Information, Calcul et Communication (partie programmation) :

Cours de programmation (C++)
Tableaux dynamiques

Jamila Sam

Laboratoire d'Intelligence Artificielle
Faculté I&C

EPFL

Vidéos (1 à 6), transparents et quiz (vector)

www.coursera.org/learn/initiation-programmation-cpp/

☞ Semaine 5

EPFL

Objectifs du cours d'aujourd'hui

- Rappels sur les tableaux dynamiques
  - Concepts centraux
  - Initialisation
  - Accès et parcours
  - Fonctions spécifiques
- Compléments sur les types de base
- Etude de cas

EPFL

Les `vector`

		taille initiale connue *a priori* ? non	taille initiale connue *a priori* ? oui
taille pouvant varier lors de l'utilisation du tableau ?	oui	`vector`	(`vector`)
	non	(`vector`)	`array` (C++11) tableaux « à la C »

Tableau dynamique : *collection* de données de *même type*, c'est-à-dire dont le nombre peut changer au cours du déroulement du programme,

En C++ : type `vector`

Nécessite : `#include <vector>`

(En toute rigueur, `vector` n'est pas un type, mais un « *template* ».
Nous verrons les « templates » tard au second semestre).

EPFL

Initialisation d'un tableau dynamique

En C++11, il y a cinq façons d'initialiser un tableau dynamique :

- vide

```
vector<double> tab;
```

- avec un ensemble de valeurs initiales

```
vector<double> tab({ 2.0, 3.5, 2.6, 3.8, 22.2 });
```

- avec une taille initiale donnée et tous les éléments « nuls »

```
vector<double> tab(5);
```

- avec une taille initiale donnée et tous les éléments à une même valeur donnée

```
vector<double> tab(5, 1.0);
```

- avec une copie d'un autre tableau

```
vector<int> tab(tab2);
```

Note : depuis C++17, il n'est pas nécessaire de préciser le type des éléments si celui-ci peut être déduit du contexte

```
vector tab(5, 1.0);
```


Accès direct aux éléments d'un tableau

Le i+1ème élément d'un tableau `tab` est désigné par

```
tab[i]
```

Attention !Les indices correspondant aux éléments d'un tableau de taille `taille` **varient entre 0 et `taille-1`**

Le 1er élément d'un tableau `tab` précédemment déclaré est donc `tab[0]` et son 10e élément est `tab[9]`

Attention !Il n'y a **pas de contrôle de débordement ! !**

```
tab[10000]
```

Il est impératif que l'élément que vous désigniez **existe** effectivement !
Sinon risque de Segmentation Fault !

Exemple (à ne **pas** suivre !) d'erreur classique :

```
vector<double> v;
v[0] = 5.4;   // NON !!
```

→ `v[0]` n'existe pas encore !

Accès aux éléments d'un tableau (2)

Très souvent, on voudra accéder aux éléments d'un tableau en effectuant une itération sur ce tableau.

Il existe en fait au moins *trois* façons d'itérer sur un tableau :

- avec les itérations sur ensemble de valeurs

```
for (auto element : tableau)
for (auto& element : tableau)
```

- [C, C++98] avec une itération `for` « classique » :

```
for (size_t i(0); i < tableau.size(); ++i)
```

-  [C++98] avec des itérateurs (2e semestre)

Lequel choisir ?

- à chaque fois que c'est possible : le premier
- sinon : le deuxième.

Fonctions spécifiques

Quelques fonctions disponibles pour un tableau dynamique `tableau` de type `vector<type>` :

`tableau.size()` : renvoie la taille de `tableau` (type de retour : `size_t`)

`tableau.front()` : renvoie une référence au 1er élément
`tableau.front()` est donc équivalent à `tableau[0]`

`tableau.back()` : renvoie une référence au dernier élément.
`tableau.back()` est donc équivalent à `tableau[tableau.size()-1]`

`tableau.empty()` : détermine si `tableau` est vide ou non (`bool`).

`tableau.clear()` : supprime tous les éléments de `tableau` (et le transforme donc en un tableau vide). Pas de (type de) retour.

`tableau.pop_back()` : supprime le dernier élément de `tableau`. Pas de (type de) retour.

