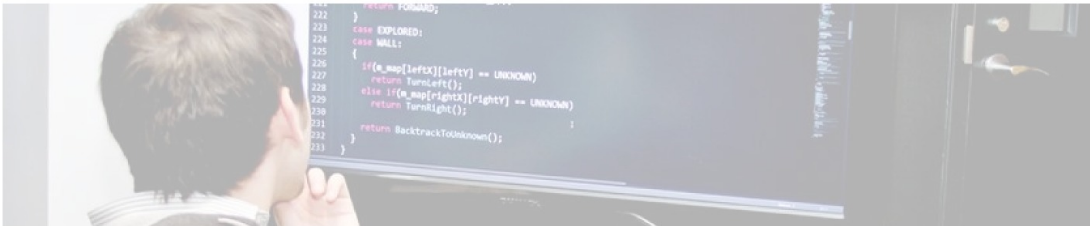
C++

Introduction

```
for(std::list<int>::iterator it=valid_index->begin();it!=valid_index->end();++it)
{
    int k=*it;
    if(k!=k0 && k!=k1 && k!=k2)
    {
        const v2& x=v_vertices[k];

        if( (x-x0).det(u0)<0 && (x-x1).det(u1)<0 && (x-x2).det(u2)<0 )
        {
            std::list<int>::iterator it_temp=it;++it;
            valid_index->erase(it_temp);
        }
```



damien.rohmer@cpe.fr

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

Premier programme

```cpp
#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
```

Analyse 1er programme

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

```
#include <iostream>

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

Rem. Librairie standard C++
pas d'extension

End of **L**ine

```
std :: cout <<
```

Stan**d**ard
Library

Scope Résolution Operator
(Opérateur de résolution de portée)

Common
Output

Opérateur C++

Variante 1er 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

Variante 1er programme

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

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

  return 0;
}
```

string: chaîne de charactères
(ne plus utiliser char*)

concaténation
redimentionnement
automatique

Variante 1er programme

```cpp
#include <iostream>

int main()
{
  auto tableau={1.1 , 5.7 , 6.5 , 7.2 , -12.1 , 6.3};

  for(auto valeur : tableau)
      std::cout<<valeur<<std::endl;

  return 0;
}
```

```
$ g++ nom.cpp -std=c++11 (-g -Wall -Wextra)
```

active c++ moderne

Variante 1er programme

```
#include <iostream>

int main()
{
  auto tableau={1.1 , 5.7 , 6.5 , 7.2 , -12.1 , 6.3};

  for(auto valeur : tableau)
      std::cout<<valeur<<std::endl;

  return 0;
}
```

auto : déduction de type automatique

{a,b,c,d,...} : suite d'éléments

for(**type** nom : *conteneur*)
{ ... }
: "range based loop"

```
> 1.1
  5.7
  6.5
  7.2
  -12.1
  6.3
```

Tour d'horizon du C++

VS quelques autres langages

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 ...*

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;
}
```

Surchage:
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(...)
...
```

Fonctions, surcharge

```
#include <iostream>

struct matrix
{
    int x00,x01;
    int x10,x11;
};
```

```
int multiplication(int a,int b)
{
    return a*b;
}
matrix multiplication(matrix a,matrix b)
{
    return {a.x00*b.x00+a.x01*b.x10 , a.x00*b.x01+a.x01*b.x11,
            a.x10*b.x00+a.x11*b.x10 , a.x10*b.x01+a.x11*b.x11};
}
```

```
int main()
{
    int res=multiplication(4,8);

    matrix a={1,2,
              4,6};
    matrix b={7,-1,
              5,-2};
    auto c=multiplication(a,b);

    std::cout<<res<<std::endl;
    std::cout<<c.x00<<","<<c.x01<<std::endl;
    std::cout<<c.x10<<","<<c.x11<<std::endl;

    return 0;
}
```

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

Programmation objet

Fonctions membres (= méthodes en Java)

```
#include <iostream>

struct voiture
{
    int kilometre;                         attributs
    float essence;

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

int main()
{
    voiture ma_voiture;
    ma_voiture.kilometre=0;
    ma_voiture.essence=50;

    ma_voiture.roule(40);

    std::cout<<ma_voiture.kilometre<<std::endl;
    std::cout<<ma_voiture.essence<<std::endl;

    return 0;
}
```

