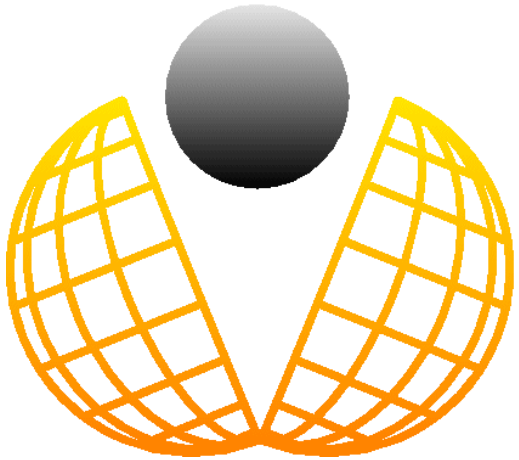
Bibliothèque standard C++
Partie 2/2

ISIMA - ZZ2 - 2011



Andréa & Christophe Duhamel
Loic Yon
et David Hill

Pourquoi utiliser les containers et algorithmes de la bibliothèque standard ?

- Fiabilité : collection de classes largement utilisées
- Portabilité : standard, totalement en C++
- Efficacité : utilisation intensive de la généricité et des structures de données optimisées pour garantir les meilleures performances
- Compréhensibilité : toutes les classes suivent les mêmes conventions d'utilisation

Quelques exemples…

Exemple 1

Exemple en C/C++

```
#include <cstdlib>
const int SIZE = 1000;

int main (int, char **)
{
  int       array [SIZE];
  int       n = 0;

  while (cin >> array[n++]);
  --n;

  qsort (array, n, sizeof(int), cmp);

  for (int i = 0; i < n; i++) cout << array[i] << "\n";
}
// Exemple inspiré de
http://www.cs.brown.edu/people/jak/proglang/cpp/stltut/tut.html
```

```
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <iostream>

using namespace std;

int main (int, char **)
{
  vector<int> v;
  int         input;

  while (cin >> input) v.push_back (input);

  sort(v.begin(), v.end());

  int n = v.size();
  for (int i = 0; i < n; i++) cout << v[i] << "\n";
}
```

```
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <iostream>
#include <iterator>

using namespace std;

int main (int, char **)
{
  vector<int> v;
  int         input;

  while (cin >> input) v.push_back (input);

  sort(v.begin(), v.end());

  copy (v.begin(), v.end(), ostream_iterator<int> (cout,
"\n"));
}
```

```
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <iostream>
#include <iterator>

using namespace std;

int main (int, char **)
{
  vector<int> v;
  istream_iterator<int> start (cin);
  istream_iterator<int> end;
  back_insert_iterator<vector<int> > dest (v);

  copy (start, end, dest);
  sort(v.begin(), v.end());
  copy (v.begin(),
        v.end(),
        ostream_iterator<int>(cout, "\n"));
}
```

Classes utilitaires de la STL

- Classe chaîne de caractères : `string`
  - gestion automatique de la mémoire (FNC ou CNF)
  - surcharge des opérateurs classiques (+, <<)
  - définie dans le namespace `std`, header `<string>`
  - utilisation

```
#include <string>

std::string str1("chaine lue : "), str2;

std::cin >> str2;
std::cout << str1 + str2 << std::endl;

str2[0] = '\0';
str1   += str2;

std::cout << str1 << std::endl;
```

→ utiliser le plus possible **`string`** à la place de **`char *`**

Conteneurs de la STL

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <sstream>

using namespace std;

int main (int, char **)
{

  stringstream ss;
  ss << "annee :" << 2010 << endl;

  string s = ss.str();
  s += ".";

