IV. Algorithmique avancée

C’est à dire ?

En cumulant les bases de l’algorithmique, on peut créer des algorithmes complexes.

Notion de complexité

En informatique, pour un même problème et avec les mêmes paramètres, on peut arriver au même résultat avec différents algorithmes.

La différence entre ces différents algorithmes se trouvera dans les ressources utilisés, essentiellement le temps d'exécution et la mémoire utilisé.

Notion de complexité

Type de complexité en temps

Type	Temps
Constante	$O(1)$ *
Linéaire	$O(n)$
Quadratique	$O(n^2)$
Cubique	$O(n^3)$
Factorielle	$O(n!)$
Logarithmique	$O(\log(n))$
Exponentielle	$2o(n)$** ou $2^{O(n)}$
...	...

* O : Grand O (Grand Omicron) de (Edmund) Landau

** o : Petit o

Notion de complexité

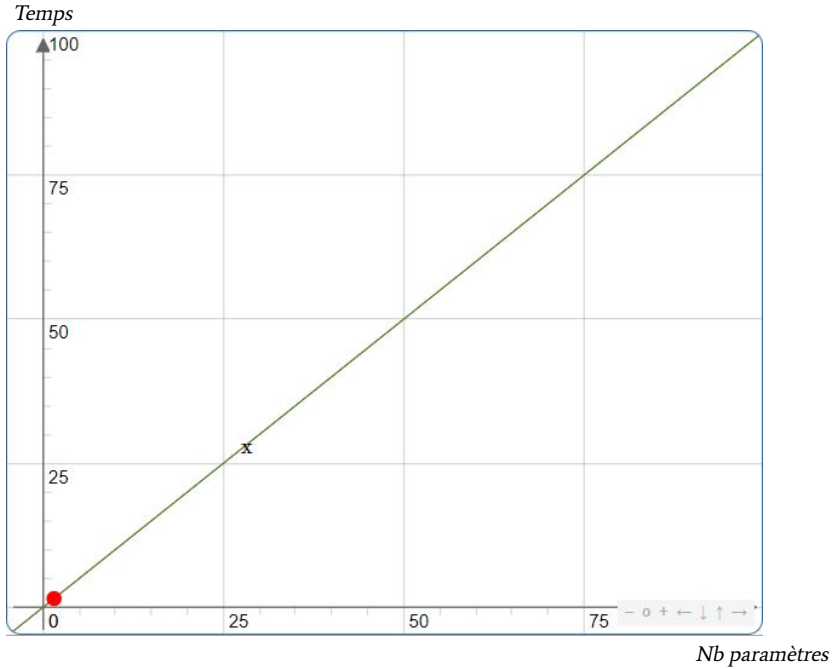
Représentation graphique sur le temps

Complexité constante

Notion de complexité

Représentation graphique

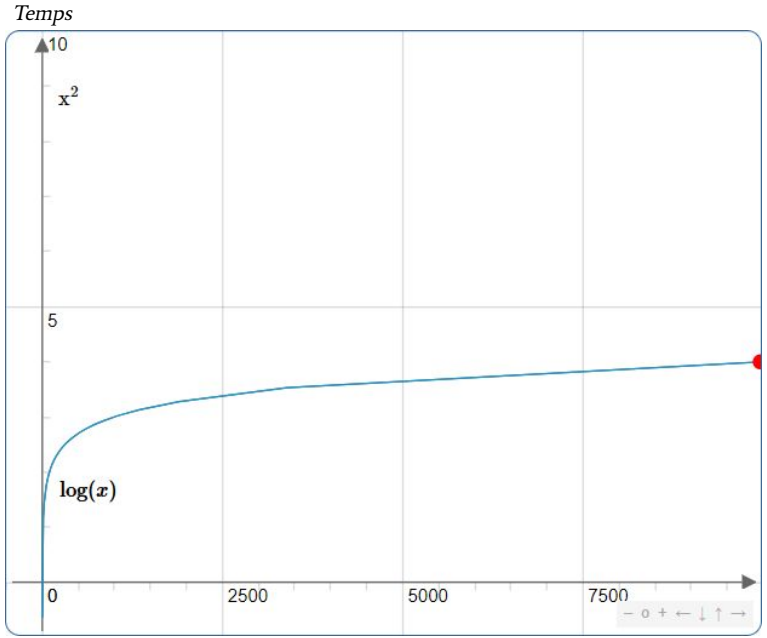
Complexité linéaire



Notion de complexité

Représentation graphique

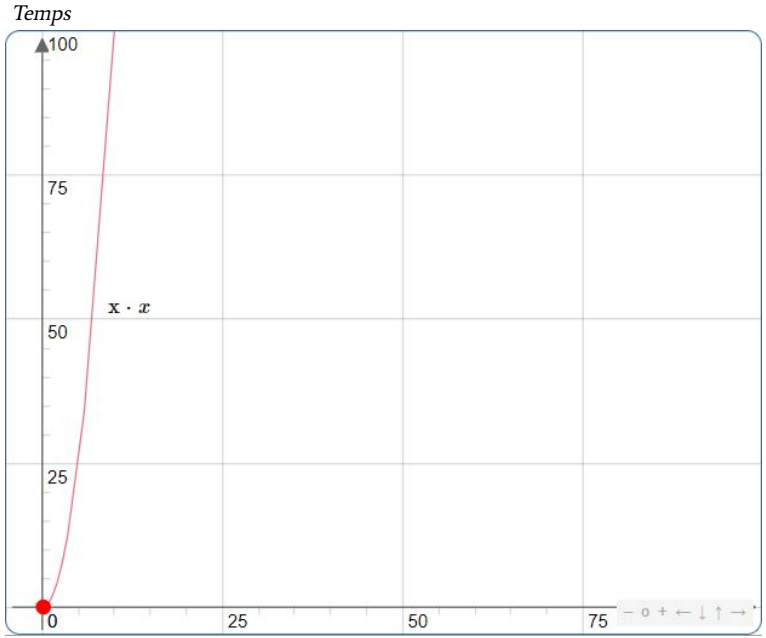
Complexité logarithmique



Notion de complexité

Représentation graphique

Complexité quadratique



Notion de complexité

Les cas

Cas optimal : Temps de calcul minimum lorsque les paramètres sont optimaux.
Exemple : Un tableau déjà trié pour un algorithme de tri

