

# C++

## Introduction

damien.rohmer@cpe.fr

001

## Premier programme

Créer un fichier

nom.c  
ou nom.cc  
ou nom.cxx  
ou nom.cpp

toutes extensions valides

avantage **cc, cxx, cpp**:  
pas de confusion avec pgm C

Rem. Pour les fichier d'en tête, on aura

nom.h  
ou nom.hh  
ou nom.hxx  
ou nom.hpp

Pas une unique règle  
**Rester cohérent**

002

## Premier programme

```
#include <iostream>

int main()
{
    std::cout<<"Hello World"<<std::endl;
    return 0;
}
```

En ligne de commande:

```
$ g++ nom.cpp (-g -Wall -Wextra)
```

*idem qu'en compilation C*

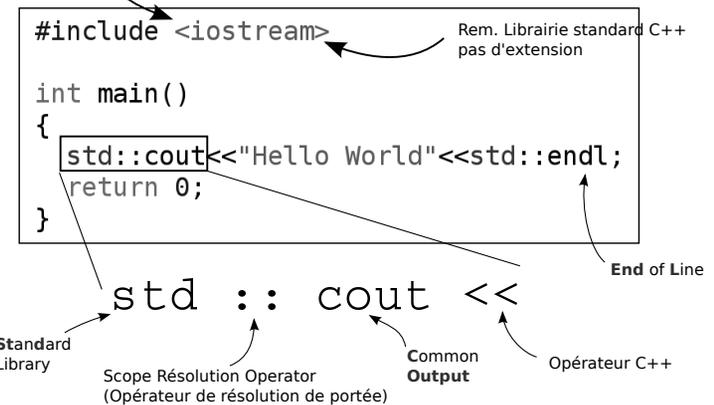
```
$ ./a.out
```

```
> Hello World
```

003

## Analyse 1<sup>er</sup> programme

en tête standard C++  
Input Output Stream  
(Flux d'entrée sortie = gestion affichage, écriture fichiers, ...)



004

## Variante 1<sup>er</sup> programme

```
#include <iostream>

using std::cout;
using std::endl;

int main()
{
    cout<<"Hello World"<<endl;
    return 0;
}
```

Permet d'appeler cout à la place de std::cout

std est un espace de nom (namespace)

Plus de std

005

## Variante 1<sup>er</sup> programme

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
    cout<<"Hello World"<<endl;
    return 0;
}
```

Mauvaise pratique à bannir !

Bonne pratique  
Prenez l'habitude d'écrire std::

std contient énormément de fonctions/variables collision avec des noms que l'on ne connaît pas  
ex. stream, vector, map, getline, ...

006

## Variante 1<sup>er</sup> programme

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

int main()
{
    std::string mot="Hello World";
    mot += "!!!";
    std::cout<<mot<<std::endl;

    return 0;
}
```

string: chaîne de caractères (ne plus utiliser char\*)

concaténation redimensionnement automatique

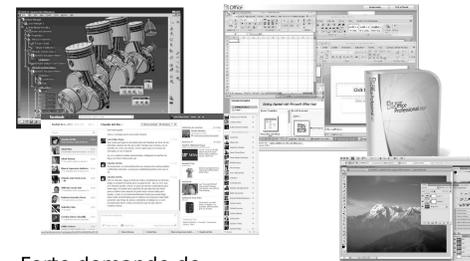
007

## Pourquoi le C++ ?

- C++ aujourd'hui le langage le + utilisé pour

Les logiciels **importants** avec contraintes d'**efficacité**

*Logiciels calculs, CAO, 3D, images, visualisation, etc.*



Catia  
Maya 3D  
MS Office  
Outlook  
Photoshop  
Facebook  
DirectX  
Firefox  
Chrome  
Internet Explorer  
gcc

