

Algorithmes et Pensée Computationnelle

Consolidation 1

Les exercices de cette série sont une compilation d'exercices semblables à ceux vus lors des semaines précédentes. Le but de cette séance est de consolider les connaissances acquises lors des travaux pratiques des semaines 1 à 6.

Le code présenté dans les énoncés se trouve sur Moodle, dans le dossier **Code**.

1 Introduction et architecture des ordinateurs

Le but de cette section est de comprendre le fonctionnement d'un ordinateur. La série d'exercices sera axée autour de conversions en base binaire, décimale, hexadécimale, base 5 et de calcul de base en suivant le modèle Von Neumann.

1.1 Conversion

Question 1: (🕒 10 minutes) Conversion

1. Convertir le nombre $FFFFFF_{(16)}$ en base 10.
2. Convertir le nombre $4321_{(5)}$ en base 10.
3. Convertir le nombre $ABC_{(16)}$ en base 2.
4. Convertir le nombre $254_{(10)}$ en base 15.
5. Convertir le nombre $11101_{(2)}$ en base 10.

💡 Conseil

N'oubliez pas qu'en Hexadécimal, A vaut 10, B vaut 11, C vaut 12, D vaut 13, E vaut 14 et F vaut 15.

>_ Solution

1. $FFFFFF_{(16)} = 16777215_{(10)}$
2. $4321_{(5)} = 586_{(10)}$
3. $ABC_{(16)} = 101010111100_{(2)}$
4. $254_{(10)} = 11E_{(15)}$
5. $11101_{(2)} = 29_{(10)}$

1.2 Conversion et arithmétique

Question 2: (🕒 5 minutes) Conversion, addition et soustraction :

Effectuez les opérations suivantes :

1. $10110101_{(2)} + 00101010_{(2)} = \dots_{(10)}$
2. $70_{(10)} - 10101010_{(2)} = \dots_{(10)}$

💡 Conseil

Convertissez dans une base commune avant d'effectuer les opérations.

>_ Solution

1. $10110101_{(2)} + 00101010_{(2)} = 223_{(10)}$
3. $70_{(10)} - 10101010_{(2)} = -100_{(10)}$

1.3 Modèle de Von Neumann

Dans cette section, nous allons simuler une opération d'addition dans le **modèle de Van Neumann**, il va vous être demandé à chaque étape (FDES) de donner la valeur des registres.

État d'origine :

A l'origine, notre **Process Counter (PC)** vaut **00100001**.

Dans la mémoire, les instructions sont les suivantes :

Adresse	Valeur
00100001	00110100
00101100	10100110
01110001	111111101

Les registres sont les suivants :

Registre	Valeur
00	01111111
01	00100000
10	00101101
11	00001100

Les opérations disponibles pour l'unité de contrôle sont les suivantes :

Numéro	Valeur
00	ADD
01	XOR
10	MOV
11	SUB

Question 3: (🕒 5 minutes) Fetch

À la fin de l'opération **FETCH**, quelles sont les valeurs du **Process Counter** et de l'**Instruction Register** ?

💡 Conseil

Pour rappel, l'unité de contrôle (Control Unit) commande et contrôle le fonctionnement du système. Elle est chargée du séquençage des opérations. Après chaque opération **FETCH**, la valeur du **Program Counter** est incrémentée (valeur initiale + 1).

>_ Solution

$PC = 00100001_{(2)} + 1 = 00100010_{(2)}$
 $IR = 00110100_{(2)}$

Question 4: (🕒 5 minutes) Decode

1. Quelle est la valeur de l'opération à exécuter ?
2. Quelle est l'adresse du registre dans lequel le résultat doit être enregistré ?
3. Quelle est la valeur du premier nombre de l'opération ?
4. Quelle est la valeur du deuxième nombre de l'opération ?

Conseil

Pensez à décomposer la valeur de l'**Instruction Register** pour obtenir toutes les informations demandées.

Utilisez la même convention que celle présentée dans les diapositives du cours (Architecture des ordinateurs (Semaine 2) - Diapositive 15)

Les données issues de la décomposition de l'**Instruction Register** ne sont pas des valeurs brutes, mais des références. Trouvez les tables concordantes pour y récupérer les valeurs.

Solution

00 : **ADD** (valeur de l'opération à exécuter)

11 : Adresse du registre dans lequel le résultat doit être enregistré

01 : 00100000₍₂₎ (premier nombre)

00 : 01111111₍₂₎ (deuxième nombre)

Question 5: (🕒 5 minutes) Execute

Quel est résultat de l'opération ?

Conseil

Toutes les informations permettant d'effectuer l'opération se trouvent dans les données de l'**Instruction Register**.

Solution

$$00100000_{(2)} + 01111111_{(2)} = 10011111_{(2)}$$

2 Logiciels système

Question 6: (🕒 5 minutes) Sous Linux et MacOS, laquelle de ces commandes modifie le filesystem ?