Cas moyen : Temps de calcul moyen avec des paramètres normaux.
Exemple : Paramètres non traité ou aléatoire

Pire des cas : Temps de calcul maximum lorsque les paramètres sont le moins adapté à l'algorithme.
Exemple : Un algorithme de tri doit trier un tableau déjà trié en ordre inverse, donc passage sur tous les éléments.

Notion de complexité

Termes

Brute force : Essai de toute les combinaisons possibles.

Optimiser : Donner à quelque chose le rendement optimal en créant les conditions les plus favorables ou en en tirant le meilleur parti possible.

Les tris (Sort)

Principes

Définition

Un algorithme de tri est un algorithme qui permet d'organiser une collection d'objets selon une relation d'ordre déterminée.

Chaque algorithmes est adapté à des situations plus qu'à d'autres : tri d'entier, tri de chaîne de caractères, tri sur des graphes, tri sur des arbres, contraintes de temps ou de mémoire, ...

Les tris (Sort)

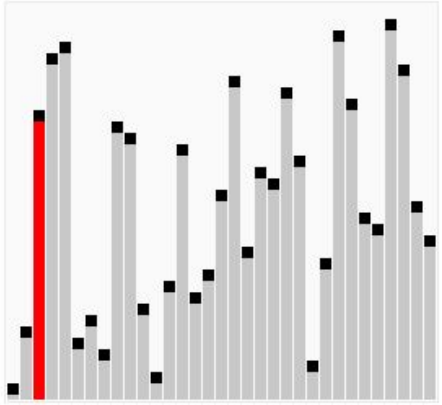
Algorithmes les plus utilisés

Nom
Tri rapide
Tri fusion
Tri à bulles
Tri par sélection
Tri par insertion
Tri par tas
Tri arborescent
...

Les tris (Sort)

Comparaison d'algorithme

Tri à Bulle (Bubblesort)



Principe

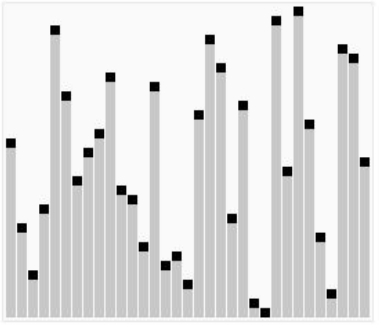
Fait remonter les éléments les plus grand vers le haut.

