# Structures de données linéaires

## Tableaux, vecteurs, listes chaînées

Training beOI


22 octobre 2022

# Table des matières

# Tableau

```
1 #define MAX_N 10000
2 int tab[MAX_N];
3
4 int main() {
5     tab[1234] = 100;
6     tab[1234]; // 100
7     tab[5678]; // 0
8 }
```

- Taille fixée à la compilation
- Accès à un élément arbitraire : $\mathcal{O}(1)$
- Astuce : en-dehors d'une fonction, initialisé à zéro

# Bitset

C++ : `bitset`

Java : `BitSet`

```
1 bitset<MAX_N> tab; // bool tab[MAX_N];
2 tab[1234] = true;
3
4 bitset<4> b1(string("1100")),
5           b2(string("0101"));
6 b1 | b2; // 1101
7 b1 & b2; // 0100
8 b1 >> 1; // 0110
```

- Comme un tableau de booléens
- 8x plus compact
- Opérations bit-à-bit 64x plus rapides
- Voir manuel pour la liste des opérations

# Tableau dynamique : fonctionnement

Si plus de place, multiplier par 2


Capacité = 2



Capacité = 4



Capacité = 8

# Tableau dynamique : en pratique

C++ : `vector`

Java : `ArrayList<E>`

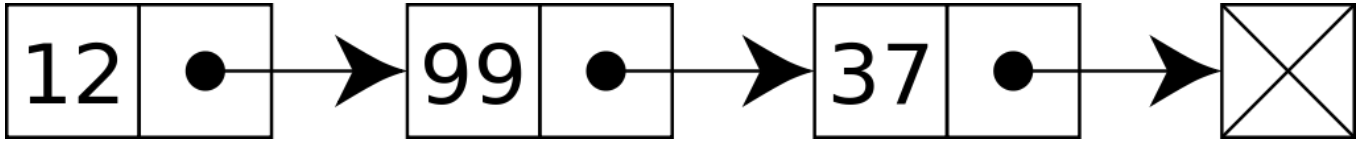
```
1 vector<int> vec(8, -1); // initialize to -1
2 vec[5] += vec[2];       // -2
3 vec.push_back(5);
4 vec.push_back(19);
5 vec.pop_back();
6 vec.back();             // 5
```

- Taille augmente et diminue
- Accès à un élément arbitraire : $\mathcal{O}(1)$
- Ajout/suppression d'un élément **à la fin** : $\mathcal{O}(1)$
- Ajout/suppression autre part : $\mathcal{O}(n)$

# Table des matières

# Liste chaînée : concept

Des nœuds reliés par des liens (pointeurs)

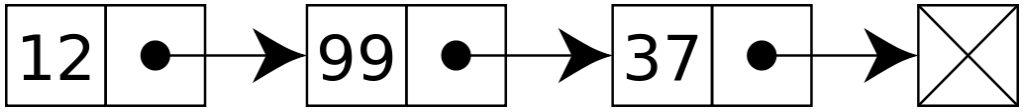



- Chaque nœud sait où est le prochain
- Les nœuds ne sont plus côte à côte

```
1 struct Node {
2     int value;
3     Node *next; // link (pointer)
4 };
```