1. `ls -la`
2. `sudo rm -rf ~/nano`
3. `sudo kill -9 3531`
4. `more nano.txt`
5. Aucune réponse n'est correcte.

Solution

La commande `sudo rm -rf ~/nano` permet de supprimer le répertoire **nano** situé dans le dossier `/Users/<Utilisateur_courant>` en mode super-utilisateur (utilisateur ayant des droits étendus sur le système).

Conseil

Attention !

Certaines commandes listées ci-dessus peuvent avoir des conséquences irréversibles.

Pour avoir une description détaillée d'une commande, vous pouvez ajouter **man** devant la commande sous Linux/MacOS ou ajouter **-h**, **--help** ou **/?** après la commande sous Windows.

3 Programmation de base

Question 7: (🕒 10 minutes)

1. Convertir $52_{(10)}$ en base 2 sur 8 bits.
2. Convertir $100_{(10)}$ en base 2 sur 8 bits.
3. Calculer en base 2 la soustraction de $01100100_{(2)}$ par $00110100_{(2)}$.
4. Déterminer au complément à deux l'opposé (multiplication par -1 en base 10) de $0110000_{(2)}$.

💡 Conseil

- Se référer aux techniques apprises dans la série 1 et la série 3
- Faire un tableau des puissances de 2 sur 8 bits.

>_ Solution

- $52_{(10)} = 32_{(10)} + 16_{(10)} + 4_{(10)} = 00110100_{(2)}$
- $100_{(10)} = 64_{(10)} + 32_{(10)} + 4_{(10)} = 01100100_{(2)}$
- $01100100_{(2)} - 00110100_{(2)} = 0110000_{(2)}$
- **Complément à 1** : $\text{not}(0110000_{(2)}) = 1001111_{(2)}$
- **Complément à 2** : Complément à 1 + 1 = $1001111_{(2)} + 1_{(2)} = 1010000_{(2)}$

4 Itération et récursivité

Question 8: (🕒 15 minutes) Itération et Récursivité

Créez une fonction itérative, puis une fonction récursive qui calculent le nombre de voyelles présentes dans un texte donné.

💡 Conseil

Pour la version itérative, parcourez toute la chaîne de caractère et incrémentez un compteur lorsque vous avez une voyelle.
Pour la version récursive, diminuez systématiquement la taille de votre chaîne de caractère. Si l'élément actuel est une voyelle, ajoutez 1, sinon, ajoutez 0.
Aidez vous d'une liste de toutes les voyelles et de la fonction `in` en Python (`List.contains()` en Java).

Voici les templates :

Python

```
1 def nb_voyelles_iterative(T,S) :
2     #TODO
3
4 def nb_voyelles_recursive(T,S) :
5     #TODO
6
7 voyelles = ['a','e','i','o','u','y']
8 texte = "Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean molestie elit ipsum, a tincidunt urna aliquet \
9 eget. Praesent et quam vitae justo hendrerit tristique. Ut malesuada ligula in mi ultricies tempor. Fusce blandit \
10 turpis sapien, in gravida orci aliquet et. Morbi in metus efficitur, volutpat purus sit amet, scelerisque massa. \
11 Vivamus vehicula justo quis leo feugiat fringilla. Maecenas sagittis ultrices accumsan. Cras libero est, gravida in \
12 eros ac, luctus ullamcorper nisi."
13
14 print(nb_voyelles_iterative(texte,voyelles))
15 print(nb_voyelles_recursive(texte,voyelles))
```

Java

```
1 import java.util.List;
2
3 public class Main {
4
5     public static int nb_voyelles_itérative(String S, List L){
6         //TODO
7     }
8
9     public static int nb_voyelles_réursive(String S, List L){
10        //TODO
11    }
12    public static void main(String[] args) {
13        List voyelles = List.of('a','e','i','o','u','y');
14        String texte = "Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean molestie elit ipsum, a tincidunt urna
15            aliquet" +
16            " eget. Praesent et quam vitae justo hendrerit tristique. Ut malesuada ligula in mi ultricies tempor. Fusce blandit" +
17            " turpis sapien, in gravida orci aliquet et. Morbi in metus efficitur, volutpat purus sit amet, scelerisque massa." +
18            " Vivamus vehicula justo quis leo feugiat fringilla. Maecenas sagittis ultrices accumsan. Cras libero est, gravida in"
19        +
20        " eros ac, luctus ullamcorper nisi.";
21        System.out.println(nb_voyelles_itérative(texte, voyelles));
22        System.out.println(nb_voyelles_réursive(texte, voyelles));
23    }
24 }
```