Cas optimal	Cas moyen	Pire des cas
n	n^2	n^2

Les tris (Sort)

Comparaison d'algorithme

Tri rapide (Quicksort)



Principe

On place un pivot au centre, puis on permute une première fois les éléments les plus grand d'un côté et les plus petit de l'autre.
On répète l'opération de manière récursive à gauche et à droite.

Cas optimal	Cas moyen	Pire des cas
n log n	n log n	n^2

Les tris (Sort)

Comparaison globale

Exercices

Créer un algorithme de tri naïf qui recherche l'élément le plus petit d'un tableau et le copiera dans un autre tableau de taille similaire puis recherchera l'élément plus grand suivant et le copiera à la suite du second tableau et ainsi de suite :

- Ecrire une fonction sortAsc() qui prend un paramètre un tableau de nombres désordonné et renvoi un tableau ordonné dans l'ordre croissant.

- Ecrire une fonction sortDesc() qui prend un paramètre un tableau de nombres désordonné et renvoi un tableau ordonné dans l'ordre décroissant.

A faire sans la méthode sort()!

Exercices

- Ecrire la fonction bubbleSort() qui prend en paramètre un tableau et le renvoi trié avec l'algorithme du tri à bulles.

```
# Pseudo-Code du Tri à Bulles
Tableau T en numérique
Début
    Pour i ← (taille de T)-1 à 1
        Pour j ← 0 à i-1
            Si T[j+1] < T[j] Alors
                Variable tmp ← T[j+1]
                T[j+1] ← T[j]
                T[j] ← tmp
            Fin Si
        Fin Pour
    Fin Pour
Fin
```

Exercices

- Ecrire la fonction insertionSort() qui prend en paramètre un tableau et le renvoi trié avec l'algorithme du tri par insertion.

```
# Pseudo-Code du Tri par Insertion
Variable n en numérique
Tableau T en numérique
Début
    Pour i de 1 à n - 1
        x ← T[i]
        j ← i
        Tant Que j > 0 et T[j - 1] > x
            T[j] ← T[j - 1]
            j ← j - 1
        Fin Tant Que
        T[j] ← x
    Fin Pour
Fin
```

Les files (Queue)

Principes

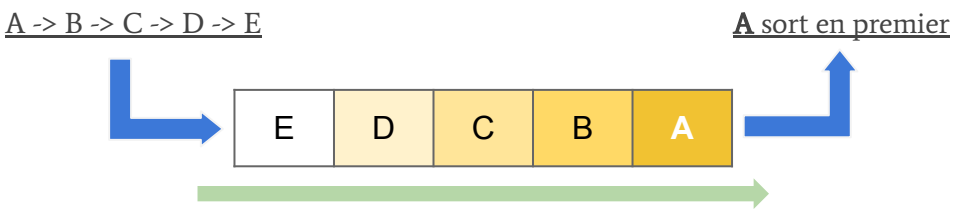
First In, First Out (FIFO)*

*FIFO équivaut aussi à LILO

Les files (Queue)

Principes

First In, First Out (FIFO)



Les files (Queue)

Exemples d'utilisation

File d'attente de données à traiter :