Appel de la fonction membre

Constructeurs

```
#include <iostream>

struct voiture
{
    int kilometre;
    float essence;

    voiture()                                              Constructeurs
    {
        kilometre=0;essence=0;
    }
    voiture(int kilometre_initial,float essence_initiale)
    {
        kilometre=kilometre_initial;
        essence=essence_initiale;
    }

    void roule(int nbr_km) {...}
};

int main()
{
    voiture ma_voiture(5000,10);     Appel au
                                     constructeur
    ma_voiture.roule(40);

    std::cout<<ma_voiture.kilometre<<std::endl;
    std::cout<<ma_voiture.essence<<std::endl;

    return 0;
}
```

Constructeurs

```
#include <iostream>

struct voiture
{
    int kilometre;
    float essence;

    voiture()
        :kilometre(0),essence(0)
    {}
    voiture(int kilometre_initial,float essence_initiale)
        :kilometre(kilometre_initial),essence(essence_initiale)
    {}

    void roule(int nbr_km) {...}
};

int main()
{
    voiture ma_voiture(5000,10);

    ma_voiture.roule(40);

    std::cout<<ma_voiture.kilometre<<std::endl;
    std::cout<<ma_voiture.essence<<std::endl;

    return 0;
}
```

Constructeurs avec liste d'initialisation

Appel au constructeur

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;
};
```

accessible depuis l'exterieur

inaccessible en dehors de la classe

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;
};
```

accessible depuis l'exterieur

inaccessible en dehors de la classe

OK

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

    return 0;
}
```

KO

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

`float voiture::essence is private`

Programmation objet

Class vs Struct

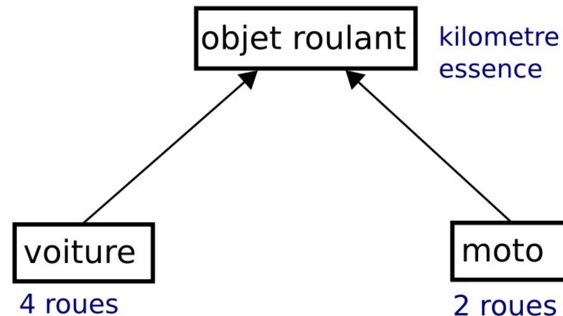
```
struct voiture_1
{
//par defaut public:
    int kilometre;
    float essence;
};

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

int main()
{
    voiture_1 ma_voiture_1;
    voiture_2 ma_voiture_2;

    return 0;
}
```

Programmation objet

Héritage

```
class objet_roulant
{
    int kilometre;float essence;
public:
    objet_roulant(int km,float qte) :kilometre(km),essence(qte){}
    void roule(int km) {kilometre+=km;essense-=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;}
};
```

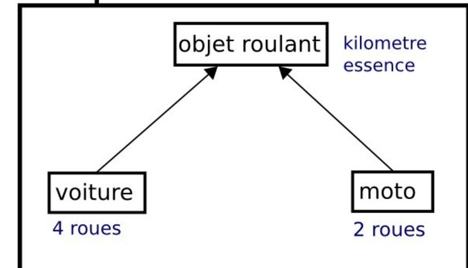
constructeur du parent



Programmation objet

Héritage

```
class objet_roulant
{
    int kilometre;float essence;
public:
    objet_roulant(int km,float qte) :kilometre(km),essence(qte){}
    void roule(int km) {kilometre+=km;essense-=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_roulan(km,qte){}
    int nbr_roues() {return 2;}
};
```




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

    return 0;
}
```

Programmation objet

POO dynamique

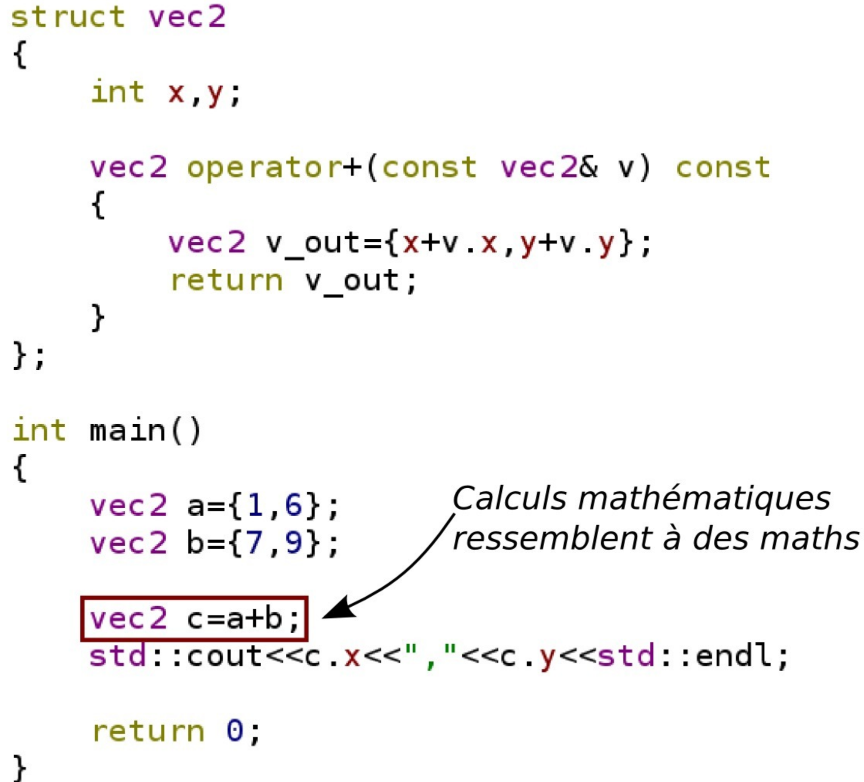
- Similaire à Java *(polymorphisme, encapsulation, etc)*