# Liste chaînée : parcours

Commencer au premier nœud et suivre les liens

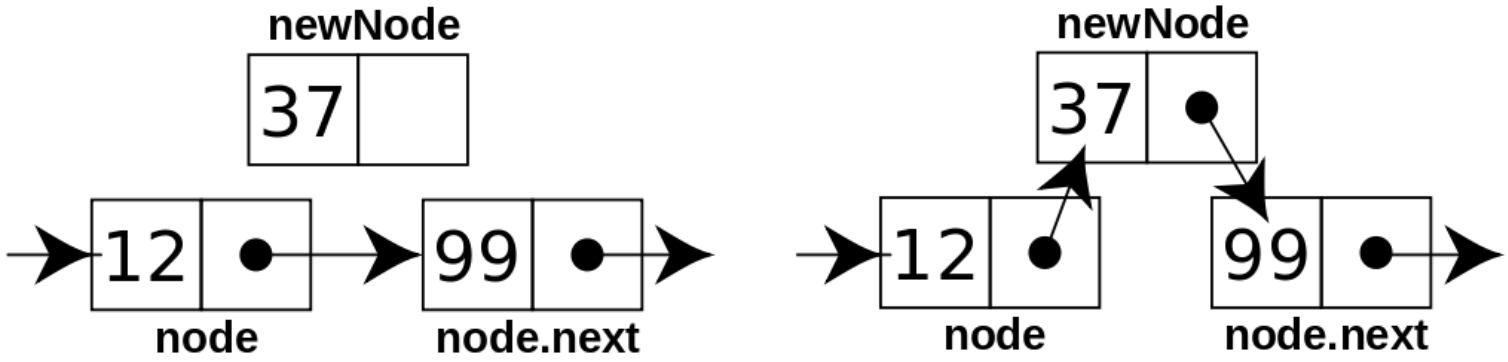



Dans le dernier nœud le lien vaut NULL :

```
1 Node *cur = start;    // always keep the first node!
2 while (cur != NULL) {
3     cur->value;       // access value
4     cur = cur->next; // switch pointer to next
5 }
```

# Liste chaînée : ajout

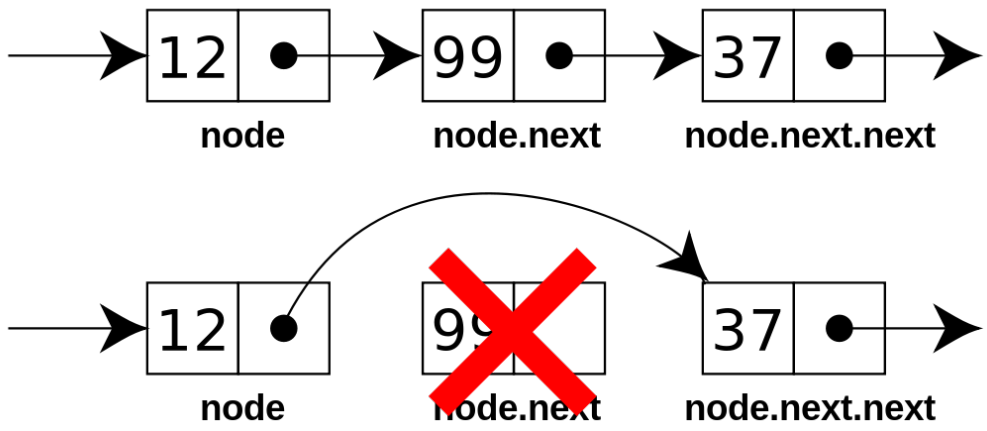
Seulement deux liens à changer




```
1 void insertAfter(Node *node, Node *new_node) {
2     new_node->next = node->next;
3     node->next = new_node;
4 }
```

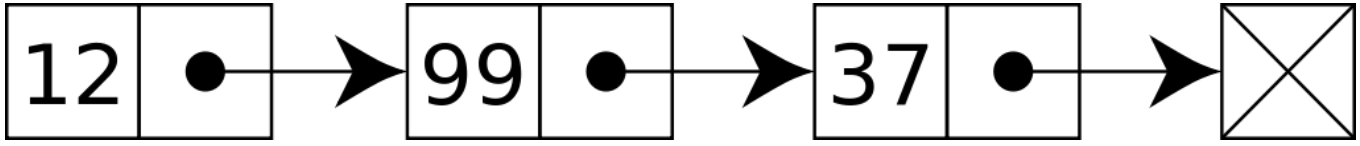
# Liste chaînée : suppression

Changer le lien et supprimer




```
1 void removeAfter(Node *node) {
2     Node *toRemove = node->next;
3     node->next = node->next->next; // bypass
4     delete toRemove;
5 }
```

# Liste chaînée : limitations




Avec une liste (simplement) chaînée :