>_ Solution

Python :

```
1 def nb_voyelles_itérative(T,S) :
2     c = 0
3     for i in T :
4         if i in S :
5             c += 1
6         else :
7             pass
8     return c
9
10 def nb_voyelles_réursive(T,S) :
11     if len(T) == 1 :
12         if T[0] in S :
13             return 1
14         else :
15             return 0
16     else :
17         if T[0] in S :
18             return 1 + nb_voyelles_réursive(T[1:],S)
19         else :
20             return 0 + nb_voyelles_réursive(T[1:],S)
21
22 voyelles = ['a','e','i','o','u','y']
23 texte = "Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean molestie elit ipsum, a tincidunt urna
24     aliquet\
25     eget. Praesent et quam vitae justo hendrerit tristique. Ut malesuada ligula in mi ultricies tempor. Fusce blandit \
26     turpis sapien, in gravida orci aliquet et. Morbi in metus efficitur, volutpat purus sit amet, scelerisque massa. \
27     Vivamus vehicula justo quis leo feugiat fringilla. Maecenas sagittis ultrices accumsan. Cras libero est, gravida
28     in\
29     eros ac, luctus ullamcorper nisi."
30
31 print(nb_voyelles_itérative(texte,voyelles))
32 print(nb_voyelles_réursive(texte,voyelles))
```

>_ Solution

Java :

```
1  import java.util.List;
2
3  public class Main {
4
5      public static int nb_voyelles_itérative(String S, List L){
6          int c = 0;
7          for(int i = 0; i<S.length(); i++){
8              if(L.contains(S.charAt(i))){
9                  c ++;
10             }
11         }
12         return c;
13     }
14
15     public static int nb_voyelles_réursive(String S, List L){
16         if (S.length() == 1){
17             if (L.contains(S.charAt(0))) {
18                 return 1;
19             }
20             else{
21                 return 0;
22             }
23         }
24         else{
25             if (L.contains(S.charAt(0))) {
26                 return 1 + nb_voyelles_réursive(S.substring(1,S.length()),L);
27             }
28             else{
29                 return 0 + nb_voyelles_réursive(S.substring(1,S.length()),L);
30             }
31         }
32     }
33     public static void main(String[] args) {
34         List voyelles = List.of('a','e','i','o','u','y');
35         String texte = "Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean molestie elit ipsum, a
36             tincidunt urna aliquet" +
37             " eget. Praesent et quam vitae justo hendrerit tristique. Ut malesuada ligula in mi ultricies tempor.
38             Fusce blandit" +
39             " turpis sapien, in gravida orci aliquet et. Morbi in metus efficitur, volutpat purus sit amet, scelerisque
40             massa." +
41             " Vivamus vehicula justo quis leo feugiat fringilla. Maecenas sagittis ultrices accumsan. Cras libero est,
42             gravida in" +
43             " eros ac, luctus ullamcorper nisi.";
44
45         System.out.println(nb_voyelles_itérative(texte, voyelles));
46         System.out.println(nb_voyelles_réursive(texte, voyelles));
47     }
48 }
```

Question 9: (🕒 5 minutes) Lecture de code (Récursivité)

Qu'afficheront les programmes suivants ?

💡 Conseil

Ces deux programmes comportent des fonctions itératives, lisez bien le code de haut en bas et lorsque la fonction fait appel à elle-même, revenez au début de la fonction et effectuez de nouveau les instructions avec les nouveaux paramètres.
Une feuille de papier pourrait vous être utile !

Programme 1 :

```
1 def recursion_1(S) :
2     if len(S) == 1 :
3         return S[0]
4     else :
5         return S[0] + recursion_1(S[1:]) + S[0]
6
7 print(recursion_1("Python"))
```

Programme 2 :

```
1 def recursion_2(L) :
2     if len(L) == 1 :
3         print(L[0])
4     else :
5         recursion_2(L[1:])
6         print(L[0])
7         recursion_2(L[1:])
8
9 Liste = ["J", "adore", "Python"]
10 recursion_2(Liste)
```

>_ Solution

Programme 1 :

PythonohtyP

>_ Solution

Programme 2 :

Python
adore
Python
J
Python
adore
Python

5 Algorithmes et complexité

Question 10: (🕒 5 minutes) Complexité - Partie 1

Que fait le programme suivant ?

Estimez le nombre d'opérations qu'effectuera l'algorithme de la fonction **algo1** à chaque étape en fonction des paramètres qui lui seront assignés :

```
1 import math
2
3 # L est une liste d'entiers et x est un nombre entier
4 def algo1(L, x):
5     n = len(L)
6
7     for i in range(n):
8         L[i] = L[i] + math.pow(x, i)
```

💡 Conseil

Les opérations dans une boucle **for** sont répétées autant de fois que le nombre d'éléments sur lesquels nous itérons.

>_ Solution

L'algorithme effectue 1 opération pour initialiser n à `len(L)`. Ensuite, l'algorithme effectue une boucle `for` qui itère sur n éléments. Dans la boucle `for`, l'algorithme exécute deux additions. Ainsi, nous avons au total : $1 + 2 \times n$ opérations.

En notation $O()$, nous avons une complexité de : $O(2 * n + 1) = O(n)$ car les constantes sont ignorées.

Question 11: (🕒 5 minutes) Complexité - Partie 2

Que fait le programme suivant ?