Forte demande de programmation technique

008

## Pourquoi le C++ ?

- C++ aujourd'hui le langage le + utilisé pour Les logiciels **importants** avec contraintes d'**efficacité**
- L'unique langage qui permet de faire à la fois
  - De la programmation haut niveau
  - De la programmation bas niveau
  - Execution rapide
  - Compatible avec librairies existantes (C, assembleur, etc)
  - Adapté aux code de grande envergure
  - Liberté au programmeur

009

## Avantages/Inconvénients

+

- Haut/bas niveau
- Robustesse
- Rapidité optimale
- Librairies utilisables

+/-

- Liberté totale programmeur
- Compatibilité C

-

- Complexité (*Probablement le langage le + compliqué*)
- Temps de compilation

010

## Tour d'horizon du C++

VS quelques autres langages

011

## Affichage variables

```
#include <iostream>

int main()
{
    int a=5;
    float b=12.4;

    std::cout<<"valeur de a: "<<a<<" et b="<<b<<std::endl;

    return 0;
}
```

std::cout<< ... << ...

C++ est générique: pas besoin de désigner le type  
VS C: printf("%d %f ...

012

## Fonctions, surcharge

```
#include <iostream>

int addition(int a,int b)
{
    return a+b;
}
float addition(float a,float b)
{
    return a+b;
}

int main()
{
    std::cout<<addition(4,8)<<std::endl;
    std::cout<<addition(4.4f,8.4f)<<std::endl;

    return 0;
}
```

**Surcharge:**  
fonction avec même nom  
mais différents paramètres

- En C, fonction définie uniquement par son nom.
  - En C++, par son nom et ses paramètres.
- Mangling** (name decoration)

```
addition_int(...)
addition_float(...)
addition_double(...)
...
```

013

## Programmation objet

Struct similaires au C

```
struct voiture
{
    int kilometre;
    float essence;
};

int main()
{
    voiture ma_voiture;
    ma_voiture.kilometre=50000;
    ma_voiture.essence=50;

    return 0;
}
```

pas de répétition struct

014

## Programmation objet

Fonctions membres (= méthodes en Java)

```
struct voiture
{
    voiture()
        :kilometre(0),essence(0)
    {}

    voiture(int kilometre_initial,float essence_initial)
        :kilometre(kilometre_initial),essence(essence_initial)
    {}

    void roule(int nbr_km)
    {
        kilometre += nbr_km;
        essence -= 5.0f/100 * nbr_km;
    }

    int kilometre;
    float essence;
};
```

```
int main()
{
    voiture ma_voiture(50000,50);
    ma_voiture.roule(40);
    std::cout<<ma_voiture.kilometre<<std::endl;

    return 0;
}
```

015

## Programmation objet

Encapsulation (protection des données internes, robustesse)

```
struct voiture
{
    public:
    voiture()
        :kilometre(0),essence(0)
    {}
    voiture(int kilometre_initial,float essence_initial)
        :kilometre(kilometre_initial),essence(essence_initial)
    {}
    void roule(int nbr_km)
    {
        kilometre += nbr_km;
        essence -= 5.0f/100 * nbr_km;
    }
    void affiche()
    {
        std::cout<<kilometre<<" km et "<<essence<<"L"<<std::endl;
    }
    private:
    int kilometre;
    float essence;
};
```

016

# Programmation objet

## Encapsulation (protection des données internes, robustesse)

```
struct voiture
{
public:
    voiture()
        :kilometre(0),essence(0)
    {}
    voiture(int kilometre_initial,float essence_initial)
        :kilometre(kilometre_initial),essence(essence_initial)
    {}
    void rouler(int nbr_km)
    {
        kilometre += nbr_km;
        essence -= 5.0f/100 * nbr_km;
    }
    void affiche()
    {
        std::cout<<"kilometre<<" km et "<<"essence<<"L"<<std::endl;
    }
private:
    int kilometre;
    float essence;
};
```

```
int main()
{
    voiture ma_voiture(50000,50);
    ma_voiture.rouler(40);
    ma_voiture.affiche();

    return 0;
}
```