  // au besoin s.c_str() permet d'accéder au char * interne
  clog << s;
}
```

Conteneurs de la STL

- Trois grandes classes de conteneurs
  - séquences élémentaires
    - vecteur, liste et file à double entrée
  - adaptations des séquences élémentaires
    - pile, file et file à priorité
  - conteneurs associatifs
    - ensemble avec/sans unicité
    - association avec clé unique/multiple
- Remarques
  - tous définis dans le namespace `std`
  - utilisation intensive de la généricité (type, allocation…)

Conteneurs de la STL

- Fonctionnalités communes à tous les conteneurs
  - Forme Normale de Coplien
  - dimensionnement automatique de la capacité
    - lorsque l'insertion d'un élément viole la capacité
    - doublement de la capacité
    - permet une adaptation rapide à la taille « finale »
  - quelques méthodes
    - `int  C::size () const      // nombre d'éléments`
    - `int  C::max_size () const // nombre max`
    - `bool C::empty () const     // prédicat de vacuité`
    - `void C::swap (C & cnt)     // échange de contenu`
    - `void C::clear ()           // purge`

Séquences élémentaires

- Fonctionnalités communes à toutes les séquences
  - insertion
    - `S::iterator S::insert (S::iterator before, T & elt)`
    - `S::iterator S::insert (S::iterator before, int nb, T & elt)`
    - `S::iterator S::insert (S::iterator before, S::const_iterator first, S::const_iterator last)`
  - suppression
    - `S::iterator S::erase (S::iterator pos)`
    - `S::iterator S::erase (S::const_iterator first, S::const_iterator last)`
  - accès en bordure de la séquence
    - `void S::push_back (T & elt)` // Ajoute un élément au bout du conteneur
    - `void S::pop_back ()` // Retire un élément au bout du vecteur
    - `T & S::front ()` // Ref sur l'élément en tête de conteneur
    - `const T & S::front () const` // Ref const sur l'élément en tête
    - `T & S::back ()` // Ref sur l'élément en fin de conteneur
    - `const T & S::back () const` // Ref const sur l'élément en fin

cplusplus.com
Information
Documentation
Reference
Articles
Forum

Reference
C Library
IOstream Library
Strings library
STL Containers
STL Algorithms
Miscellaneous

Reference

Reference of the C++ Language Library, with detailed descriptions of its elements and examples on how to use its functions

The standard C++ library is a collection of functions, constants, classes, objects and templates that extends the C++ language providing basic functionality to perform several tasks, like classes to interact with the operating system, data containers, manipulators to operate with them and algorithms commonly needed.

The declarations of the different elements provided by the library are split in several headers that shall be included in the code in order to have access to its components:

algorithm	complex	exception	list	stack
bitset	csetjmp	fstream	locale	stdexcept
cassert	csignal	functional	map	strstream
cctype	cstdarg	iomanip	memory	streambuf
cerrno	cstddef	ios	new	string
cfloat	cstdio	iosfwd	numeric	typeinfo
ciso646	cstdlib	iostream	ostream	utility
climits	cstring	istream	queue	valarray
clocale	ctime	iterator	set	vector
cmath	deque	limits	sstream	

It can be divided into:

C Library

The elements of the C language library are also included as a subset of the C++ Standard library. These cover many aspects, from general utility functions and macros to input/output functions and dynamic memory management functions:

cassert (assert.h)	C Diagnostics Library (header)
cctype (ctype.h)	Character handling functions (header)

Le vecteur

- header : `<vector>`
- déclaration : `std::vector<T> v;`
- méthodes spécifiques
  - `int  V::capacity () const // Retourne taille allouée`
  - `void V::reserve (int nb)  // Reserve pour n elts`
  - `X & V::operator[] (int idx)`
  - `const X & V::operator[] (int idx) const`
- intéressant par ses accès en O(1)
- déconseillé pour les insertions/suppressions O(n)

Le vecteur (Exemple)

```
#include <iostream>
#include <vector>

int main (int, char **)
{
  typedef std::vector<int> IntVector;

  IntVector v1;

  for (int i = 0; i < 4; ++i) v1.push_back(i);

  IntVector v2(4); // taille initiale 4

  for (int i = 0; i < 4; ++i) v2[i] = i;

  std::cout << (v1 == v2) ? "Ok" : "Pas Ok" << std::endl;

  return 0;
}
```

La liste

- header : `<list>`
- déclaration : `std::list<T> l;`
- méthodes spécifiques
  - `void L::push_front (const T & elt)`
  - `void L::pop_front ()`

  - `void L::remove (const T & elt)`
  - `void L::sort ()`
  - `void L::sort (Comparator cmp)`
  - `void L::merge(list<T> & l)`
  - **`remove_if`**, ...

- intéressant pour les insertions/suppressions en O(1)
- déconseillé pour les accès directs en O(n)

La liste

```
#include <iostream>
#include <list>

int main(int, char **)
{
  typedef std::list<int> IntList;

  IntList l;

  for (int i = 0; i < 4; ++i) l.push_back((10 + 3*i) % 5);

  l.sort();    // 0 1 3 4
  l.reverse(); // 4 3 1 0

  // affiche le debut et la fin
  std::cout << l.front() << ' ' << l.back() << std::endl;

  return 0;
}
```

La file à double entrée

- « File à double entrée » (ou anneau = vecteur circulaire)
  - header : `<deque>`
  - déclaration : `std::deque<T> d;`
  - méthodes spécifiques
    - `int  D::capacity () const`
    - `void D::reserve (int nb)`
    - `void D::push_front (const T & elt)`
    - `void D::pop_front ()`
    - `X & D::operator[] (int idx)`
    - `const X & D::operator[] (int idx) const`
  - tous les avantages de `vector`
  - gestion des insertions/suppressions en tête en O(1)

La file à double entrée

```
#include <iostream>
#include <deque>

int main(int, char **)
{
  typedef std::deque<int> IntDeque;