Estimez le nombre d'opérations qu'effectuera l'algorithme de la fonction `algo2` à chaque étape en fonction des paramètres qui lui seront assignés. Déterminez sa complexité.

```
1 # L liste de nombres entiers
2 def algo2(L):
3     n = len(L)
4
5     for i in range(n):
6         for j in range(n):
7             if i != j and L[i] == L[j]:
8                 return True
9
10    return False
```

💡 Conseil

Les opérations dans une boucle `for` sont répétées autant de fois que le nombre d'éléments sur lesquels nous itérons.

>_ Solution

L'algorithme vérifie si la liste contient des doublons.

1. L'algorithme effectue 1 opération pour initialiser n à `len(L)`.
2. Ensuite, l'algorithme effectue 2 boucles `for` imbriquées qui itère chacune sur n éléments.
3. Dans la deuxième boucle `for`, l'algorithme exécute deux comparaisons. Ainsi, nous avons au total : $1 + 2 \times n^2$ opérations.

En notation $O()$, nous avons une complexité de : $O(2n^2 + 1) = O(n^2)$ car les constantes sont ignorées.

Question 12: (🕒 5 minutes) Complexité - Partie 3

Que fait le programme suivant ?

Estimez le nombre d'opérations qu'effectuera l'algorithme de la fonction `algo3` à chaque étape en fonction des paramètres qui lui seront assignés. Déterminez sa complexité.

```
1 # n un nombre entier
2 def algo3(n):
3     i = 1
4     s = 0
5     while i < n:
6         s += i
7         i *= 2
8     return s
```

💡 Conseil

Faites attention à l'évolution de la valeur de `i`. Celle-ci permettra de déterminer la complexité.

>_ Solution

L'algorithme retourne la somme de tous les multiples de 2 qui sont inférieurs à n .

1. L'algorithme effectue 1 opération pour initialiser i à 1 et une autre pour initialiser s à 0.
2. Ensuite, l'algorithme effectue une boucle **while** dont la condition est satisfaite tant que i est inférieur à n .
3. Dans la boucle, l'algorithme effectue 2 opérations, additionner i à s et multiplier i par 2.

Cette dernière étape est celle qui détermine la complexité de l'algorithme. En effet, en prenant la séquence $\{1, 2, 3, 4, \dots, n\}$, nous remarquons que i "saute" 2 fois plus d'éléments de cette séquence à une étape que l'étape précédente. Ainsi, i aura comme valeur des nombres de la séquence $\{1, 2, 4, 8, 16, \dots, n\}$, qui est logarithmique. Nous avons alors au total : $2 \times \log(n) + 2$ opérations.

En notation $O()$, nous avons une complexité de : $O(2 \times \log(n) + 2) = O(\log(n))$ car les constantes sont ignorées.

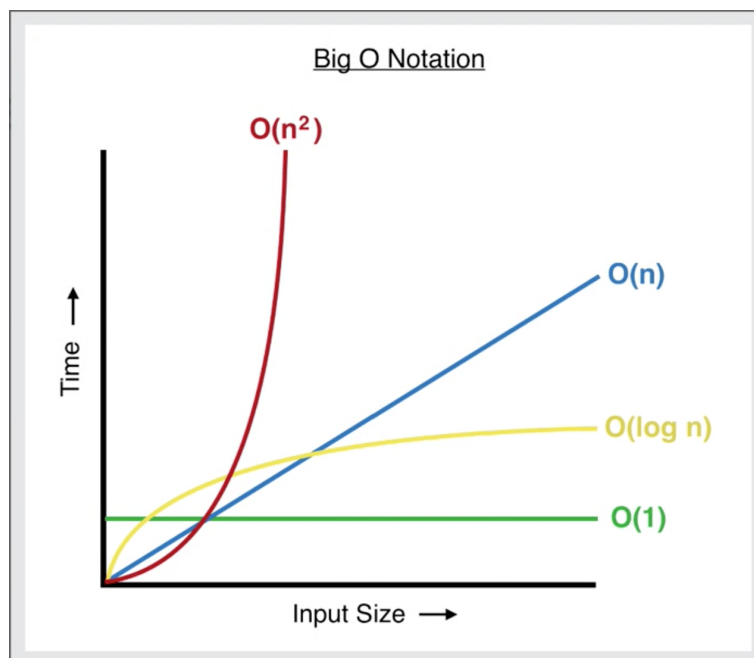


FIGURE 1 – Représentation de complexités temporelles

Question 13: (🕒 15 minutes) Tri fusion (Merge Sort)

1. Ecrire une fonction "merge" qui prend deux listes triées comme argument et retourne une liste fusionnée triée.
2. Quel est le nombre d'opérations effectuées? Déterminer ensuite la complexité de la fonction, en posant n = longueur de la liste fusionnée.

Pour les tests utilisez les listes suivantes :

$I1=[3,10,12]$ et $I2=[5,7,14,15]$.

💡 Conseil

- Cette fonction est une des deux parties de l'algorithme de tri fusion.
- Inspirez vous de la solution de l'exercice 8 (exercices basiques) de la série 5.
- N'hésitez pas à revoir le processus montré en cours (visualisation de l'algorithme dans les diapositives 84 à 108) pour comprendre comment marche concrètement le tri fusion.

