



# Algorithmes de tri

Julien Noyer

2018-09-26

## Algorithme de trie *Organiser et trier des données*



Un **algorithme de tri** en informatique permet d'organiser une collection de données selon un ordre déterminé au préalable comme par *ordonner des entiers du plus grand au plus petit*. **Les algorithmes de tri** sont utilisés dans de très nombreuses situations et ils sont en particulier utiles à de nombreux algorithmes plus complexes comme certains *algorithmes de recherche* ou dans des *réseaux de neurones* informatiques. Ils peuvent également servir pour mettre en forme des données afin de les rendre plus lisibles pour l'utilisateur.

## Le tri à bulle



**FIGURE 1** – Tri à bulle : <https://www.youtube.com/watch?v=lyZQPjUT5B4>

**Le tri à bulle** consiste à parcourir le tableau en permutant toutes les paires d'éléments consécutifs non ordonnés. Après le premier parcours, le plus grand élément se retrouve dans la dernière case du tableau, il reste donc à appliquer la même procédure sur les autres données en passant les plus grandes données vers la droite.

Tableau au début [12, 0, 7, 29, 3]

[0, 12, 7, 29, 3]

[0, 7, 12, 29, 3]

[0, 7, 12, 3, 29]

[0, 7, 3, 12, 29]

Tableau à la fin [0, 3, 7, 12, 29]

Cette algorithmes de tri est très simple à comprendre, on peut voir son fonctionnement qui permet de faire « descendre » le plus petit chiffre vers la gauche. Nous allons voir à présent comment écrire cette algorithmes en pseudo code.

**Pseudo-code**

```
ALGO bubbleSorting
  data: ARRAY<NUMBER>
  dataSize: NUMBER
  sorted: BOOLEAN
  i: NUMBER
  tmp: NUMBER

START
  FUNCTION sort(data)
    dataSize <- data.LENGTH
    sorted <- False

    START
      WHILE sorted == False
        sorted <- True

        FOR i FROM 0 TO dataSize [ i <- i + 1 ]
          IF data[i] > data[i + 1] THEN
            tmp <- data[i + 1]
            data[i + 1] <- data[i]
            data[i] <- tmp
            sorted <- False
          END IF
        END FOR

        dataSize <- dataSize - 1
      END WHILE
    END FUNCTION

END ALGO
```

- 
- Estimez-vous cette algorithme rapide ? Très rapide ?
  - Cette algorithme est-il efficace sur des grandes collections de données ?
  - Pourquoi prendre la dance pour illustrer un algorithme ?
-

## Complexité

Dans ce calcul nous recherchons une valeur pour le traitement de l'algorithme de **tri à bulle** en considérant qu'une action élémentaire vaut 1.

Début de la fonction :

- `dataSize <- data.LENGTH = 1`
- `sorted <- False = 1`
- `sorted <- True = 1`
- **Total: 3**

Boucle :

- `i FROM 0 TO dataSize = 2`
- `i + 1 = 1`
- `data[i] > data[i + 1] = 2`
- `tmp <- data[i + 1] = 2`
- `data[i + 1] <- data[i] = 2`
- `data[i] <- tmp = 1`
- `sorted <- False = 1`
- `dataSize <- dataSize - 1 = 2`
- **Total = 13 x dataSize**

Nous pouvons à présent calculer une valeur pour le traitement du tableau suivant :

[6, 1, 12, 0, 25, 7, 29, 3, 45]

- Formule :  **$Val(n) = 13n + 3$**
- Résultat :  $81 \times 18 + 3 = \mathbf{120}$

## Le tri par selection



**FIGURE 2** – Tri à bulle : <https://www.youtube.com/watch?v=Ns4TPTC8whw>

**Le tri par sélection** consiste à trouver dans le tableau le numéro de l'élément le plus petit, c'est-à-dire l'entier minminimum. Une fois ce numéro trouvé, les éléments sont échangés, cet échange nécessite, puis la même procédure est appliquée sur la suite d'éléments.