OK

```
21 private:
22 int kilometre;
23 float essence;
24 };
25
26 int main()
27 {
28     voiture ma_voiture(50000,50);
29     ma_voiture.rouler(40);
30
31     std::cout<<"ma_voiture.essence<<std::endl;
32
33     return 0;
34 }
```

KO

float voiture::essence is private

017

# Programmation objet

## Class vs Struct

```
struct voiture_1
{
//par default public:
    int kilometre;
    float essence;
};

class voiture_2
{
//par default private:
    int kilometre;
    float essence;
};

int main()
{
    voiture_1 ma_voiture_1;
    voiture_2 ma_voiture_2;

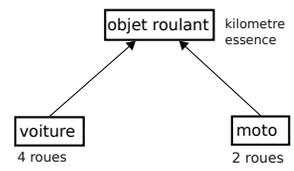
    return 0;
}
```

018

# Programmation objet

## Héritage

```
class objet_roulant
{
    int kilometre;float essence;
public:
    objet_roulant(int km,float qte) :kilometre(km),essence(qte){}
    void rouler(int km) {kilometre+=km;essence-=0.06f*km;}
};
class voiture : public objet_roulant
{
    voiture(int km,float qte) :objet_roulant(km,qte){}
    int nbr_roues() {return 4;}
};
class moto : public objet_roulant
{
    moto(int km,float qte) :objet_roulant(km,qte){}
    int nbr_roues() {return 2;}
};
```

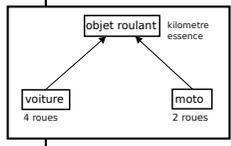


019

# Programmation objet

## Héritage

```
class objet_roulant
{
    int kilometre;float essence;
public:
    objet_roulant(int km,float qte) :kilometre(km),essence(qte){}
    void rouler(int km) {kilometre+=km;essence-=0.06f*km;}
};
class voiture : public objet_roulant
{
    voiture(int km,float qte) :objet_roulant(km,qte){}
    int nbr_roues() {return 4;}
};
class moto : public objet_roulant
{
    moto(int km,float qte) :objet_roulant(km,qte){}
    int nbr_roues() {return 2;}
};
```



```
int main()
{
    voiture ma_voiture(20000,50);
    moto ma_moto(10000,30);
    ma_voiture.rouler(30);
    ma_moto.rouler(30);
    std::cout<<"ma_voiture.nbr_roues()<<std::endl;
    std::cout<<"ma_moto.nbr_roues()<<std::endl;

    return 0;
}
```

020

# Programmation objet

## POO dynamique

- Similaire à Java (polymorphisme, etc)

## Avec en +:

- Héritage multiple (+/-)
- Surcharge d'opérateur (+++)

021

# Surcharge opérateur

```
struct vec2
{
    int x,y;

    vec2 operator+(const vec2& v) const
    {
        vec2 v_out={x+v.x,y+v.y};
        return v_out;
    }
};

int main()
{
    vec2 a={1,6};
    vec2 b={7,9};

    vec2 c=a+b;
    std::cout<<c.x<<" "<<c.y<<std::endl;

    return 0;
}
```

*Calculs mathématiques ressemblent à des maths*

022

# Surcharge opérateur

Exemple: calculer  $5*((v0+v1)/2 +v2)$

```
struct vec2 v0={1,5},v1={8,6},v2={7,3};
struct vec2 c=add_vec2(&v0,&v1);
struct vec2 d=div_scalar(&c,2);
struct vec2 e=add_vec2(&d,&v2);
struct vec2 f=mul_scalar(&e,5);
```

C

```
vec2 v0 = new vec2(1,5);
vec2 v1 = new vec2(8,6);
vec2 v2 = new vec2(7,3);
v0.add(v1).div(2).add(v2).mul(5)
```

Java

*illisible*

```
vec2 v0(1,5), v1(8,6), v2(7,3);
vec2 v3=5*((v0+v1)/2+v2);
```

C++

023

# Librairie standard très complète

STL : **Standard Library**

<http://www.cplusplus.com/reference/>

## Conteneurs

- tableau dynamiques
- listes doublement chaînées
- files de priorités
- arbres
- tables de hachages
- ...