>_ Solution

Python :

```
1 def merge(partie_gauche, partie_droite):
2     # créer la liste qui sera retournée à la fin
3     liste_fusionnee = []
4
5     # définir un compteur pour l'index de la liste de gauche
6     compteur_gauche = 0
7     # pareil pour la liste de droite
8     compteur_droite = 0
9
10    longueur_gauche = len(partie_gauche)
11    longueur_droite = len(partie_droite)
12
13    # continuer jusqu'à ce que l'un des index (ou les deux) atteigne l'une des longueurs (ou les deux)
14    while compteur_gauche < longueur_gauche and compteur_droite < longueur_droite:
15        # comparer les éléments actuels, ajouter le plus petit à la liste fusionnée
16        # et augmenter le compteur de cette liste
17        if partie_gauche[compteur_gauche] < partie_droite[compteur_droite]:
18            liste_fusionnee.append(partie_gauche[compteur_gauche])
19            compteur_gauche += 1
20        else:
21            liste_fusionnee.append(partie_droite[compteur_droite])
22            compteur_droite += 1
23
24    # s'il y a encore des éléments dans les listes, il faut les ajouter à la liste fusionnée
25    liste_fusionnee += partie_gauche[compteur_gauche:longueur_gauche]
26    liste_fusionnee += partie_droite[compteur_droite:longueur_droite]
27
28    return liste_fusionnee # retourner la liste fusionnée
29
30
31
32 if __name__ == "__main__":
33     l1 = [3, 10, 12]
34     l2 = [5, 7, 14, 15]
35     print(merge(l1,l2))
```

>_ Solution

Java :

```
1 public class question_conso1_mergesort {
2     // Fusionne 2 sous-listes de arr[].
3     // Première sous-liste est arr[l..m]
4     // Deuxième sous-liste est arr[m+1..r]
5     public static int[] merge(int[] arr1, int[] arr2) {
6         // Trouver la taille des deux sous-listes à fusionner
7         int n1 = arr1.length;
8         int n2 = arr2.length;
9         /* Créer des listes temporaires */
10        int L[] = new int[n1];
11        int R[] = new int[n2];
12        int F[] = new int[n1 + n2];
13        /* Copier les données dans les sous-listes temporaires */
14        for (int i = 0; i < n1; ++i) {
15            L[i] = arr1[i];
16        }
17        for (int j = 0; j < n2; ++j) {
18            R[j] = arr2[j];
19        }
20        /* Fusionner les sous-listes temporaires */
21        // Indexes initiaux de la première et seconde sous-liste
22        int i = 0, j = 0;
23        // Index initial de la sous-liste fusionnée
24        int k = 0;
25        // Boucle qui fusionne L et R de manière ordonnée
26        while (i < n1 && j < n2) {
27
28            if (L[i] <= R[j]) {
29                F[k] = L[i];
30                i++;
31                ++k;
32            } else {
33                F[k] = R[j];
34                j++;
35                ++k;
36            }
37        }
38        // On rajoute les valeurs qui ne sont pas encore ajoutées dans F
39        while (i < n1 || j < n2) {
40            if (i < n1) {
41                F[k] = L[i];
42                ++i;
43                ++k;
44            } else {
45                F[k] = R[j];
46                ++j;
47                ++k;
48            }
49        }
50
51        return F;
52    }
53    public static void affiche_liste(int l[]) {
54        int n = l.length;
55        for (int i = 0; i < n; ++i)
56            System.out.print(l[i] + " ");
57    }
58    public static void main(String[] args) {
59        int[] l1 = {3, 10, 12};
60        int[] l2 = {5, 7, 14, 15};
61        int[] l = merge(l1, l2);
62        affiche_liste(l);
63    }
64 }
65 }
```

>_ Solution

- **En Python il y a** : $n = 3 + 4 = 7$ itérations. Les opérations avant et après la boucle sont des opérations simples, donc la complexité dans le “pire des cas” est calculée grâce à la boucle `while` et donc en fonction de la taille de la liste finale.
- **En Java il y a** : $n = 3 + 2$ itérations effectuées dans la première boucle `while`. Dans la deuxième boucle `while`, il y a uniquement $m = 2$ itérations effectuées. Les boucles n’étant pas imbriquées les complexités s’additionnent.
- Donc la complexité est $O(n + m)$ car cela va dépendre de la grandeur des listes passées comme arguments.

6 Algorithmes de recherche

Question 14: (🕒 15 minutes) Recherche binaire

Dans cet exercice, vous devez retrouver l’élément d’une liste d’entiers triés qui est le plus proche d’un élément e donné. Pour ce faire, vous devez utiliser une version récursive de l’algorithme de recherche binaire.

Vous pouvez faire cet exercice aussi bien en Java qu’en Python.

