position `pos` sur le plateau `pl`, les lettres de ce mot coïncident avec les lettres déjà posées sur le plateau.

Solution

```
def coincide_h(pl: Plateau, pos: (int,int), mot: str) -> bool :
    """ teste si mot posé horizontalement à la position pos sur le
    tableau pl coïncide avec les lettres de pl déjà placées
    """
    l,c = pos
    reponse = True
    i = 0
    while reponse and i < (len(mot)) :
        if not(mot[i] == pl[l][c+i] or pl[l][c+i] == '') :
            reponse = False
        i = i+1
    return reponse
```

Dans la suite, on suppose que la fonction `coincide_v` est définie de manière analogue pour un placement vertical.

Nous pouvons désormais vérifier qu'un mot coincide avec le plateau (pour une position et une direction données). Il faut maintenant identifier les lettres qu'il faut effectivement poser sur le plateau (par opposition aux lettres déjà placées sur le plateau) et à quelles positions celles-ci doivent être placées. Toujours avec le plateau de la Figure 2, si Alice veut placer le mot `"SPAMS"` en position `(13,3)` horizontalement, les lettres qu'elle placera effectivement sont `'S'` en position `(13,3)`, `'P'` en position `(13,4)` et `'M'` en position `(13,6)`. Les lettres `'A'` et `'S'` sont déjà placées sur le plateau.

On souhaite donc écrire une fonction `lettres_a_poser_h` qui prend en arguments `pl`, `pos` et `mot` et qui renvoie la liste des tuples représentant les lettres à poser effectivement (pour former horizontalement `mot` sur `pl` à partir de la position `pos`) ainsi que leur position. Plus précisément :

- Le 1er élément de chaque tuple est une chaîne de caractères `lettre` de longueur 1 indiquant la lettre à poser ;
- le 2ème élément de chaque tuple est lui-même un tuple `pos` indiquant la position de la case où poser `lettre`.

Par exemple, `lettres_a_poser_h(pl_2,(13,3),"SPAMS")` renvoie la liste suivante.
`[ ('S',(13,3)), ('P',(13,4)), ('M',(13,6)) ]`.

Question 14
Que renvoie l'exécution de `lettres_a_poser_h(pl_2,(4,9),"WIFI")` ?

Solution
```
[ ('W',(4,9)), ('I',(4,10)), ('F',(4,11)) ]
```

Question 15
Écrire le code de la fonction `lettres_a_poser_h`.

Solution
```
def lettres_a_poser_h(pl:Plateau, pos: (int,int), mot: str) ->
↪ [(str,(int,int))] :
    """ renvoie la liste des lettres qu'il faudra placer sur pl pour
    former mot  horizontalement en pos sur pl, accompagnées de la
    position où les placer
    """
    l,c = pos
    liste = []
    for i in range(len(mot)) :
        if pl[l][c+i] != mot[i] :
            liste.append([(mot[i], (l,c+i))])
    return liste
```

Dans la suite, on suppose que la fonction `lettres_a_poser_v` est définie de manière analogue pour un placement vertical.

Solution
```
def lettres_a_poser_v(pl:Plateau, pos: (int,int), mot: str) ->
↪ [(str,(int,int))] :
    """ renvoie la liste des lettres qu'il faudra placer sur pl pour
    former mot  horizontalement en pos sur pl, accompagnées de la
    position où les placer
    """
    l,c = pos
    liste = []
    for i in range(len(mot)) :
        if pl[l+i][c] != mot[i] :
            liste.append([(mot[i],(l+i,c))])
    return liste
```

Dans suite de l'énoncé, on utilise la convention suivante pour les arguments des fonctions :

- `liste_lp` désigne une liste de tuples composés des lettres à poser suivies de leur position.

Afin de pouvoir utiliser la fonction `sont_dispo` écrite à la question 5, on souhaite écrire une fonction `extrait_lettres` qui prend en argument `liste_lp` et qui renvoie la chaîne de caractères formée par toutes les lettres de `liste_lp`.

Par exemple, `extrait_lettres([('S',(13,3)), ('P',(13,4)), ('M',(13,6))])` renvoie `"SPM"`.

Question 16
Écrire le code de la fonction `extrait_lettres`.