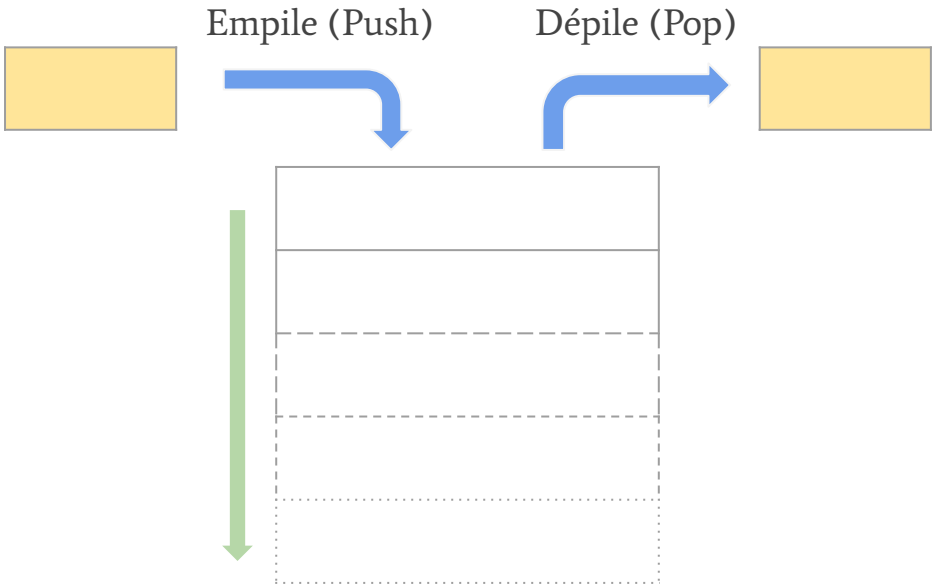
- Traitement bancaire
- Envoie de messages

File d'attente de personnes :

- Guichet
- Restaurant
- Serveur de jeux

Les piles (Stack)

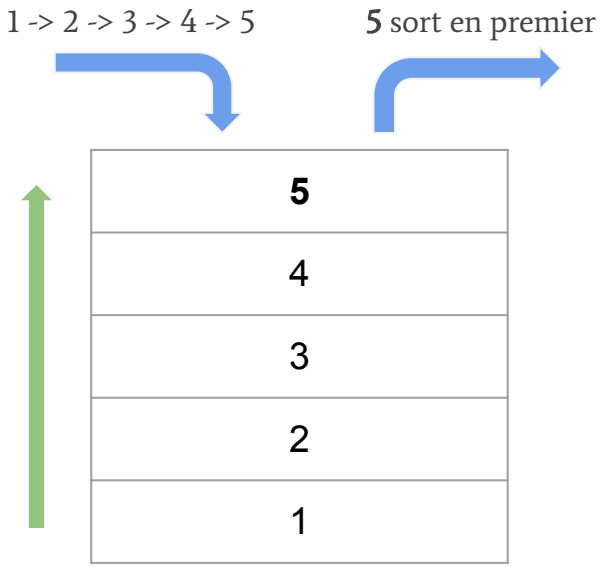
Last In, First Out (LIFO)



*LIFO équivaut ici à FILO

Les piles (Stack)

Last In, First Out (LIFO)*



Les piles (Stack)

Exemples d'utilisation

Gestion de stock

Paquet de cartes

Les files et les piles

Différences

Files

- Une file utilise le principe de FIFO
- Les éléments sont ajoutés et retirés des 2 extrémités
- Les opérations sont appelés “Enfilé” et “Défilé”
- Les files sont visualisés horizontalement

Piles

- Une pile utilise le principe de LIFO
- Les éléments sont ajoutés et retirés sur une extrémité
- Les opérations sont appelés “Empiler” et “Dépiler”
- Les piles sont visualisés verticalement

Exercices - File

Simuler une file d'attente téléphonique

- Créer une fonction addClient() qui prend en paramètre un tableau 'queue' et un une chaîne de caractère qui correspond au nom du client, ajoute ce client à la fin du tableau, et renvoi le tableau.
- Créer une fonction takeCall() qui prend en paramètre un tableau 'queue', renvoi le premier client et le supprime du tableau. Renvoi null si la file est vide.
- Créer une fonction printWaitingCall() qui affiche la liste d'attente.

Exercices - Pile

Simuler un caddie en magasin pour une livraison

- Créer une fonction pushToCart() qui prend en paramètre un tableau ‘cart’ et un une chaîne de caractère qui correspond au nom d’un article, ajoute cet article à la fin du tableau, et renvoi le tableau.

- Créer une fonction popFromCart() qui prend en paramètre un tableau ‘cart’, renvoi le dernier article et le supprime du tableau. Renvoi null si le tableau est vide.

Quizz: Les files

- Quel principe utilise les files ?
- Comment s’appelle une file en anglais ?
- Comment s'appellent les opérations(actions) sur les files ?

Quizz: Les piles

- Quel principe utilise les piles ?
- Comment s’appelle une pile en anglais ?
- Comment s'appellent les opérations sur les piles ?

