PROGRAMMATION ORIENTEE OBJET EN C++

Objectifs

Les objectifs de ce cours :

- Découverte de la POO
- Apprentissage du langage C++

Organisation :

- 7 séances de cours / TP
- 1 évaluation pratique

Le langage C++ - sommaire

Le langage C++

- Développé au début des années 1980 par Bjarne Stroustrup
- Au départ, extension du Langage C
- Programmation Procédurale et Orientée Objet
- Langage compilé
- Normalisé en septembre 2011 => C++11

(ISO/IEC 14882:2011)

Le langage C++

Position Nov 2010	Position Nov 2009	Delta in Position	Programming Language	Ratings Nov 2010	Delta Nov 2009	Status
1	1	=	Java	18.509%	+0.14%	A
2	2	=	C	16.717%	-0.60%	A
3	4	↑	C++	9.497%	-0.50%	A
4	3	↓	PHP	7.813%	-2.36%	A
5	6	↑	C#	5.706%	+0.36%	A
6	7	↑	Python	5.679%	+1.01%	A
7	5	↓↓	(Visual) Basic	5.470%	-2.70%	A
8	13	↑↑↑↑↑	Objective-C	3.191%	+2.30%	A
9	8	↓	Perl	2.472%	-1.02%	A
10	10	=	Ruby	1.907%	-0.50%	A
11	9	↓↓	JavaScript	1.664%	-1.25%	A
12	11	↓	Delphi	1.638%	-0.49%	A
13	17	↑↑↑↑	Lisp	1.087%	+0.47%	A
14	23	↑↑↑↑↑↑↑↑	Transact-SQL	0.793%	+0.38%	A
15	15	=	Pascal	0.784%	+0.13%	A
16	29	↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑	Ada	0.695%	+0.39%	B
17	36	↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑	NXT-G	0.682%	+0.45%	B
18	14	↓↓↓↓	SAS	0.669%	-0.15%	B
19	30	↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑	RPG (OS/400)	0.656%	+0.37%	B
20	12	↓↓↓↓↓↓↓↓	PL/SQL	0.655%	-0.25%	B

Le langage C++

Position Aug 2013	Position Aug 2012	Delta in Position	Programming Language	Ratings Aug 2013	Delta Aug 2012	Status
1	2	↑	Java	15.978%	-0.37%	A
2	1	↓	C	15.974%	-2.96%	A
3	4	↑	C++	9.371%	+0.04%	A
4	3	↓	Objective-C	8.082%	-1.46%	A
5	6	↑	PHP	6.694%	+1.17%	A
6	5	↓	C#	6.117%	-0.47%	A
7	7	=	(Visual) Basic	3.873%	-1.46%	A
8	8	=	Python	3.603%	-0.27%	A
9	11	↑↑	JavaScript	2.093%	+0.73%	A
10	10	=	Ruby	2.067%	+0.38%	A
11	9	↓↓	Perl	2.041%	-0.23%	A
12	15	↑↑↑	Transact-SQL	1.393%	+0.54%	A
13	14	↑	Visual Basic .NET	1.320%	+0.44%	A
14	12	↓↓	Delphi/Object Pascal	0.918%	-0.09%	A--
15	20	↑↑↑↑↑	MATLAB	0.841%	+0.31%	A--
16	13	↓↓↓	Lisp	0.752%	-0.22%	A
17	19	↑↑	PL/SQL	0.751%	+0.14%	A
18	16	↓↓	Pascal	0.620%	-0.17%	A-
19	23	↑↑↑↑	Assembly	0.616%	+0.11%	B
20	22	↑↑	SAS	0.580%	+0.06%	B

Webographie

- http://www.cppreference.com/wiki/
- http://cpp.developpez.com/
- http://casteyde.christian.free.fr/cpp/cours

Les Bibliothèques Graphiques

- http://www.qt.io
- https://www.wxwidgets.org/
- http://www.gtkmm.org

Exemple introductif : Equation

```
#include <iostream>    // pour l'affichage
#include <cmath>       // pour la ,racine carrée

int main()
{  double a,b,c ;          // déclaration coeffs
   a=1 ;                   // initialisation coeffs
   b=5 ;
   c=6 ;
   double delta = b*b – 4*a*c ;  // calcul discriminant
   double x1 = (-b - sqrt(delta))/ (2*a) ; // calcul solutions
   double x2 = (-b + sqrt(delta))/ (2*a) ;
   std::cout<< « racine1 :  »<<x1<< « \n racine2 : »<<x2 ;
}
```

