

Algorithmique III. L2 Informatique I41.

TD 8. Le tri fusion et le tri rapide¹

EXERCICE 1. On considère la liste $L = [3, 2, 1, 7, 5, 6, 9, 4, 8, 10, 3, 2, 8]$. Appliquez pas-à-pas l'algorithme du [tri fusion](#) à la liste L en décomposant chaque étape de séparation mais pas les fusionnements.

EXERCICE 2. Écrivez un algorithme $\text{Copier}(X, i, Y, j, n)$ qui copie $X[i+k]$ dans $Y[j+k]$ pour $k \in \llbracket 0, n-1 \rrbracket$. La copie doit s'arrêter si la fin de l'un ou l'autre des tableaux X ou Y a été atteinte. Faites la preuve d'arrêt et la preuve de correction partielle de votre algorithme.

EXERCICE 3. On veut écrire une version itérative du [tri fusion](#). On suppose que la longueur du tableau T à trier est toujours une puissance de 2 (quitte à compléter les cases surnuméraires avec une valeur constante supposée strictement supérieure aux n valeurs utiles). L'algorithme consiste à fusionner les paires de sous-tableaux successifs de taille 1, 2, 4, 8, etc. (voir l'exemple en [table 2](#)).

taille 1	$T[4, 1, 7, 2, 5, 6, 8, 3]$
taille 2	$T[1, 4, 2, 7, 5, 6, 3, 8]$
taille 4	$T[1, 2, 4, 7, 3, 5, 6, 8]$
tableau trié	$T[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]$

TABLE 1. Illustration du tri fusion itératif.

Écrivez l'algorithme $\text{TriFusionIt}(@T)$ qui trie itérativement le tableau T de longueur $n := 2^k$. On utilisera sans l'écrire une variation de l'algorithme de fusionnement $\text{Fusionner}(@T, i, j)$ qui fusionne les deux sous-tableaux adjacents $T[i : j-1]$ et $T[j : 2j - (i+1)]$ tous deux de taille $j-i$.

EXERCICE 4. On considère une liste L dont la structure de données associée L est une [liste chaînée](#), une liste est donc une *référence*, elle n'est que la clé pour accéder à l'objet référencé noté ici $L \gg$. Les expressions $L \gg \text{val}$ et $L \gg \text{suiv}$ désignent respectivement la valeur contenue dans la cellule en tête de la liste L et la sous-liste suivante. On note $[]$ la liste vide. Un *atome* désigne ici une liste A ne contenant qu'une cellule, i.e. telle que la liste suivante est vide.

(1) Écrivez un algorithme $\text{Separer}(@L)$ qui renvoie la liste constituée par les cellules en positions paires extraites de la liste L . À l'issue de l'exécution de l'algorithme, la liste L ne contient plus que les cellules en positions impaires. On utilise, sans le définir, l'algorithme $\text{InsTete}(@L, A)$ qui insère un atome A en tête de liste L , autrement dit $A \gg \text{suiv} \leftarrow L$ puis $L \leftarrow A$ (la liste retour contiendra donc les valeurs dans l'ordre inverse d'apparition).

(2) Quelle est la complexité en espace et en temps de cet algorithme ?

EXERCICE 5. (1) On considère la liste $L = [5, 2, 1, 7, 3, 6, 9, 5, 1, 4, 8, 6, 9]$. Appliquez pas-à-pas l'algorithme [Partitionner](#) (rappelé ci-dessous) à la liste L en décomposant chaque étape. L'indexation de la liste L commence en 1. Quelle est la valeur renvoyée par l'algorithme ?

(2) Étudiez le partitionnement des deux listes $[2, 1, 2, 4, 3]$ et $[2, 1, 2, 2, 3]$.

(3) Montrez qu'à la sortie de l'algorithme, après la boucle principale (07), on a toujours $j = i$ ou $j = i - 1$. Dans le premier cas uniquement si $L[j]$ égale la valeur du pivot. On admettra qu'après chaque échange (08) dans la boucle principale, la proposition suivante est satisfaite :

$$(i < j) \wedge (L[p:i] \leq x \leq L[j:r]). \quad (1)$$

L'algorithme 4 réalise le partitionnement.

Il utilise ici deux algorithmes auxiliaires **Reculer** et **Avancer** pour déplacer les deux sentinelles j et i le long de la liste (cf. Algo. 5).

1. Version du 5 avril 2024, 14 : 29

```

.....
ALGORITHME Partitionner(@L, p, r):entier
DONNÉES
  · L: liste de valeurs
  · p, r: entiers
VARIABLES
  · i, j, x: entiers
DEBUT
01> · x ← L[p]
02> · i ← p
03> · j ← r
04> · TQ (L[j] > x) FAIRE
05> · · j ← j - 1
06> · FTQ
07> · TQ (i < j) FAIRE
08> · · Echanger(L, i, j)
09> · · Reculer(L, x, j)
10> · · Avancer(L, x, i)
11> · FTQ
  · RENVOYER(j)
FIN

```

.....

ALGO. 1. Partitionnement d'une liste pour le tri rapide.

```

.....
ALGORITHME Reculer(L, x, @j)
DONNÉES
  · L: liste de valeurs
  · x: valeur
  · j: entier
DEBUT
  · j ← j - 1
  · TQ (L[j] > x) FAIRE
  · · j ← j - 1
  · FTQ
FIN
ALGORITHME Avancer(L, x, @i)
DONNÉES
  · L: liste de valeurs
  · x: valeur
  · j:entier
DEBUT
  · i ← i + 1
  · TQ (L[i] < x) FAIRE
  · · i ← i + 1
  · FTQ
FIN

```

.....

ALGO. 2. Déplacement des deux sentinelles.