## Algorithmes et fonctions utiles

- string
- tuple
- algorithmes
- numeric
- ...

std::

La librairie standard est optimisée pour chaque architecture

Elle est + rapide et robuste qu'un code écrit à la main

Utiliser la librairie standard en 1er lieu!

- Librairie très technique

024

## Tableau dynamique

std::vector=tableau d'éléments contigus en mémoire  
taille s'adapte lors de l'ajout en fin

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

int main()
{
    std::vector<int> v;
    v.push_back(4);
    v.push_back(6);
    v.push_back(9);
    v.push_back(15);

    for(int k=0;k<v.size();++k)
        std::cout<<v[k]<<std::endl;

    return 0;
}
```

Annotations:

- en tête des std::vector (pointe à #include <vector>)
- déclaration du type: std::vector (pointe à std::vector<int> v;)
- <int> est le type contenu dans le std::vector (pointe à <int> dans std::vector<int>)
- <x> : paramètre template (=paramètre générique connu à la compilation) (pointe à <int> dans std::vector<int>)
- push\_back: ajoute en fin de tableau (pointe à v.push\_back(15);)
- Accès comme un tableau C standard (pointe à v[k] dans le for loop)

025

## Tableau dynamique

Tableau dynamique de mots

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

int main()
{
    std::vector<std::string> v;
    v.push_back("Bonjour");
    v.push_back("a tous");
    v.push_back("j'apprends");
    v.push_back("le C++.");

    for(int k=0;k<v.size();++k)
        std::cout<<v[k]<<std::endl;

    return 0;
}
```

026

## Tableau dynamique

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

struct vec2
{
    int x,y;
    vec2(int x0,int y0):x(x0),y(y0){}
};

int main()
{
    std::vector<vec2> v;
    v.push_back(vec2(1,4));
    v.push_back(vec2(7,2));
    v.push_back(vec2(9,7));
    v.push_back(vec2(3,2));

    for(int k=0;k<v.size();++k)
    {
        vec2 vec=v[k];
        std::cout<<vec.x<<" "<<vec.y<<std::endl;
    }

    return 0;
}
```

La STL est générique  
S'adapte aux classes  
de l'utilisateur

027

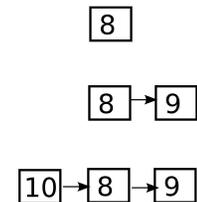
## Listes doublement chaînées

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

int main()
{
    std::list<int> ma_liste;
    ma_liste.push_back(8);
    ma_liste.push_back(9);
    ma_liste.push_front(10);

    for(int element : ma_liste)
    {
        std::cout<<element<<std::endl;
    }

    return 0;
}
```



028

## Arbre binaire de recherche + valeurs

```
#include <iostream>
#include <map>

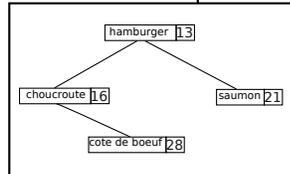
int main()
{
    std::map<std::string,int> menu;

    menu["choucroute"]=16;
    menu["hamburger"]=13;
    menu["saumon"]=21;
    menu["cote de boeuf"]=28;

    std::cout<<menu["saumon"]<<std::endl;

    if(menu.find("truite")==menu.end())
        std::cout<<"Pas de truite au menu"<<std::endl;

    return 0;
}
```



029

## Compatibilité avec le C

### Règle de bonne pratique C++

Evitez d'utiliser des fonctions du C si vous avez le choix

Mélange entre C et C++ = C/C++ courant sur internet à bannir: mauvaise pratique

Sur un CV: Langage informatique: 

- C/C++
- Java
- ...