V. Algorithmique complexe

Les graphes

Principes

Définition

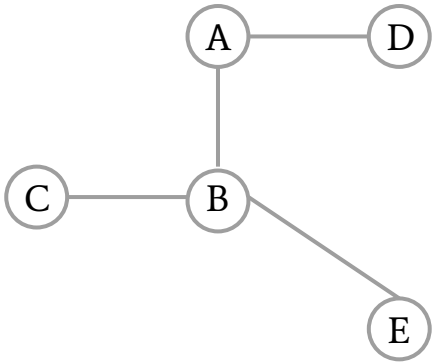
Les objets mathématique appelé graphes apparaissent dans de nombreux domaines comme les mathématiques, la biologie, la sociologie, pour modéliser entre autres les relations binaires entre éléments d'un ensemble fini.

Géométriquement un graphe se présente comme un ensemble fini de points appelés "sommets" qui peuvent être éventuellement relié par des segments appelés les "arêtes".

Les graphes

Principes

Constitution



X Sommet

Arête

Les graphes

Principes

Vocabulaire

Acyclique : Ne contient aucun cycle.

Connexe : Un graphe non orienté est connexe s'il y a une chaîne entre n'importe quelle paire de sommets distincts du graphe.

Graphe Simple : Une graphe qui ne contient aucune boucle ni 2 arêtes entre 2 sommets

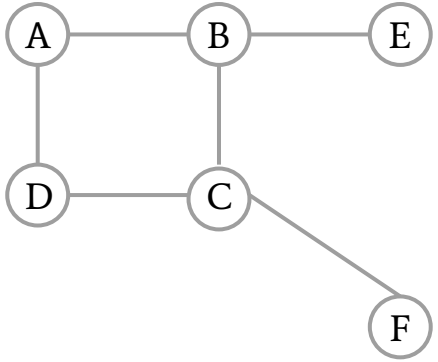
Ordre d'un graphe: Somme des sommets d'un graphe.

Voisinage : Le voisinage d'un sommet représente ses sommets adjacent.

Les graphes

Principes

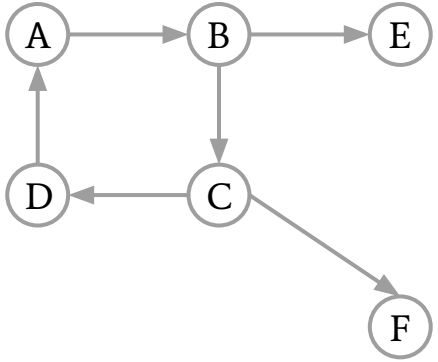
Graphe simple non orienté



Les graphes

Principes

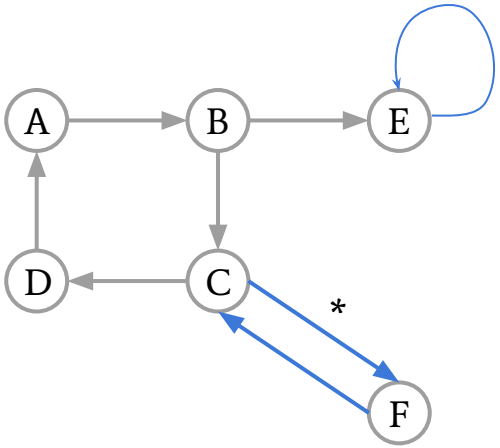
Graphe simple orienté



Les graphes

Principes

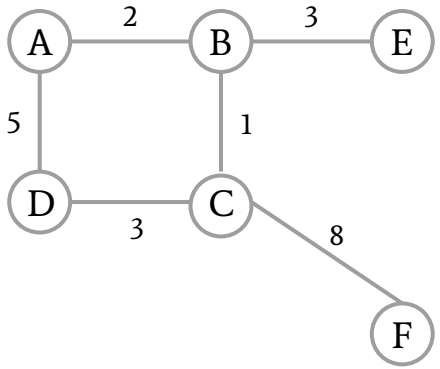
Graphe orienté



Les graphes

Principes

Graphe pondéré



Les graphes

Quelques algorithmes connus

Algorithmes de plus courts chemins (PCC)

