

Donner page 1 seule d'abord

**Objectif :** Découvrir un nouveau paradigme de programmation.

## 1 Problématique

Le *tri* est une fonctionnalité très utilisée en programmation. Il est donc primordial qu'il soit le plus efficace possible.

Peut-on concevoir un outil de comparaison des algorithmes de tri ?

## 2 Algorithmes de tri

### Activité 1 :

1. Choisir un des trois algorithmes de tri ci-après et implémenter une fonction qui accepte une liste et renvoie cette dernière triée.
2. Construire (en compréhension) une liste **tab** de 1000 entiers compris entre 0 et 100.
3. Par groupe de trois ayant choisis un algorithme différent, partager puis présenter les codes.

- utiliser jupyter ?
- docstring (+doctest ?)
- amélioration tri à bulles possible : Si lors du parcours de la liste une permutation au moins a été effectuée, recommencer un nouveau parcours.
- invariant ? en exercice

### 2.1 Tri par sélection

En partant du début du tableau et pour chaque élément de rang  $n$  :

- Rechercher la plus petite valeur et la permuter avec l'élément de rang  $n$ .

### 2.2 Tri par insertion

En partant du début du tableau et pour chaque élément de rang  $n$  :

- Mémoriser l'élément de rang  $n$ .
- En partant de l'élément  $n-1$ , décaler vers la droite les éléments qui sont plus grands que celui mémorisé.
- Placer dans le trou l'élément mémorisé.

### 2.3 Tri à bulles

En partant du début du tableau et pour chaque élément de rang  $n$  :

- Parcourir le tableau en comparant chaque élément avec son successeur.
- Si ce dernier est le plus petit des deux, les permuter.

### 3 Notion de complexité

Il est légitime de se demander si certains algorithmes sont plus rapides que d'autres. La première question à se poser est de déterminer quels sont les paramètres qui influencent la durée d'exécution. Le tri par sélection ci-après est composé de deux boucles. Chaque boucle dépend de la taille (notée  $n$ ) du tableau à trier. La durée d'exécution dépend donc du facteur  $n \times n$ .

Le tri par sélection a une **complexité en temps** en  $O(n^2)$ .

```
1 def tri_selection(tab):
2     taille = len(tab)
3     for i in range(taille):
4         rang_mini = i
5         for j in range(i+1, taille):
6             if tab[j] < tab[rang_mini]:
7                 rang_mini = j
8         tab[i], tab[rang_mini] = tab[rang_mini], tab[i]
9     return tab
```

- Évoquer complexité en espace
- tri bulles/insertion : meilleur des cas =  $(n-1)$  comparaisons, linéaire. Pire des cas : tableau trié à l'envers, quadratique  $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$  comparaisons
- évoquer stabilité (insertion et bulles) ← on reverra en exo

■ **Activité 2 :** Déterminer la complexité en temps des algorithmes de tri à bulles et tri par insertion.

## 4 Comparaison des temps d'exécution

### 4.1 Contexte

Nous désirons comparer la durée d'exécution des trois fonctions de tri précédentes. Nous pouvons déjà remarquer que ces fonctions implémentent le même schéma, à savoir elles :

- acceptent une liste en entrée,
- renvoient la liste triée en sortie.

La bibliothèque *time* propose la fonction :

`time.time()` → float  
Renvoie le temps en secondes depuis *epoch* sous forme de nombre à virgule flottante.

Pour Unix, epoch est le 1er janvier 1970 à 00:00:00 (UTC : Universel Temps Coordonné).

## 4.2 Paradigme fonctionnel : une fonction est une donnée comme une autre

### Contexte historique

$\lambda$ -calcul de Church / machine de Turing = principe équivalent qui permet de montrer calculabilité (cherche à identifier la classe des fonctions qui peuvent être calculées à l'aide d'un algorithme)

Quand von Neumann décrit son architecture d'un ordinateur, un des plus grands bouleversements tient au fait que données et programmes sont stockés dans la mémoire : un programme peut être considéré comme une donnée.

Ocaml, Scheme. langages sans effet de bord = plus facile à maintenir.

Un des premiers principes du *paradigme fonctionnel* est de considérer une fonction comme une donnée. Elle peut donc être passée en variable à une autre fonction.

#### Activité 3 :

1. Implémenter une fonction **duree\_tri(fonction, tab : list) → float** qui mesure la durée que met *fonction* pour trier la liste *tab* et renvoie cette durée.
2. Tester la fonction **duree\_tri** avec une fonction de tri et la liste *tab*.

## 4.3 Paradigme fonctionnel : données immuables

### 4.3.1 Effet de bord

Une fonction est dite à *effet de bord* si elle modifie un état en dehors de son environnement local.

**Activité 4 :** Un enseignant a obtenu des résultats décevants au dernier devoir donné. Il veut tester différentes majorations.

```
1 notes = [7,12,8,5,19,10,7,6,1,15,13,8]
2
3 def majoration(bonus: int):
4     for i in range(len(notes)):
5         if notes[i] <= 8:
6             notes[i] += bonus
```

Que devient la liste *notes* après les deux appels suivants ?

```
1 majoration(2)
2 majoration(3)
```

### 4.3.2 Tuple

Afin de s'affranchir des effets de bord, la programmation fonctionnelle n'utilise que des données non mutables. En Python les *tuples* possèdent ces caractéristiques.

#### Activité 5 :

1. Construire (en compréhension) un tuple **tab\_immuable** de 1000 entiers compris entre 0 et 100.
2. Implémenter une fonction **duree\_tri\_fonctionnel(fonction, tab : tuple) → float** qui mesure la durée que met *fonction* pour trier *tab* et renvoie cette durée.

- pour tuple en compréhension, voir slides : il faut ajouter *tuple* sinon on crée un générateur
- `list(t)` convertit tuple `t` en liste

## 4.4 Évolution du temps d'exécution

À faire en devoir ?

Le module *pyplot* de la bibliothèque *matplotlib* permet de réaliser des représentations graphiques facilement. Il est commun de l'importer avec un alias :

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
```

Le site ci-après présente un rapide tutoriel permettant de tracer la courbe représentative d'une fonction :

[https://zestedesavoir.com/tutoriels/469/  
introduction-aux-graphiques-en-python-avec-matplotlib-pyplot/](https://zestedesavoir.com/tutoriels/469/introduction-aux-graphiques-en-python-avec-matplotlib-pyplot/)

<https://vu.fr/Pqyi>

### Activité 6 :

1. Réaliser une représentation graphique de la durée d'exécution d'un des tris étudiés, pour des tailles de listes variant de 10 à 5000 items. Il est conseillé d'utiliser au moins 10 listes pour avoir un résultat significatif.
2. La courbe obtenue confirme-t-elle les résultats du chapitre 3 ?