### Pseudo-code

```
ALGO selectSorting
  data: ARRAY<NUMBER>
  dataSize: NUMBER
  sorted: BOOLEAN
  i: NUMBER
  j: NUMBER
  tmp: NUMBER

START
  FUNCTION sort(data)
    dataSize <- data.LENGTH
    sorted <- False
```

```
START
  FOR i FROM 0 TO dataSize [ i <- i + 1 ]
    FOR j FROM i + 1 TO dataSize [ j <- j + 1 ]
      IF data[j] < data[i] THEN
        tmp <- data[i]
        data[i] <- data[j]
        data[j] <- tmp
      END IF
    END FOR
  END FOR
END FUNCTION
END ALGO
```

- 
- Cette algorithme vous semble-t-til plus efficace que le premier ?
  - Quelle est votre niveau de compréhension sur le pseudo-code ci-dessus ?
- 

## Complexité

Dans ce calcul nous recherchons une valeur pour le traitement de l'algorithme de **tri par sélection** en considérant qu'une action élémentaire vaut 1.

Début de la fonction :

- dataSize <- data.LENGTH = 1
- sorted <- False = 1
- **Total:** 3

Boucle i :

- i FROM 0 TO dataSize = 2
- i + 1 = 1
- **Total** = 2 x dataSize

Boucle j :

- j FROM i + 1 TO dataSize = 3
- j + 1 = 1
- data[j] < data[i] = 1

- `tmp <- data[i] = 1`
- `data[i] <- data[j] = 1`
- `data[j] <- tmp = 1`
- **Total** = 8 x dataSize

Nous pouvons à présent calculer une valeur pour traitement du tableau suivant :

[6, 1, 12, 0, 25, 7, 29, 3, 45]

- Formule : **Val(n) = 8n x 2n + 3**
- Résultat : 81 x 18 + 3 = **1 461**

## Le tri par insertion



**FIGURE 3** – Tri à bulle : <https://www.youtube.com/watch?v=ROaIU379l3U>

**Le tri par insertion** est très différent de la méthode de tri par sélection et s'apparente à celle utilisée pour trier ses cartes dans un jeu : on prend une carte, puis la deuxième que l'on place en fonction de la première, ensuite la troisième que l'on insère à sa place en fonction des deux premières et ainsi de suite. Le principe général est donc de considérer que les premières cartes sont triées et de placer les suivantes à leur place parmi les cartes déjà tirées.



## Pseudo-code

```
ALGO insertSorting
  data: ARRAY<NUMBER>
  dataSize: NUMBER
  i: NUMBER
  j: NUMBER
  tmp: NUMBER

START
  FUNCTION sort(data)
    dataSize <- data.LENGTH

    START
      FOR i FROM 0 TO dataSize [ i <- i + 1 ]
        tmp <- data[i]
        j <- i - 1

        WHILE temp < data[j] && j >= 0 THEN
          data[i] <- data[j + 1]
          j <- j - 1
        END WHILE

        data[j + 1] <- tmp
      END FOR
    END FUNCTION
  END ALGO
```

- 
- Cette algorithmme vous semble-t-til être le plus efficace ?
  - Serait-il possible d'associer cette algorithmme à un des deux autres ?
- 

## Complexité

Dans ce calcul nous recherchons une valeur pour le traitement de l'algorithme de **tri par insertion** en considérant qu'une action élémentaire vaut 1.

Début de la fonction :

- `dataSize <- data.LENGTH = 1`
- **Total:** 1

Boucle :

- `i FROM 0 TO dataSize = 2`
- `i + 1 = 1`
- `tmp <- data[i] = 1`
- `j <- i - 1 = 1`
- `data[j + 1] <- tmp = 1`
- **Total** = 8 x dataSize

While :

- `temp < data[j] && j >= 0 = 3`
- `data[i] <- data[j + 1] = 2`
- `j <- j - 1 = 2`
- **Total** = 7 x dataSize

Nous pouvons à présent calculer une valeur pour traitement du tableau suivnat :

[6, 1, 12, 0, 25, 7, 29, 3, 45]

- Formule :  **$Val(n) = 7n \times 8n + 1$**
  - Résultat :  $63 \times 81 + 1 = \mathbf{5\ 014}$
-

## Le tri en fusion



**FIGURE 4** – Tri fusion : [https://www.youtube.com/watch?v=XaqR3G\\_NVoo](https://www.youtube.com/watch?v=XaqR3G_NVoo)

**Le tri en fusion** applique le principe de « diviser pour régner ». En effet, étant données deux collections de données triées et la longueur des collections, il est très facile d'obtenir une troisième collection de données triées de longueur égale à la taille des deux premières collections, par « interclassement » ou fusion des deux précédentes collections.