  IntDeque v1;
  for (int i = 0; i < 4; ++i) v1.push_back(i);

  IntDeque v2(4); // taille initiale 4
  for (int i = 0; i < 4; ++i) v2[i] = i;

  std::cout << (v1 == v2) ? "Ok" : "Pas Ok" << std::endl;
  return 0;
}
```

Les itérateurs

- Constat
  - On souhaite souvent parcourir les éléments d'un conteneur
    - solution naïve : définir un pointeur sur la cellule courante dans le conteneur
    - limite : on ne peut pas avoir deux parcours en même temps
    - solution : sortir le pointeur du conteneur (en l'encapsulant !)
  - On souhaite parfois avoir des parcours différents (avant, arrière…)
    - solution naïve : définir la stratégie de parcours dans le conteneur
    - limite : on ne peut avoir (proprement) qu'un seul type de parcours
    - solution : sortir la stratégie du conteneur (en l'encapsulant dans l'itérateur !)
- Itérateur
  - classe qui définit l'accès à un élément courant du conteneur
  - classe qui définit sa stratégie de parcours
  - Notion généralisable en environnement distribué

Les itérateurs

- Stratégies d'accès et de parcours des conteneurs
  - chaque itérateur définit sa propre stratégie de parcours
  - typiquement un pointeur sur un élément du conteneur
  - doit connaître l'implémentation de son conteneur
  - défini comme une classe imbriquée dans le conteneur

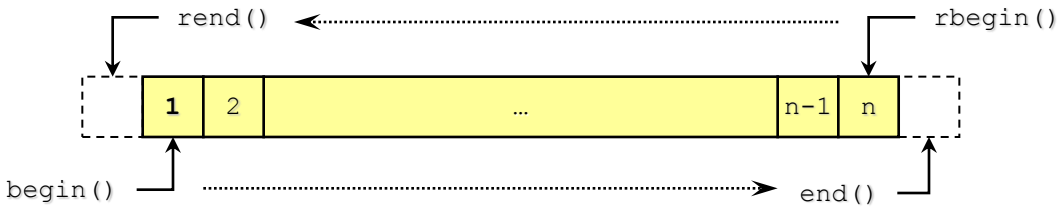
```
class Conteneur
{
  public:
    …
    class Iterateur { … };
    …
};
```

  - possibilité d'avoir plusieurs itérateurs en même temps
  - incompatibilité des itérateurs de conteneurs différents

Les itérateurs

- 4 types d'itérateur par conteneur
  - conteneur::iterator
  - conteneur::const_iterator
  - conteneur::reverse_iterator
  - conteneur::const_reverse_iterator

- Balises fournies par le conteneur



  - parcours premier → dernier : begin(), end()
  - parcours dernier → premier : rbegin(), rend()

Les itérateurs

- Fonctionnalités
  - FNC
  - opérateurs de comparaison != et ==
  - opérateur de déréférenciation *
  - opérateur d'incrémentation (pré et post) ++

Les itérateurs

- Utilisation
  - parcours d'un conteneur

```
Conteneur           c;
Conteneur::iterator it;

for (it = c.begin(); it != c.end(); ++it) do_something(*it);
```

  - valeur de retour de `find()`
    - permet une opération immédiate sur l'objet
    - complexité de l'accès suivant : O(1)

```
Conteneur c;

Conteneur::iterator it = find(c.begin(), c.end(), elt);
do_something(*it);
```

Les foncteurs

- Constat
  - On souhaite souvent appliquer un algorithme sur un conteneur
    - solution naïve : le placer en méthode du conteneur
    - limite : pollution de l'API du conteneur
    - solution : placer les algorithmes dans des classes dédiées
  - On souhaite parfois avoir plusieurs versions de l'algorithme
    - solution naïve : utiliser la surcharge (polymorphisme faible)
    - limite : on n'est pas sûr d'appeler la bonne version
    - solution : utiliser l'héritage
- Autre solution : les « Foncteurs »
  - Une classe qui implémente un algorithme sur le conteneur
  - ou une sous-classe par variante
  - on accède aux éléments du conteneur par des itérateurs

Les foncteurs

- Combinaison de deux principes
  - surcharge de l' **opérateur ( )**
    - syntaxe : `type_retour A::operator() (paramètres)`
    - intérêt : un objet se comporte comme une fonction
    - l'algorithme souhaité est implémenté dans **l'opérateur ( )**
    - les arguments de l'algorithme sont placés en argument

    - NB : peut aussi être utilisé pour remplacer l'opérateur `[]`

Les foncteurs : exemple du comparateur

Principe

- pas d'état interne
- opérateur ( ) prenant les deux objets à comparer

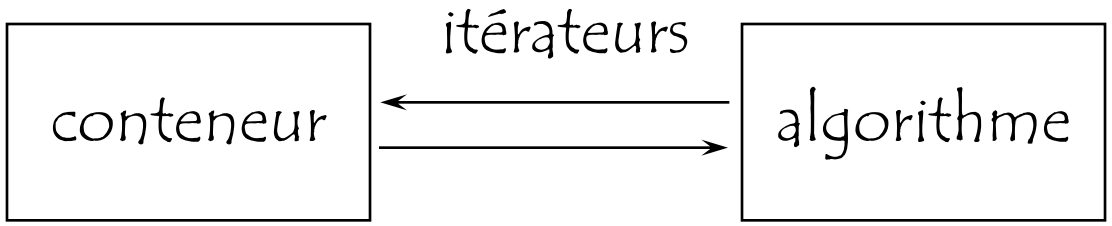
```
class Comparator
{
  public:
    Comparator () {}
    bool operator() (const A & a1, const A & a2) const
    {
       return (a1.val() < a2.val());
    }
};