*C/C++ sur un CV = généralement 'je ne sais pas bien coder ni en C ni en C++'*

030

## Compatibilité avec le C

Les bibliothèques C sont compatibles avec le C++

```
#include <stdio>

int main()
{
    const char* value="du C";

    printf("Je fais %s en C++\n",value);
    std::printf("Les fonctions %s sont dans le namespace std \n",value);

    return 0;
}
```

Pour les en têtes de la librairie standard

#include <cNOM> à la place de #include <NOM.h>

Inclue les fonctions dans namespace std

#include <NOM.h> fonctionne, mais problème de conflits de noms. A éviter.

031

## Compatibilité avec le C

Deux appels pour la mémoire dynamique

### 1. Par malloc/free

```
#include <stdlib>
#include <cassert>

int main()
{
    float *dynamic_memory=(float*)malloc(50*sizeof(float));
    assert(dynamic_memory!=NULL);

    for(int k=0;k<10;++k)
        dynamic_memory[k]=float(k);

    free(dynamic_memory);
    dynamic_memory=NULL;

    return 0;
}
```

cast du malloc obligatoire  
En C++ le cast de void\*  
vers un type doit être explicite

A ne pas faire: On utilise pas malloc/free en C++

(Sauf cas exceptionnels)

032

## Compatibilité avec le C

Deux appels pour la mémoire dynamique

### 2. Par new/delete

```
#include <cstdio>
#include <cassert>

int main()
{
    float *dynamic_memory=new float[50];
    assert(dynamic_memory!=NULL);

    for(int k=0;k<10;++k)
        dynamic_memory[k]=float(k);

    delete[] dynamic_memory;
    dynamic_memory=NULL;
}
```

Opérateur new  
Typé: pas de cast, pas de sizeof

Ne jamais mélanger  
malloc/free  
et new/delete  
Mécanisme de gestion  
différent

Opérateur delete sur un tableau

Il est rare de devoir utiliser explicitement new/delete pour des tableaux ! (std::vector remplace avantageusement)

033

## Casts

Cast de type C:

```
#include <iostream>

int main()
{
    int a=8;
    double b=4.5;

    b=(double)a;

    std::cout<<sizeof(b)<<std::endl;

    return 0;
}
```

Cast de type C++:

```
#include <iostream>

int main()
{
    int a=8;
    double b=4.5;

    b=double(a);

    std::cout<<sizeof(b)<<std::endl;

    return 0;
}
```

Ressemble à un  
constructeur

034

## Casts

Problème du cast: peut aboutir rapidement à de mauvaises pratiques.

```
void f(const int* ptr)
{
    int *x=(int *) (ptr);
    *x=15;
}

int main()
{
    int a=8;
    const int* ptr_a=&a;

    f(ptr_a);

    std::cout<<a<<std::endl;

    return 0;
}
```

promesse  
d'être constant

promesse  
oubliée

035

## Casts

Le C++ peut spécifier quel type de cast.

- évite les oublis involontaires
- informe le lecteur du type de cast

```
int main()
{
    int a=4;
    double b=-4.51;
    a=static_cast<int>(b);

    const int* ptr_a=&a;
    int* ptr_b=const_cast<int*>(ptr_a);
    *ptr_b=12;

    const std::string* ptr_string=NULL;
    ptr_string=reinterpret_cast<const std::string*>(ptr_a);

    std::cout<<a<<std::endl;
    return 0;
}
```

static\_cast: conversion standard  
d'un type vers un autre (safe)

const\_cast: enlève le const  
(à éviter tant que possible)

reinterpret\_cast: changement du type  
pointé (unsafe).  
À éviter tant que possible

+ dynamic\_cast: reconversion (safe) d'un pointeur à l'exécution

036