A* (A étoile / A star)
Dijkstra
Bellman-Ford

Algorithmes pour les flots maximums

Ford-Fulkerson

Les graphes

Exemple d’utilisation

Cartographie

Réseaux informatique

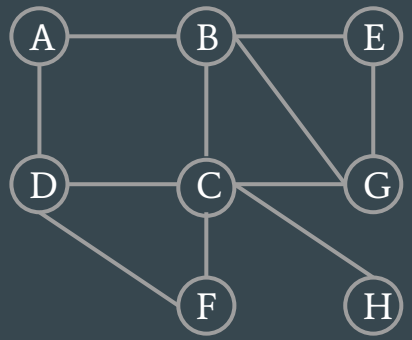
Télécommunications

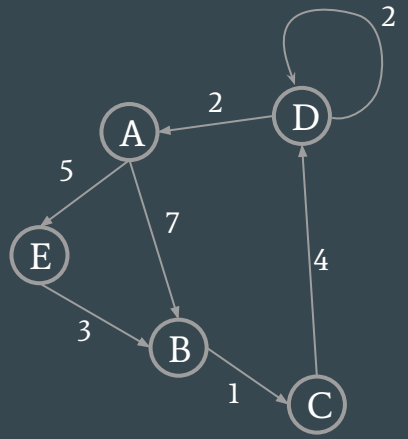
3D

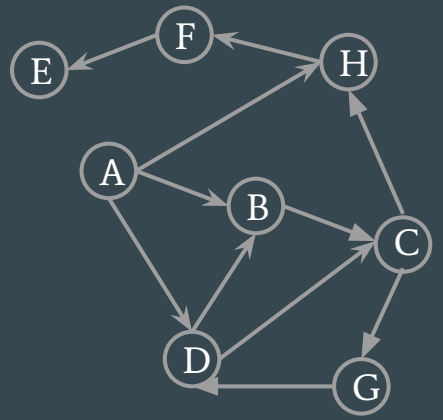
Pathfinding d’un jeuxvideo

Exercices

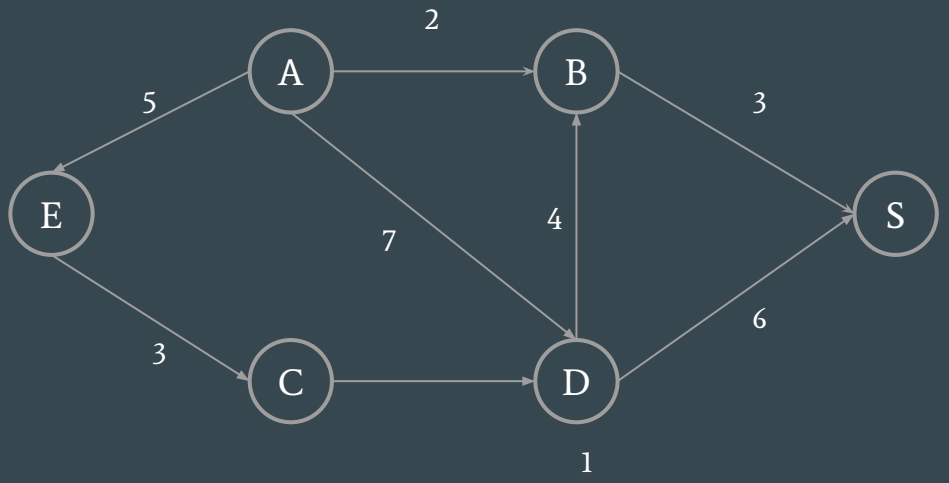
- Donner les caractéristique (Ordre, nombres d'arêtes, simple, orienté, pondéré) des graphes suivants :







Ford-Fulkerson



Les arbres (Tree)

