



Maturité gymnasiale

Session 2024

## EXAMEN DE L'OPTION COMPLÉMENTAIRE INFORMATIQUE

### Informations et consignes :

- x Temps à disposition : 3 heures.
- x Seul document autorisé : aide-mémoire Python 3 annexé
- x Calculatrice non programmable autorisée.
- x Le nombre de points est indiqué pour chacun des problèmes. Il y a 100 points au total.
- x Vous devez écrire proprement au stylo ou à l'encre. La présentation est prise en compte pour la note.
- x Utilisez une feuille par problème.
- x Écrivez votre nom sur chaque feuille.
- x Faites une marge de 2 cm à gauche.
- x Rendez tous vos documents, y compris la donnée.

### Problème 1 : machine de Turing (15 points)

Un ruban contient un nombre  $n$  écrit en base 2. La tête de lecture est positionnée initialement sur le bit le plus à droite. Les trois symboles utilisés sont  $\{0, 1, \text{blanc}\}$ .

Concevez une machine de Turing qui décale le nombre  $n$  d'une case vers la droite sur son ruban.

Écrivez la table d'actions.

### Problème 2 : codage et Python (25 points)

Vous voulez analyser un texte composé **uniquement** des 26 lettres majuscules de l'alphabet.

Un *trigramme* est une suite de 3 lettres consécutives, p. ex. « ALE », « RNI », ... Vous voulez compter tous les trigrammes du texte.

Pour stocker les résultats, vous allez utiliser une liste que vous appellerez `stat`. Le nombre de « AAA » sera placé à l'indice 0 de la liste, le nombre de « AAB » à l'indice 1, le nombre de « AAC » à l'indice 2, etc.

Par exemple, pour le texte « AAAAC », contenant 3 trigrammes (« AAA », « AAA » et « AAC »), vous obtiendrez `stat = [2, 0, 1, 0, ..., 0]`.

- a) Quelle est la longueur de la liste `stat` ?
- b) À quel indice de cette liste sera stocké le nombre de trigrammes « DMU » trouvés dans le texte ?
- c) À quel trigramme correspond l'indice 2024 ?

Codez maintenant les points b) et c) en Python 3. Les deux fonctions ci-dessous ne devront pas utiliser la liste `stat`.

- d) Écrivez une fonction qui renvoie l'indice du trigramme donné en paramètre.  
Par exemple : `indice("AAA")` renverra la valeur 0.
- e) Écrivez une fonction qui renvoie le trigramme correspondant à un indice de la liste donné en paramètre. Par exemple : `trigramme(1)` renverra la valeur « AAB ».

### Problème 3 : algorithmique et Python (25 points)

Le tri « pair-impair » peut se formuler en pseudo-code de la façon suivante :

```
trié = faux
tant que non trié
  trié = vrai
  pour (j = 0; j < longueur_liste-1; j += 2)
    si liste[j] > liste[j+1]
      échanger liste[j] et liste[j+1]
      trié = faux
  écrire liste // pour la partie b) de l'exercice uniquement
  pour (j = 1; j < longueur_liste-1; j += 2)
    si liste[j] > liste[j+1]
      échanger liste[j] et liste[j+1]
      trié = faux
  écrire liste // pour la partie b) de l'exercice uniquement
```

- Traduisez cet algorithme en Python 3.
- Appliquez cet algorithme pour trier la liste [2, 4, 5, 3, 6, 1]. Écrivez toutes les listes successives que le programme en pseudo-code ci-dessus affiche à l'écran (même si deux listes successives sont identiques).

### Problème 4 : jeu de Nim (20 points)

On a une ligne de **15 allumettes**. On peut prendre à son tour 2, 3 ou 4 allumettes.

Les deux joueurs jouent alternativement et celui qui prend les dernières allumettes a **perdu** (mode misère). On suppose que les deux joueurs jouent parfaitement.

S'il ne reste qu'une allumette sur la ligne, la partie est déclarée **nulle**, car on ne peut pas prendre une seule allumette.

- Dressez un tableau où, pour chaque nombre d'allumettes possible, vous indiquez si le joueur qui va jouer gagnera (notez G), perdra (P), ou arrachera le match nul (N).
- Avec 15 allumettes, qui va gagner ? Le premier joueur, le second, ou aucun des deux (match nul) ?

### Problème 5 : apprentissage par renforcement (15 points)

Reprenez le jeu du problème 4.

On veut entraîner une IA à ce jeu avec **10 allumettes**. Pour cela, vous disposez de 10 gobelets (indiquant le nombre d'allumettes restantes) et de jetons numérotés 2, 3 ou 4 (indiquant le nombre d'allumettes que l'IA va prendre) que l'on va mettre dans les gobelets. Au fur et à mesure des parties, on va enlever des jetons des gobelets ou modifier des jetons.

L'IA commence la partie.

*(suite sur la dernière page)*

## Algorithme d'apprentissage

- Mettre en place le matériel (jetons dans les gobelets comme indiqué ci-dessous, allumettes sur la table). Le tableau ci-dessous indique les jetons contenus dans les gobelets numérotés de 1 à 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(vide)	2	2, 3	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4

- La machine joue en premier. Quand c'est son tour, la machine va :
  - compter le nombre d'allumettes et prendre le gobelet numéroté correspondant ;
  - piocher au hasard un jeton dans le gobelet, le poser sur la table juste devant ce gobelet, et prendre le nombre d'allumettes indiqué par le jeton (2, 3 ou 4), sans tenir compte du signe ;
  - en fin de partie (quand il n'y a plus d'allumettes) :
    - **soit la machine a gagné**, et dans ce cas elle remet chaque jeton dans le gobelet où elle l'a pioché ;
    - **soit la machine a perdu**, et dans ce cas elle remet tous les jetons piochés sauf le dernier qu'elle met de côté ;
    - **soit c'est match nul**, et dans ce cas, la machine remet dans les gobelets tous les jetons piochés, mais elle rend négatif le numéro du dernier jeton tiré qui n'est pas négatif avant de le remettre dans son gobelet. S'ils sont tous négatif, on remet simplement les jetons dans les gobelets correspondants..
- Il peut arriver qu'un gobelet soit vide (parce que, par exemple, avec 2 allumettes il n'y a pas de bon choix). Dans ce cas :
  - on retourne le gobelet
  - si l'adversaire laisse la machine avec un nombre d'allumettes pour lequel le gobelet est retourné, elle abandonne la partie (car elle sait qu'elle va perdre) et remet tous les jetons piochés dans leur gobelet sauf le dernier pioché qu'elle met de côté.

## Questions

- a) Après suffisamment de parties, quels jetons (positifs ou négatifs) resteront dans chacun des gobelets ? Complétez le tableau ci-dessous :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(vide)						2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	

- b) Pourquoi les cases 7, 8 et 9 n'ont pas évolué ?  
 c) Comment utiliser ce tableau pour faire jouer l'ordinateur ?  
 d) Ce tableau est-il cohérent avec celui que vous avez construit à l'exercice 4 ?