Solution

```
def extrait_lettres(liste_lp: [(str,(int,int))]) -> str :
    """ forme la chaîne de caractères des lettres dans liste_lp
    """
    chaine_lettres_a_poser = ""
    for t in liste_lp :
        lettre, pos = t
        chaine_lettres_a_poser += lettre
    return chaine_lettres_a_poser
```

Lorsqu'on place un mot horizontalement sur le plateau, il se peut que des chaînes de caractères (non réduites à une lettre) soient créées perpendiculairement à ce mot. Il est important de pouvoir lister ces chaînes annexes créées pour vérifier qu'elles correspondent à des mots autorisés. Par exemple, sur le plateau de la figure 2, si Bob plaçait le mot `"DEBIT"` en position `(12,9)` horizontalement, deux chaînes annexes seraient créées verticalement : `"AB"` et `"MI"`, or `"AB"` n'est pas autorisé.
En fait, pour un placement horizontal, il s'agit de trouver, pour chaque lettre posée, la chaîne de caractères maximale créée verticalement, et dans le cas où cette chaîne à au moins deux lettres de vérifier que c'est un mot autorisé.

Dans la suite de l'énoncé, on utilisera la convention suivante pour les arguments des fonctions :

- `lettre` est une chaîne de caractères à un seul caractère.

On souhaite dans un premier temps écrire une fonction `chaine_cree_v` qui prend en arguments `pl`, `lettre`, et `pos`, et qui renvoie la chaîne de caractères maximale créée verticalement à partir de `lettre` posée à la position `pos` sur `pl`. Si aucune lettre n'est voisine verticalement de cette lettre posée en position `pos`, la fonction renvoie la chaîne réduite à `lettre`. Par exemple :

- `chaine_cree_v(pl_2,"I", (12,9))` renvoie `"I"` ;
- `chaine_cree_v(pl_2,"A", (12,11))` renvoie `"AA"` ;
- `chaine_cree_v(pl_2,"E", (8,6))` renvoie `"NEU"`.

Question 17
Que renvoient `chaine_cree_v(pl_2,"I",(12,12))` et `chaine_cree_v(pl_2,"S",(6,14))` ?

Solution
`"MI"` et `"S"`.

Question 18
Recopier et compléter le code de la fonction `chaine_cree_v` ci-dessous.

```python
def chaine_cree_v(plateau, pos, lettre) :
    l,c = pos
    # Identifier les bornes de la chaîne créée
    ind_deb = l
    while (ind_deb-1 >= 0) and ... :
        ind_deb ...
    ind_fin = ...
    while ...
        ...
    # Former la chaîne créée
    chaine = ""
    for ...
        ...
    chaine += lettre
    for ...
        ...
    return chaine
```

Solution

```python
def chaine_cree_v(pl: Plateau, pos: (int,int), lettre: str) :
    """
    Hypothèse : len(lettre) == 1
    renvoie le mot (au sens de chaîne maximale) vertical créé sur pl en
    y plaçant lettre en position pos (évent. ce mot est réduit à lettre)
    """
    l,c = pos
    # Identifier les bornes de la chaine maximale créée
    ind_deb = l
    while (ind_deb-1 >= 0) and (pl[ind_deb-1][c] != '') :
        ind_deb -= 1
    ind_fin = l
    while (ind_fin+1 <= 14) and (pl[ind_fin+1][c] != '') :
        ind_fin += 1
    # former la chaîne créée
    chaine = ""
    for i in range(ind_deb,l) :
        chaine += pl[i][c]
    chaine += lettre
    for i in range(l+1, ind_fin+1) :
        chaine += pl[i][c]
    return chaine
```

On souhaite maintenant écrire une fonction `liste_chaines_crees_v` qui prend en arguments `pl` et `liste_lp` et qui renvoie la liste des chaînes de caractères, y compris celles de longueur 1, créées lors du placement des lettres de `liste_lp`.

Avec `llp = [("D",(12,9)),("B",(12,11)),("I",(12,12)),("T",(12,13))]` par exemple, l'appel `liste_chaines_crees_v(pl_2,(12,9),llp)` retourne `['D',"AB","MI",'T']`.

Question 19
Écrire le code de la fonction `liste_chaines_crees_v`.