>_ Exemple (Python)

```
L = [1, 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88, 99]
e = 73
```

```
print(plus_proche(L, e, recherche_binaire_recursive(L, 0, len(L)-1, e)))
```

Index retourné par la première fonction : 6
Résultat final : 77

💡 Conseil

Dans cet exercice, vous devez déclarer deux fonctions, et les combiner afin de retrouver l’élément de la liste qui est le plus proche de e .

La première fonction sera la fonction de recherche binaire récursive qui prendra comme paramètre la liste, l’index du premier élément de la liste, l’index du dernier élément de la liste et e . Cette fonction retournera l’index de l’un des éléments le plus proche de e . La deuxième fonction effectuera les comparaisons de différences entre e et les éléments se situant autour de l’élément correspondant à l’index retourné par la première fonction. Elle pourra ainsi déterminer lequel est le plus proche de e . Elle prendra en paramètre notre liste, e , et la valeur retournée par la première fonction.

Voici les templates :

Python

```
1 def recherche_binaire_recursive(L, s, r, e):
2     #TODO
3
4 def plus_proche(L,e,v):
5     #TODO
6
7 L = [1, 2, 5, 8, 12, 16, 24, 56, 58, 63]
8 s = 0
```

```

9  r = len(L)-1
10 e = 68
11 print(plus_proche(L, e, recherche_binaire_recursive(L, s, r, e)))

```

Java

```

1  import java.util.List;
2
3  public class Main {
4
5      public static int recherche_binaire_recursive(List L,int s,int r,int e){
6          //TODO
7      }
8
9      public static int plus_proche(List L,int e,int v){
10         //TODO
11     }
12
13     public static void main(String[] args) {
14         List L = List.of(1,2,5,8,12,16,24,56,58,63);
15         int s = 0;
16         int r = L.size()-1;
17         int e = 64;
18         System.out.println(plus_proche(L,e,recherche_binaire_recursive(L,s,r,e)));
19     }
20 }

```

>_ Solution

Python :

```

1  def recherche_binaire_recursive(L, s, r, e): #fonction 1, recherche binaire
2      if s<=r :
3          mid = int((s + r) / 2)
4          if L[mid] == e:
5              return mid
6          elif L[mid] > e:
7              return recherche_binaire_recursive(L, s, mid - 1, e)
8          else:
9              return recherche_binaire_recursive(L, mid + 1, r, e)
10     else :
11         mid = int((s + r) / 2)
12         return mid
13
14     def plus_proche(L,e,v): #fonction 2, comparaison pour trouver l'élément le plus proche
15
16         if v == len(L)-1 : # si l'élément retourné par la première fonction est le dernier élément de la liste,
17             if abs(L[v - 1] - e) < abs(L[v] - e): # il n'a pas besoin de comparer avec l'élément suivant
18                 return L[v - 1]
19             else :
20                 return L[v]
21
22         elif v == 0 : # si l'élément retourné par la première fonction est le premier élément de la liste,
23             if abs(L[v + 1] - e) < abs(L[v] - e): # il n'a pas besoin de comparer avec l'élément d'avant
24                 return L[v + 1]
25             else :
26                 return L[v]
27
28         else : # cas normal
29             if abs(L[v - 1] - e) < abs(L[v] - e):
30                 return L[v - 1]
31             elif abs(L[v + 1] - e) < abs(L[v] - e):
32                 return L[v + 1]
33             else:
34                 return L[v]
35
36     L = [1, 2, 5, 8, 12, 16, 24, 56, 58, 63]
37     s = 0
38     r = len(L)-1
39     e = 68
40     print(recherche_binaire_recursive(L, s, r, e))
41     print(plus_proche(L, e, recherche_binaire_recursive(L, s, r, e)))

```

>_ Solution

Java :

```
1 import java.util.List;
2
3 public class Main {
4
5     public static int recherche_binaire_recursive(List L,int s,int r,int e){ // fonction 1, recherche binaire
6         if (s<=r){
7             int mid = (s+r)/2;
8             int element = (int) L.get(mid);
9             if (element == e){
10                 return mid;
11             }
12             if(element > e){
13                 return recherche_binaire_recursive(L,s,mid-1,e);
14             }
15             else {
16                 return recherche_binaire_recursive(L,mid+1,r,e);
17             }
18         }
19         else{
20             int mid = (s+r)/2;
21             return mid;
22         }
23     }
24
25     public static int plus_proche(List L,int e,int v){ //fonction 2, comparaison pour trouver l'élément le plus
        proche
26
27         if (v==L.size()-1){ // si l'élément retourné par la première fonction est le dernier élément de la liste,
28             if (Math.abs((int) L.get(v-1)-e) < Math.abs((int) L.get(v)-e)){
29                 // Pas besoin de comparer avec l'élément suivant
30                 return (int) L.get(v-1);
31             }
32             else {
33                 return (int) L.get(v);
34             }
35         }
36
37         else if (v==0){ // si l'élément retourné par la première fonction est le premier élément de la liste,
38             if (Math.abs((int) L.get(v+1)-e) < Math.abs((int) L.get(v)-e)){
39                 // Pas besoin de comparer avec l'élément d'avant
40                 return (int) L.get(v+1);
41             }
42             else {
43                 return (int) L.get(v);
44             }
45         }
46
47         else{ // cas normal
48             if (Math.abs((int) L.get(v-1)-e) < Math.abs((int) L.get(v)-e)){
49                 return (int) L.get(v-1);
50             }
51             else if (Math.abs((int) L.get(v+1)-e) < Math.abs((int) L.get(v)-e)){
52                 return (int) L.get(v+1);
53             }
54             else {
55                 return (int) L.get(v);
56             }
57         }
58     }
59     public static void main(String[] args) {
60         List L = List.of(1,2,5,8,12,16,24,56,58,63);
61         int s = 0;
62         int r = L.size()-1;
63         int e = 64;
64         System.out.println(plus_proche(L,e,recherche_binaire_recursive(L,s,r,e)));
65     }
66 }
```