Comparator cmp;
A          a1, a2;

std::cout << cmp(a1,a2) << std::endl;
```

Les foncteurs

- Manipulation globale de conteneurs
  - trois entités
    - un conteneur pour le stockage des objets
    - des itérateurs pour les accès aux objets
    - des algorithmes pour la manipulation des objets
  - fonctionnement conjoint
    - les algorithmes opèrent sur le conteneur via des itérateurs



Exemple : un générateur de nombres pairs

- Principe
  - état interne conservé par les attributs
  - opérateur () sans paramètres pour la génération des nombres

```
class GenPair
{
  protected:
    unsigned _val;
  public:
    GenPair () {_val = 0;}
    unsigned operator() (void) { _val += 2; return _val; }
};

GenPair gen;
std::cout << gen() << ' ' << gen() << std::endl; // affiche 2 4
```

Quelques liens …

- Super mémento
  http://www.medini.org/download/stlqr/1.32/stlqr-a4.pdf
- Documentation officielle SGI
  http://www.sgi.com/tech/stl/
- Représentation UML de la STL
  http://frog.isima.fr/bruno/retrieve.htm?archive=stl_containers
- Sur le C++ en général
  http://www.cplusplus.com/reference/

Pour aller plus loin : la bibliothèque boost

boost C++ LIBRARIES

"...one of the most highly regarded and expertly designed C++ library projects in the world."
— Herb Sutter and Andrei Alexandrescu, C++ Coding Standards

WELCOME TO BOOST.ORG!

Boost provides free peer-reviewed portable C++ source libraries.

We emphasize libraries that work well with the C++ Standard Library. Boost libraries are intended to be widely useful, and usable across a broad spectrum of applications. The Boost license encourages both commercial and non-commercial use.

We aim to establish "existing practice" and provide reference implementations so that Boost libraries are suitable for eventual standardization. Ten Boost libraries are already included in the C++ Standards Committee's Library Technical Report (TR1) and will be in the new C++0x Standard now being finalized. C++0x will also include several more Boost libraries in addition to those from TR1. More Boost libraries are proposed for TR2.

GETTING STARTED

Boost works on almost any modern operating system, including UNIX and Windows variants. Follow the Getting Started Guide to download and install Boost. Popular Linux and Unix distributions such as Fedora, Debian, and NetBSD include pre-built Boost packages. Boost may also already be available on your organization's internal web server.

BACKGROUND

Read on with the introductory material to help you understand what Boost is about and to help in educating your organization about Boost.

DOWNLOADS

- Version 1.44.0 (release notes)
  August 13th, 2010 17:00 GMT
- Boost Jam 3.1.18 (release notes)
  March 22nd, 2010 12:00 GMT

More Downloads... (RSS)

NEWS

- Version 1.44.0
  New Libraries: Meta State Machine, Polygon. Updated Libraries: Accumulators, Asio, Config, Filesystem, Foreach, Fusion, Hash, Iostreams, Math, MPL, Multi-index Containers, Proto, Regex, Spirit, Thread, TR1, Type Traits, uBLAS, Utility, Uuid, Wave, Xpressive. Updates for Quickbook and Boostbook.
  August 13th, 2010 17:00 GMT
- Version 1.43.0
  New Libraries: Functional/Factory, Functional/Forward. Major Update: Range. Updated Libraries: Accumulators, Array,

SEARCH

Google

WELCOME
Getting Started
Download
Libraries
Mailing Lists
Reporting Bugs
Wiki

INTRODUCTION
COMMUNITY
DEVELOPMENT
SUPPORT

Manque

- Conteneur adapté : pile, file, file à priorité
- Conteneurs associatifs
- pair <first, second>
- set <value>
- map<key, value> m
- *(m.begin()).second
- multiset<value>
- multimap<key, value>