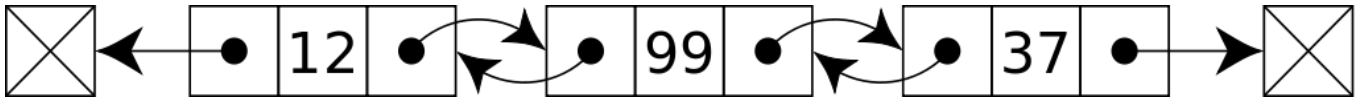
- Ajout/suppression au début : $\mathcal{O}(1)$
- Ajout/suppression à une position **donnée** : $\mathcal{O}(1)$

Si on retient la fin aussi :

- Ajout à la fin : $\mathcal{O}(1)$
- Suppression à la fin : pas possible, $\mathcal{O}(n)$

# Liste doublement chaînée

Des liens dans les deux sens !




- Parcours dans les deux sens
- Suppression à la fin en $\mathcal{O}(1)$
- Un peu plus lourd

```
1 struct Node {
2     int value;
3     Node *prev, *next; // two pointers
4 };
```

# Listes chaînée : en pratique

C++ : `list`

Java : `LinkedList<E>`

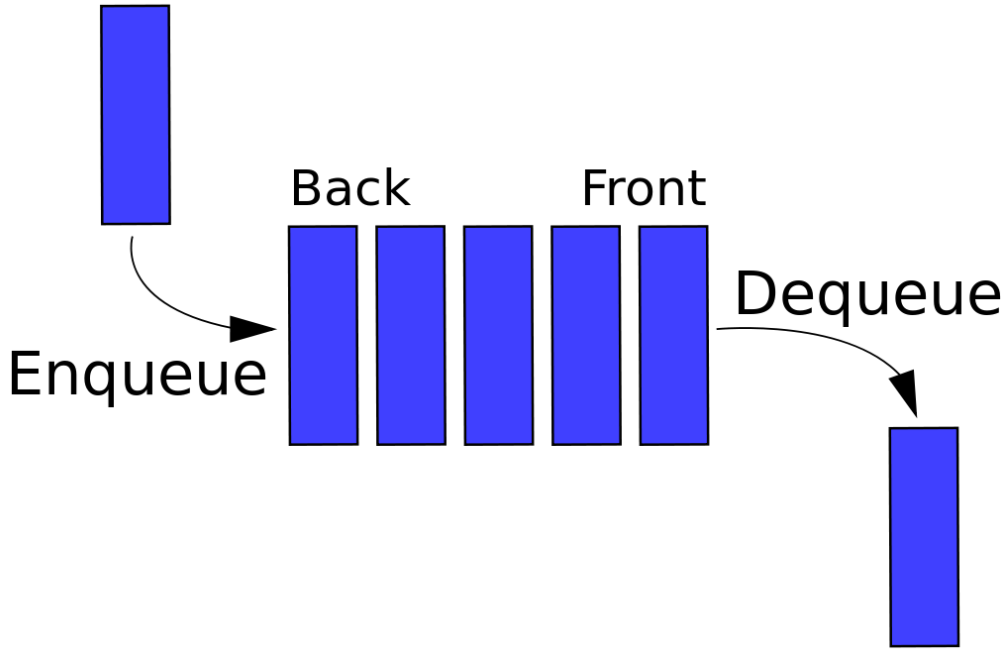
```cpp
list<int> l;
list<int>::iterator it;

l.push_back(3);  // 3
it = l.begin();  // ^ points to 3
l.push_back(4);  // 3 4
l.push_front(1); // 1 3 4
l.insert(it, 2); // 1 2 3 4 (inserts before 3)
l.pop_front();   // 2 3 4
l.pop_back();    // 2 3
```

- Les `list<>` sont doublement chaînées
- Retenir les positions avec des `iterator`
- Tout en $\mathcal{O}(1)$

# Table des matières

# File : concept

- Faire la file dans un magasin
- On ajoute à la fin, on enlève au début
- Premier arrivé premier servi (First In First Out)