Question 15: (🕒 5 minutes) Python - Arbre : Recherche et insertion

Dans cet exercice, nous allons voir comment insérer des éléments dans un arbre binaire.

À l'aide de la fonction de recherche binaire (se référer aux exercices de la semaine 6, question 8), créez une boucle qui vérifie si chaque élément de liste se trouve dans l'arbre. Si un élément ne s'y trouve pas, il doit être inséré à l'intérieur de celui-ci.

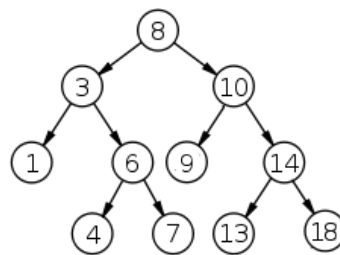
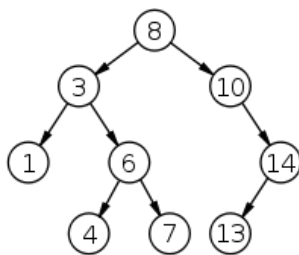
Voici l'arbre et les valeurs à rechercher :

```
tree = Arbre(8, 3, 1, 6, 4, 7, 10, 14, 13)
```

```
root = tree.root
```

```
liste = [3,6,9,18]
```

Voici la représentation graphique de l'arbre initial et de l'arbre attendu :



💡 Conseil

La fonction `insert(value, node)` permet d'insérer un élément dans un arbre. Exemple : `tree.insert(9,root)`

Téléchargez le fichier `question15.py` se trouvant dans le dossier `code` et écrivez votre code à partir de la ligne 66.

>_ Solution

Python

```
1 liste = [3,6,9,18]
2
3 for i in liste:
4     if recherche_arbre(root, i) == 0: #Lorsque la fonction retourne "false"
5         tree.insert(i,root)
6         print(str(i)+" a été ajouté à l'arbre")
```

7 Quiz général

7.1 Python

Question 16: (🕒 2 minutes)

En Python, 'Hello' équivaut à "Hello".

1. - Vrai
2. - Faux

>_ Solution

Vrai : En Python, les doubles guillemets et les guillemets sont équivalents.

Question 17: (🕒 2 minutes)

Dans une fonction, nous pouvons utiliser les instructions `print()` ou `return`, elles ont le même rôle.

1. - Vrai
2. - Faux

>_ Solution

Faux

`print()` permet uniquement d'afficher un message dans la console. Autrement dit, `print()` sert à communiquer un message à l'utilisateur final du programme, celui-ci n'ayant pas accès au code.

`return` est une déclaration qui s'utilise à l'intérieur d'une fonction pour renvoyer le résultat de la fonction lorsqu'elle a été appelée. Exemple : la fonction `len(L)` renvoie la longueur de la liste `L`.

Admettons que nous ayons une fonction qui renvoie le double d'un nombre. Dans notre programme, nous souhaitons ajouter le résultat de cette fonction à un nombre quelconque. En Python, notre programme ressemblera à ça :

```
1 def double_nombre(nombre):
2     return nombre ** 2
3
4
5 nombre1 = 2
6 resultat = nombre1 + double_nombre(2)
7 print(resultat)
```

Notre programme renverra une erreur de type `TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'NoneType'` si on remplace la ligne 2 par `print(nombre**2)` car la fonction `double_nombre` renverra `None`.

Question 18: (🕒 2 minutes)

Lorsqu'on fait appel à une fonction, les arguments doivent nécessairement avoir le(s) même(s) noms tel(s) que définit dans la fonction. Exemple :

```
1 def recherche_lineaire(Liste, x):
2     for i in Liste:
3         if i == x:
4             return x in Liste
5     return -1
6
7 Liste = [1,3,5,7,9]
8 x = 3
9
10 recherche_lineaire(Liste,x)
```

1. - Vrai
2. - Faux

>_ Solution

Faux

Le nom des variables données en argument n'a aucune importance tant que le type de variable est respecté. Dans notre exemple, la fonction s'attend à recevoir une **liste** comme premier argument et un **entier** comme deuxième argument. Ici, nous aurions pu nommer la liste `nbr_impair` et `x` `valeur` et appeler la fonction `recherche_lineaire(nbr_impair, valeur)`

Question 19: (🕒 2 minutes)

Si le programme Python contient une erreur, celle-ci sera détectée avant l'exécution du programme.