Avec en +:

- Héritage multiple (+/-)
- **Surchage d'opérateur** (+++)

```
C=A+B
D=A*(B-C)
...
```

Surcharge opérateur



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++

Librairie standard très complète

STL : **St**andard **L**ibrary

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

Conteneurs

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

Algorithmes et fonctions utiles

- string
- tuple
- algorithms
- 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

Tableau dynamique

std::vector=tableau d'éléments contigues 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;
}
```

en tête des std::vector

déclaration du type: std::vector

<int> est le type contenu dans le std::vector

<x> : paramètre template (=paramètre générique connu à la compilarion)

push_back: ajoute en fin de tableau

Accès comme un tableau C standard

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;
}
```

Tableau dynamique

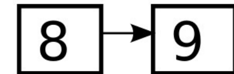
```
#include <iostream>
#include <vector>

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;
}
```

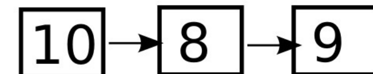
La STL est générique
S'adapte aux classes
de l'utilisateur

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;
}
```

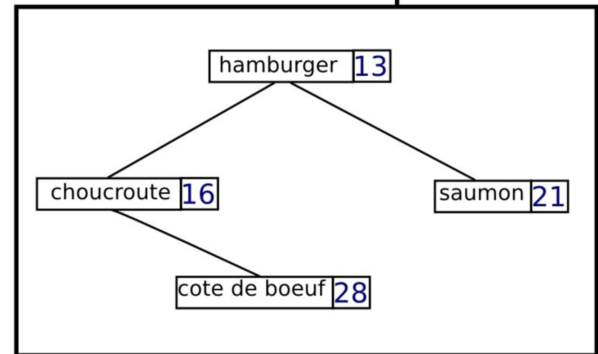
uniquement en C++11



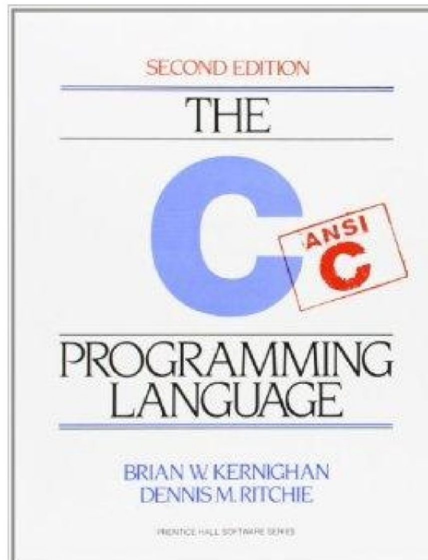


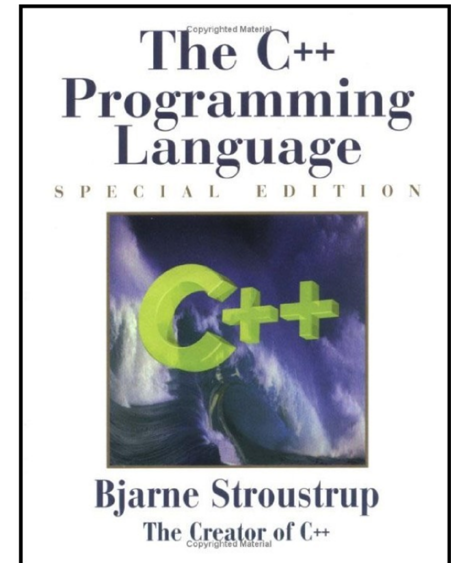
Arbre binaire de recherche + valeurs

```
#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;
}
```



Compatibilité avec le langage C





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++'

Compatibilité avec le C

Les bibliothèques C sont compatibles avec le C++

```
#include <cstdio>

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 <**c**NOM> 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.