Principes

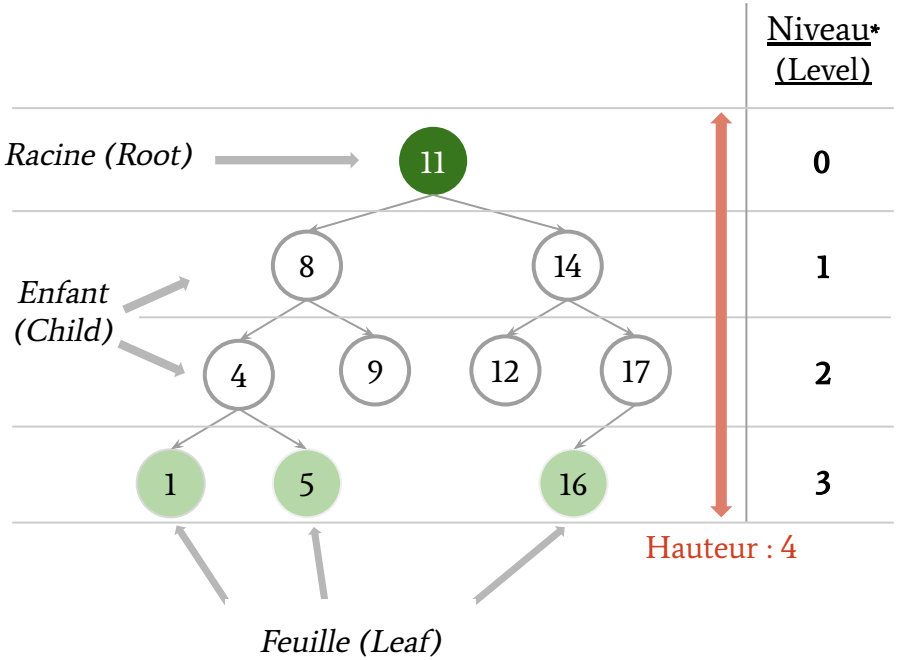
Définition

Les arbres, appelé **arbre binaire**, sont des cas particuliers de graphes non orientés connexes et acycliques, donc contenant des sommets et des arcs.

Les arbres (Tree)

Principes

Constitution



*Niveau: aussi appelé Profondeur

Les arbres (Tree)

Principes

Vocabulaire

Arbre binaire : Un arbre avec une racine dans lequel chaque nœud a au plus deux fils.

Arité : Nombre d'enfants d'un arbre

Arc : Une arête orienté

Degré :

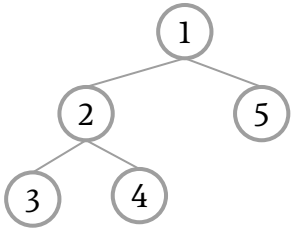
Noeud : Sommet d'un arbre

Taille : Nombres de noeud qui compose un arbre

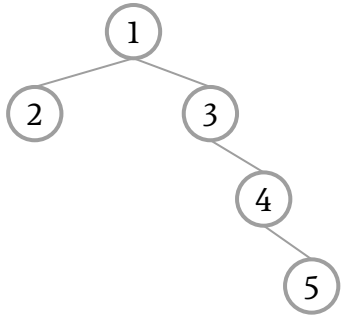
Les arbres (Tree)

Principes

Equilibré
(Balanced)



Non équilibré
(Unbalanced)

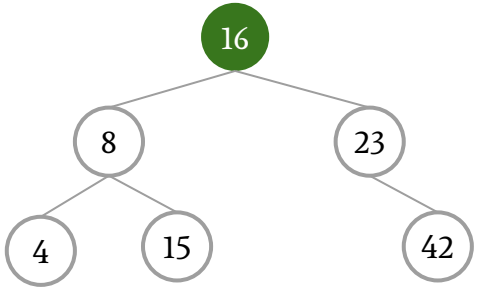


Un arbre équilibré est un arbre qui maintient une profondeur équilibrée entre ses branches. (maximum + ou - 1 niveau).

Les arbres (Tree)

Parcours d'un arbre

Parcours Infixe (Inorder)



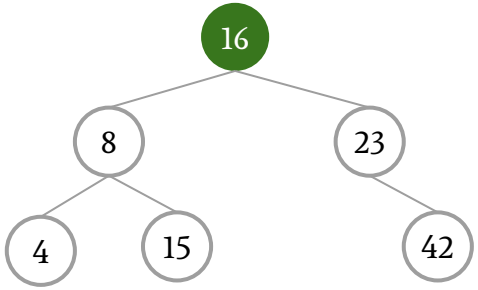
On prend la partie **Gauche**, puis la **Racine**, puis la partie **Droite. (G, R, D)**

Résultat : 4 - 8 - 15 - 16 - 23 - 42

Les arbres (Tree)

Parcours d'un arbre

Parcours Préfixe (Preorder)