1. - Vrai

2. - Faux

>_ Solution

Faux : En Python, les erreurs sont détectées pendant l'exécution du programme.

Question 20: (🕒 2 minutes)

Il est possible de faire appel à une fonction définie "plus bas" dans le code sans que cela ne pose problème.

```
1 import math
2
3 nombre_decimal_pi(4)
4
5 def nombre_decimal_pi(int):
6     return round(math.pi,int)
```

1. - Vrai
2. - Faux

>_ Solution

Faux : À l'exception des fonctions intégrées (il s'agit des fonctions déjà intégrées au langage Python telles que `print()`, `len()`, `abs()`, etc...). Dans les langages suivant une logique de programmation impérative (c'est le cas de Java et Python), une fonction doit nécessairement être définie **avant** d'être appelée. https://fr.wikipedia.org/wiki/Programmation_imp%C3%A9rative

Question 21: (🕒 5 minutes)

Les trois fonctions suivantes renvoient-elles systématiquement des résultats identiques ?

Les fonctions sont censées retourner le nombre `pi` avec le nombre de décimales (au moins une et au maximum 15) indiqué en paramètre.

1 import math	1 import math	1 import math
2	2	2
3 def nombre_decimal_pi(int):	3 def nombre_decimal_pi(int):	3 def nombre_decimal_pi(int):
4 if int > 15:	4 if int > 15:	4 if int > 15:
5 int = 15	5 resultat = round(math.pi,15)	5 return round(math.pi,15)
6 elif int < 0:	6 elif int < 0:	6 elif int < 0:
7 int = 1	7 resultat = round(math.pi,1)	7 return round(math.pi,1)
8 resultat = round(math.pi,int)	8 else:	8 else:
9 return resultat	9 resultat = round(math.pi,int)	9 return round(math.pi,int)
10	10 return resultat	10
11 print(nombre_decimal_pi(-2))	11 print(nombre_decimal_pi(-2))	11 print(nombre_decimal_pi(-2))
12 print(nombre_decimal_pi(4))	12 print(nombre_decimal_pi(4))	12 print(nombre_decimal_pi(4))
13 print(nombre_decimal_pi(20))	13 print(nombre_decimal_pi(4))	13 print(nombre_decimal_pi(4))
	14 print(nombre_decimal_pi(20))	14 print(nombre_decimal_pi(20))

1. - Vrai
2. - Faux

>_ Solution

Vrai : Les trois fonctions produisent des résultats identiques. Si besoin, exécutez le code dans IntelliJ.

7.2 Java

Question 22: (🕒 3 minutes)

Observez les deux programmes suivants en Java. Lequel a-t-il une bonne structure et peut être compilé sans erreur ?

```

1 //Programme A
2 public class Main {
3
4     public static void main(String[] args) {
5         ma_function();
6         autre_fonction();
7
8
9     static void ma_function(){
10         System.out.println("Voici ma fonction!");
11     }
12
13     static void autre_fonction(){
14         System.out.println("Une autre fonction!");
15     }
16 }
17 }

```

```

1 //Programme B
2 public class Main {
3
4     public static void main(String[] args) {
5         ma_function();
6         autre_fonction();
7     }
8
9     static void ma_function(){
10         System.out.println("Voici ma fonction!");
11     }
12
13     static void autre_fonction(){
14         System.out.println("Une autre fonction!");
15     }
16 }

```

1. Programme A
2. Programme B

>_ Solution

Le programme B

Le fichier dans son ensemble représente une classe Java, ici la classe s'appelle **Main** (Vous aurez plus d'informations sur le fonctionnement des classes lorsque nous aborderons la programmation orientée objet). À l'intérieur de cette classe se trouve la méthode **public static void main()**, il s'agit de la porte d'entrée de notre programme, celle que l'on exécute et celle dans laquelle nous rédigeons notre code.

Les autres fonctions, qui peuvent être appelées, se définissent au sein de la classe au même échelon que la fonction **public static void main()** comme dans le programme B ci-dessus.

Question 23: (🕒 2 minutes) Exercice 1

L'indentation des lignes de code en Java est aussi importante qu'en Python.

1. - Vrai
2. - Faux

>_ Solution

Faux

En Java, le compilateur ne prend pas en compte l'indentation pour interpréter le programme, il comprend la structure à l'aide des parenthèses, des accolades et encore des point-virgules qui indiquent la fin d'une instruction. Toutefois, l'indentation est un aspect important de la programmation car elle sert à bien structurer visuellement votre code.

En Python, l'indentation définit la structure de votre code. Elle est donc indispensable pour la bonne interprétation et la bonne exécution de votre programme.