Compatibilité avec le C

Deux appels pour la mémoire dynamique

1. Par malloc/free

```
#include <cstdlib>
#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)

Compatibilité avec le C

Deux appels pour la mémoire dynamique

2. Par new/delete

Opérateur new
Typé: pas de cast, pas de sizeof

```
#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 delete sur un tableau

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

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

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++:

Ressemble à un constructeur

```
#include <iostream>

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

    b=double(a);

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

    return 0;
}
```

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

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;
}
```

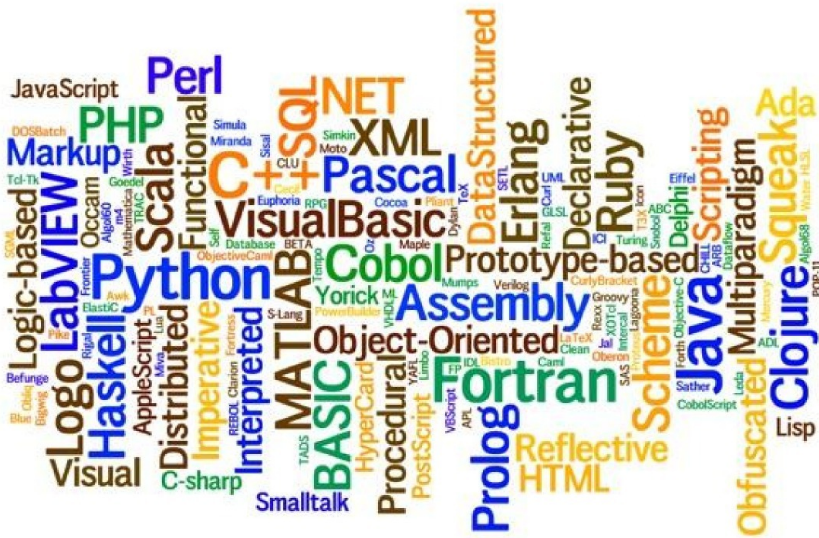
static_cast: conversion standard d'un type vers un autre (safe)

const_cast: enlève le const (à éviter tant que possible)

reinterpret_cast: changement du type pointé (unsafe).
A éviter tant que possible

+ dynamic_cast: reconversion (safe) d'un pointeur à l'éxécution

Pourquoi le C++ ?

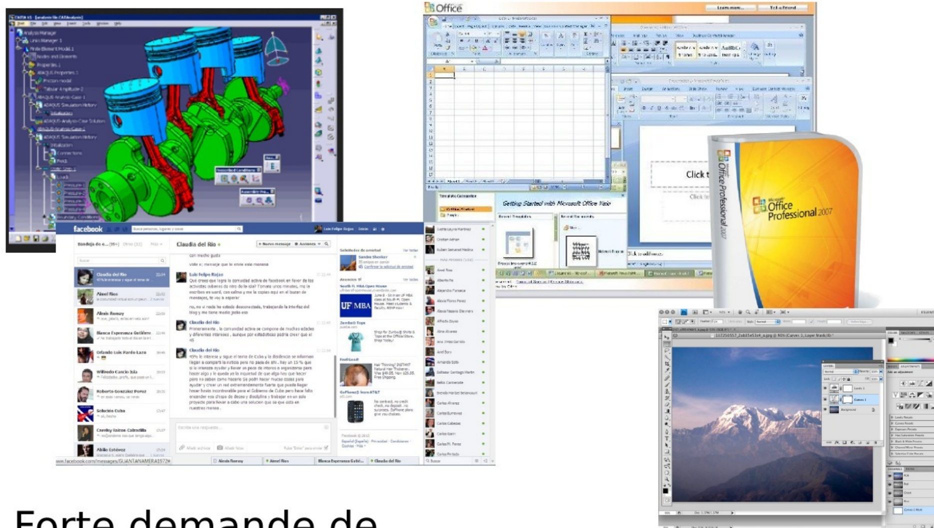


Pourquoi le C++ ?

- C++ aujourd'hui le language 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

Pourquoi le C++ ?

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

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

- L'unique language qui permet de faire à la fois
  - De le 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

Avantages/Inconvénients

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

- Liberté totale programmeur
- Compatibilité C

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