## Pseudo-code

```
ALGO insertSorting
  data: ARRAY<NUMBER>
  dataSize: NUMBER
  rightData: ARRAY<NUMBER>
  leftData: ARRAY<NUMBER>
  fusionedArray: ARRAY<NUMBER>
  result: ARRAY<NUMBER>
  middle: NUMBER
  sorted: NUMBER
```

START

```
FUNCTION bubbleSort(data)
  dataSize <- data.LENGTH
  sorted <- False

START
  WHILE sorted == False
    sorted <- True

    FOR i FROM 0 TO dataSize [ i <- i + 1 ]
      IF data[i] > data[i + 1] THEN
        tmp <- data[i + 1]
        data[i + 1] <- data[i]
        data[i] <- tmp
        sorted <- False
      END IF
    END FOR

    dataSize <- dataSize - 1
  END WHILE

  RETURN data
END FUNCTION

FUNCTION fusionSort(data)
  middle <- data.LENGTH / 2

  leftData <- FROM data[middle + 1] TO data.LENGTH - 1
  rightData <- FROM data[0] TO data[middle]

  leftArray <- bubbleSort(leftData)
  rightArray <- bubbleSort(rightData)

  fusionedArray <- leftArray + rightArray

  RETURN bubbleSort(fusionedArray)
END FUNCTION
END ALGO
```

- 
- Quel est l'intérêt de cumuler plusieurs algorithmes de tri ?
  - Cette méthode est-elle plus ou moins efficace que les autres ?
  - Que se passe-t-il pour un tableau de 2 données ?
- 

## Complexité

Dans ce calcul nous recherchons une valeur pour le traitement de l'algorithme de **tri en fusion** en considérant qu'une action élémentaire vaut 1.

Trie à bulle :

- **$Val(n) = 13n + 3$**

Trie en fusion :

- `middle <- data.LENGTH / 2 = 2`
- `leftData <- FROM data[middle + 1] TO data.LENGTH - 1 = 3`
- `rightData <- FROM data[0] TO data[middle] = 1`
- `leftArray <- bubbleSort(leftData) = 1`
- `rightArray <- bubbleSort(rightData) = 1`
- `fusedArray <- leftArray + rightArray = 2`
- **Total** = 10 x dataSize

Nous pouvons à présent calculer une valeur pour traitement du tableau suivant :

[6, 1, 12, 0, 25, 7, 29, 3, 45]

- Formule :  **$Val(n) = 10n + (13n + 3)$**
  - Résultat :  $63 \times 81 + 1 = \mathbf{210}$
- 

## Conclusion

Nous venons de voir à travers 3 algorithmes de tri comment il est possible d'**organiser des informations en définissant des étapes logiques** pour y arriver. Comme nous l'avons vu plusieurs algorithmes peuvent résoudre un même problème, vous pouvez à présent **tester vos connaissances** avec les exercices suivants et aller plus loin dans votre découverte des algorithmes de tri avec les ressources ci-après.

## Exercices

Les énoncés qui vont suivre définissent la problématique à résoudre et le résultat attendu. Pour chaque exercice vous devez réaliser le pseudo-code, le calcul de la complexité et un script Javascript réalisant l'algorithme.

- **Ecrire un algorithme pour savoir si les nombres d'un tableau sont pair ou non.**
- Entrée = [65, 2, 87, 30, 16, 5, 14, 67, 56, 8]
- Sortie = [65 != pair, 2 = pair, ...]
- **Ecrire un algorithme qui permet de calculer la moyenne des chiffres d'un tableau.**
- Entrée = [65, 2, 87, 30, 16, 5, 14, 67, 56, 8]
- Sortie = Moyenne 35 - Plus petit = 2, Plus grand = 87
- **Ecrire un algorithme qui permet d'additionner les chiffres d'un nombre.**
- Entrée = 123456789
- Sortie = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45

## Ressources

- [Wikipedia : Algorithme de tri](#)
- [Introduction aux algorithmes de tri][<https://interstices.info/les-algorithmes-de-tri/>]
- [Sorting.at](#)
- [Algorithmes de tri visualisés en danses folkloriques](#)
- [Algorithme de tri en Javascript](#)