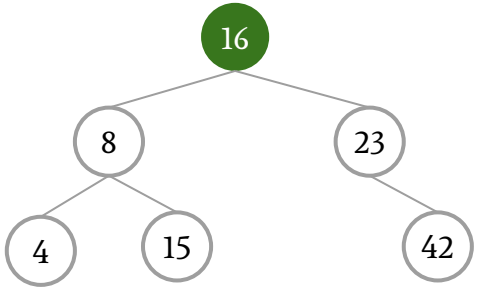
On prend la **Racine**, puis la partie **Gauche**, puis la partie **Droite. (R, G, D)**

Résultat : 16 - 8 - 4 - 15 - 23 - 42

Les arbres (Tree)

Parcours d'un arbre

Parcours Postfixe (Postorder)



On prend la partie **Gauche**, puis la partie **Droite**, puis la **Racine**. **(G, D, R)**

Résultat : 4 - 15 - 8 - 42 - 23 - 16

Les arbres (Tree)

Exemple d’utilisation

Dictionnaire

Systèmes de fichiers (Ex: NTFS)

Recherche d’élément

Les graphes et les arbres

Différences

Graphes

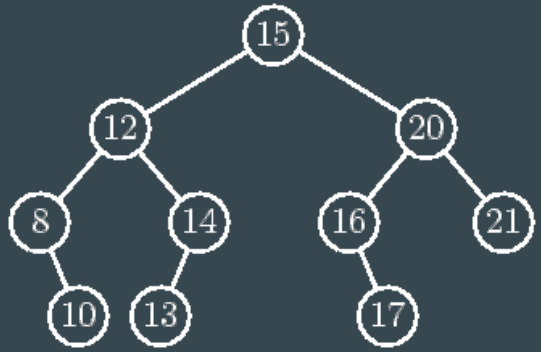
- Un graphe ne contient pas de racine
- Un graphe peut contenir des boucles

Arbres

- Un arbre a toujours une racine
- Un arbre ne contient pas de boucle

Exercices

- Donner les parcours Préfixe, Infixe et Suffixe et la hauteur et s'ils sont équilibré ou non des arbres suivants :

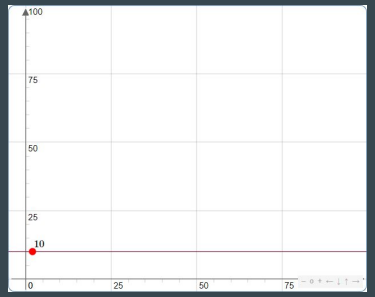


Quizz

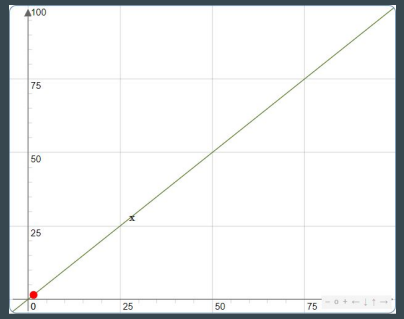
- Est-ce qu'un arbre est un graphe ?
- Est-ce qu'un graphe est un arbre ?
- Comment s'appelle l'extrémité d'un arbre ?
- Qu'est-ce qu'un arbre balancé ?
- Quel est l'ordre d'un parcours Postfixe ?

VI. QCM : Algorithmique avancée

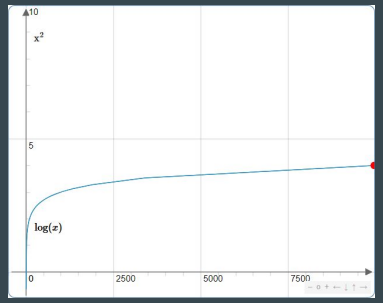
Aide : Complexité en temps



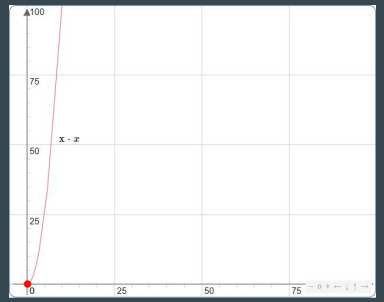
Très bon (Si valeur basse)
⇒ O(1)



Moyen-Bon
⇒ O(n)



Très bon ⇒ O(log(n))



Mauvais ⇒ O(n²)