# File : en pratique

C++ : `queue`

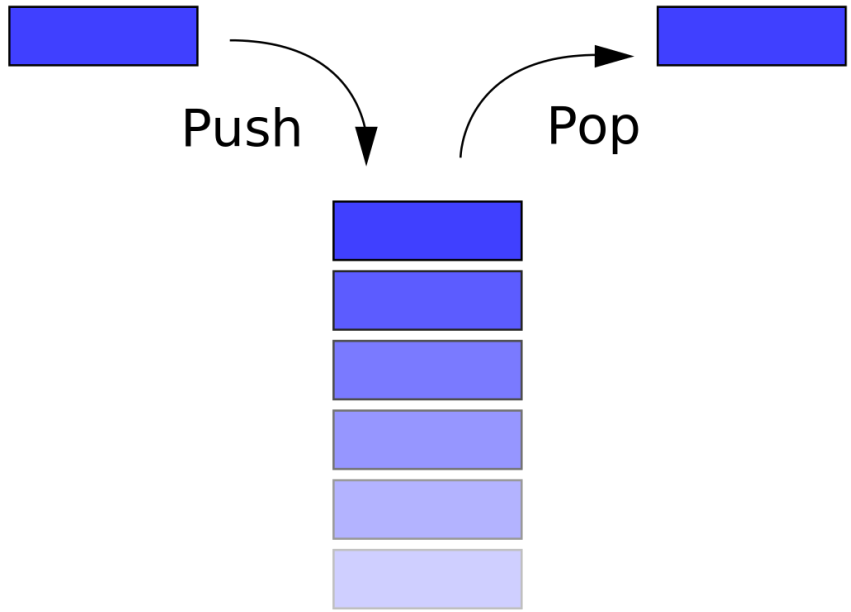
Java : `Queue<E>`

- Ajouter à la fin, enlever au début $\Rightarrow$ liste chaînée
- Tout en $\mathcal{O}(1)$

```cpp
queue<int> q;
q.push(1);
q.push(2);
q.front(); // 1
q.pop();
q.front(); // 2
```

# Pile : concept

- Pile de crêpes
- On ajoute au-dessus, on enlève au-dessus
- Dernière cuite première mangée (Last In First Out)



# Pile : en pratique

C++ : `stack`

Java : `Stack<E>`

- Ajouter et enlever à la fin $\Rightarrow$ liste chaînée *ou vecteur*
- Tout en $\mathcal{O}(1)$

```
1 stack<int> q;
2 q.push(1);
3 q.push(2);
4 q.top(); // 2
5 q.pop();
6 q.top(); // 1
```

# Table des matières

# Choix : structures spéciales

Structures pour besoins spéciaux :

- Ajoute d'un côté et on enlève de l'autre $\Rightarrow$ **file**
- Enlève et ajoute d'un même côté $\Rightarrow$ **pile**
- Booléens, opérations spéciales (et, ou, shift, ...) $\Rightarrow$ **bitset**

Sinon, voir slide suivante !

# Choix : tableaux, vecteurs, listes chaînées

"Ajout" = ajout ou suppression

| Structure | Indexation | Ajout fin | Ajout milieu |
|---|---|---|---|
| Tableau | $\mathcal{O}(1)$ | $\mathcal{O}(n)$ | $\mathcal{O}(n)$ |
| Vecteur | $\mathcal{O}(1)$ | $\mathcal{O}(1)$ | $\mathcal{O}(n)$ |
| Liste chaînée | $\mathcal{O}(n)$ | $\mathcal{O}(1)$ | $\mathcal{O}(1)$ |

- Ajout au milieu nécessaire (rare) $\Rightarrow$ **liste chaînée**
- Taille maximale inconnue $\Rightarrow$ **vecteur**
- Tous les autres cas $\Rightarrow$ **tableau** (plus rapide)

# Source des figures

- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Singly-linked-list.svg
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CPT-LinkedLists-addingnode.svg
- https://en.wikipedia.org/wiki/File:CPT-LinkedLists-deletingnode.svg
- https://en.wikipedia.org/wiki/File:Doubly-linked-list.svg
- https://en.wikipedia.org/wiki/File:Data_Queue.svg
- https://en.wikipedia.org/wiki/File:Data_stack.svg