Solution

```
def liste_chaines_crees_v(pl: Plateau, liste_lp: [(str,(int,int))]) ->
↪ [str] :
    """ renvoie la liste de tous les mots verticaux annexes crées par le
    placement sur pl des lettres de liste_lp
    """
    liste_entiere = []
    for i in range(len(liste_lp)) :
        lettre, pos_lettre = liste_lp[i]
        nv_mot = chaine_cree_v(pl, pos_lettre, lettre)
        liste_entiere.append(nv_mot)
    return liste_entiere
```

Dans la suite, on suppose que la fonction `liste_chaines_crees_h` est définie de manière analogue pour les chaînes de caractères créées horizontalement lors d'un placement vertical.

Solution

```
def chaine_cree_h(pl: Plateau, pos: (int,int), lettre :str) :
    """
    Hypothèse : len(lettre) == 1
    renvoie le mot (au sens de chaîne maximale) horizontal créé sur pl
    en y plaçant lettre en pos (évent. ce mot est réduit à lettre)
    """
    l,c = pos
    # Identifier les bornes de la chaine maximale créée
    ind_deb = c
    while (ind_deb-1 >= 0) and (pl[l][ind_deb-1] != '') :
        ind_deb -= 1
    ind_fin=c
    while (ind_fin+1 <= 14) and (pl[l][ind_fin+1] != '') :
        ind_fin += 1
    # former la chaîne créée
    chaine = ""
    for i in range(ind_deb,c) :
        chaine += pl[l][i]
    chaine += lettre
    for i in range(c+1,ind_fin+1) :
        chaine += pl[l][i]
    return chaine
```

```
def liste_chaines_crees_h(pl: Plateau, liste_lp: [(str,(int,int))]) :
    """ renvoie la liste de tous les mots horizontauxliste_lp) annexes
    crées par le placement sur pl des lettres de liste_lp
    """
    liste_entiere = []
    for i in range(len(liste_lp)) :
        lettre,pos_lettre = liste_lp[i]
        nv_mot = chaine_cree_h(pl, pos_lettre, lettre)
        liste_entiere.append(nv_mot)
    return liste_entiere
```

Il est désormais possible d'écrire une fonction `est_valide_2` permettant de s'assurer qu'un joueur peut former le mot qu'il propose sur le plateau de jeu, horizontalement et à la position qu'il propose.

Question 20
Écrire le code de la fonction `est_valide2_h` qui prend en argument `liste_ODS`, `chevalet` (voir partie 1), `pl`, `pos` et `mot` et qui réalise ce test. Toutes les vérifications n'ont pas nécessairement été évoquées dans les questions précédentes.

Solution

```
def est_valide2_h(liste_ODS: [str], pl: Plateau, pos: (int,int),    mot:
↪  str, ch: [int]) -> bool :
    """
    Hypothèse : len(chevalet) == 26
    teste si mot est un mot valide qu'un joueur disposant du chevalet
    ch peut former horizontalement sur le plateau pl à la position pos,
    et modifie le plateau de jeu le cas échéant
    """
    lg = len(mot)
    if not est_autorise(liste_ODS, mot) :
        #print("erreur mot non autorise")
        return False
    if not ne_depasse_pas_h(pos, lg) :
        #print("erreur mot depasse")
        return False
    if not sans_extension_h(pl, pos, mot) :
        #print("erreur mot non maximise")
        return False
    if not (coincide_h(pl, pos, mot)) :
        #print("erreur mot ne coincide pas")
        return False
    liste_lp = lettres_a_poser_h(pl, pos, mot)
    if len(liste_lp) <= 0 :
        #print("erreur pas de lettre à poser")
        return False
    if len(liste_lp) == lg :
        #print("erreur pas de lettre du plateau utilisée")
        return False
    if not sont_dispo(chevalet, extrait_lettres(liste_lp) ) :
        #print("erreur lettres pas dispo sur chevalet
        return False
    listes_chaines = liste_chaines_crees_v(pl, liste_lp)
    for chaine in listes_chaines :
        if (len(chaine) > 1) and not est_autorise(liste_ODS, chaine) :
            #print("erreur mots annexes non autorises")
            return False
    place_mot_h(pl, pos, mot)
    return True
```