`tableau.push_back(valeur)` : ajoute un nouvel élément de valeur `valeur` à la fin de `tableau`. Pas de (type de) retour.

Support MOOC
Concepts centraux
Tableaux dynamiques
Initialisations
Accès et parcours
Fonctions spécifiques
Approfondissement
Etude de cas

Les tableaux multidimensionnels

tableau à plusieurs dimensions : **tableau de tableaux**...

Le type de base d'un tableau peut être n'importe quel type, y compris composé. En particulier, le type de base d'un tableau peut être lui même un tableau.

Exemple :

```
vector<vector<int>> tab(5, vector<int>(6));
```

correspond à la déclaration d'un tableau de 5 tableaux de 6 entiers

`tab[i]` est donc un « `vector<int>` », c'est-à-dire un tableau dynamique d'entiers (qui, au départ, en contient 6)

`tab[i][j]` sera alors le $(j+1)$-ième élément de ce tableau.

Support MOOC
Concepts centraux
Approfondissement
Etude de cas

Approfondissement

- Complément sur les types de base

Support MOOC
Concepts centraux
Approfondissement
Etude de cas

Types élémentaires « avancés »

En plus des types composés, signalons qu'il existe aussi d'autres types élémentaires, dérivés des types élémentaires présentés. Trois **modificateurs** peuvent être utilisés :

- pour les `int` et les `double`, on peut demander d'avoir une *plus grande précision* de représentation à l'aide du modificateur `long`, et même `long long` (C++11).
  Exemple : `long int nb_etoiles;`
- pour les `int`, on peut aussi demander d'avoir une *moins grande précision* de représentation à l'aide du modificateur `short`.
  Exemple : `short int nb_cantons;`
- pour les `int` (et les `char`), on peut demander de travailler avec des données *non signées*, à l'aide du modificateur `unsigned`.
  Exemple : `unsigned int nb_cacahouetes;`

On peut bien sûr combiner :

```
unsigned long int nb_etoiles;
unsigned short int nb_cantons;
```


Support MOOC
Concepts centraux
Approfondissement
Etude de cas

Types élémentaires « avancés »

En C++, **la taille des types n'est pas spécifiée** dans la norme.

Seules indications :

- le plus petit type est `char`
- les inégalités suivantes sont toujours vérifiées sur les tailles mémoires :
  $\texttt{char} \leq \texttt{short int} \leq \texttt{int} \leq \texttt{long int}$
  $\texttt{double} \leq \texttt{long double}$

Cependant, les tailles généralement utilisées sont

8 bits pour les `char`
16 bits pour les `short int`
32 bits pour les `long int`

En C++11, existe(ro)nt également les types entiers de tailles définies : `int8_t`, `uint8_t`, ..., `int64_t`, `uint64_t`

Types élémentaires « avancés »

Ces choix typiques conduisent aux bornes suivantes (cf `numeric_limits` dans la bibliothèque `<limits>`, par exemple `numeric_limits<int>::min()`) :

type	min.	max.
`char`	–128	127
`unsigned char`	0	255
`short int`	–32768	32767
`unsigned short int`	0	65535
`long int`	–2147483648	2147483647
`unsigned long int`	0	4294967295

type	min. (valeur absolue)	max.	précision
`double`	2.22507e–308	1.79769e+308	2.22045e–16
`long double`	3.3621e–4932	1.18973e+4932	1.0842e–19

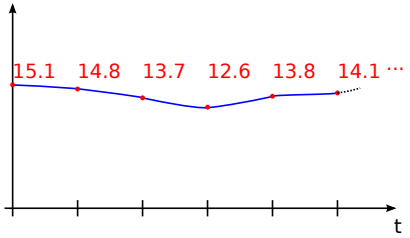
Note : « *précision* » correspond au plus petit nombre x tel que $1 + x \neq 1$.

Etude de cas

- Analyse de données (températures)

Etude de cas analyse de données

On souhaite écrire un programme qui fasse des statistiques sur un ensemble de relevés de températures :



(moyenne, températures extrêmes etc.)

Pour préparer le prochain cours

- Vidéos et quiz du MOOC semaine 5 (suite) :
  - Tableaux de taille fixe : array [16 :04]
- Vidéos et quiz du MOOC semaine 6 :
  - string : introduction [10 :09]
  - string : traitements [12 :37]