Exemple introductif : Equation

Dans une optique de réutilisabilité et de maintenabilité de votre code

=> programmation modulaire

- Spécification dans equation.h
- Implémentation dans equation.cpp
- Utilisation dans test_equation.cpp

Fichier en-tête : equation.h

```
#ifndef EQUATION__H
#define EQUATION__H
#include <cmath>
#include <iostream>

        /* Définition du type Equation */
        typedef struct Equation {
              double coeffA, coeffB, coeffC; /* coefficients de l'équation */
              double x1, x2;  /* racines de l'équation */
         };
        /* Déterminer les racines de l'équation du second degré.*/
         void resoudre(Equation *eq);
         void afficher (Equation eq) ;

#endif
```

Fichier implémentation : equation.cpp

```
#include "equation.h"

void resoudre(Equation *eq)
{
/* variable locale à la fonction resoudre */
double delta =
            eq->coeffB * eq->coeffB - 4 * eq->coeffA * eq->coeffC;

eq->x1 = (- eq->coeffB + sqrt(delta)) / (2 * eq->coeffA);
eq->x2 = (- eq->coeffB - sqrt(delta)) / (2 * eq->coeffA) ;
}
void affiche ( Equation eq)
{
    std::cout<< « racine 1 : »<< eq.x1 ;        // affichage des résultats
    std::cout<< « \nracine 2 :  »<<eq.x2 ;
}
```

Fichier utilisateur : test_equation.cpp

```
#include "equation.h"

Int main()
{
    Equation uneEquation ;            // declaration
    UneEquation.coeffA = 1 ; // initialisation des coeffs
    UneEquation.coeffB = 5 ;
    UneEquation.coeffC = 6 ;
    Resoudre ( &uneEquation) ;   // calculer les racines
    Affiche(uneEquation) ;
    Return 0 ;
}
```

Fichier en-tête : Equation.h

```
#ifndef EQUATION__H
#define EQUATION__H
#include <cmath>
#include <iostream>

Classe Equation {
        public :
            double coeffA, coeffB, coeffC; /* coefficients de l'équation */
            double x1, x2;      /* racines de l'équation */

            void resoudre();
            void afficher();
};
#endif
```

Fichier implémentation : Equation.cpp

```
#include "Equation.h"

void Equation::resoudre()
{
/* variable locale à la fonction resoudre */
double delta =  coeffB * coeffB - 4 * coeffA * coeffC;

  x1 = (- coeffB + sqrt(delta)) / (2 * coeffA);
  x2 = (- coeffB  - sqrt(delta)) / (2 *  coeffA) ;
}
Void Equation::afficher()
{
     Std::cout<< « Racine 1 : »<< x1 ;        // affichage des résultats
     Std::cout<< « \nRacine 2 :  »<<x2 ;
}
```

Fichier utilisateur : testEquation.cpp

```
#include "Equation.h"

Int main()
{
    Equation uneEquation ;            // declaration
    uneEquation.coeffa = 1 ;      // initialisation des coeffs
    uneEquation.coeffb = 5 ;
    uneEquation.coeffc = 6 ;
    uneEquation.resoudre() ;   // calculer les racines
    uneEquation.afficher() ;    //affichage des résultats
    return 0 ;
}
```

Approche Objet

«Les systèmes logiciels sont caractérisés au premier chef par les objets qu'ils manipulent, non par la fonction qu'ils assurent.

Ne demandez pas CE QUE FAIT LE SYSTÈME.

Demandez À QUI IL LE FAIT ! »

Bertrand MEYER

POO

En Programmation Orientée Objet, 2 concepts-clés :

- Modularité

  => encapsulation et masquage d'information (notion de classe)

- Extensiblilité

  => relation d'héritage

POO

En Programmation Orientée Objet, on regroupera au sein d'une CLASSE des *attributs* et des *méthodes*.

Les *attributs* : l'état d' un objet

Ex : les coeffs, les solutions

Les *méthodes* : les actions pouvant être réalisées sur un objet de type Equation (unités de calcul...)

Ex : résoudre, afficher

Les Classes

Une classe définit :

Un Module => ce sera donc une unité d'encapsulation et un « espace de nommage »

Un Type => qui permet de créer des objets statiques ou dynamiques

Objets, Classes, Types

Quelques affirmations :

- Un objet est une instance d'une classe
- Un objet est une instance d'une et une seule classe
- Un objet a pour type le nom de sa classe mais peut avoir d'autres types (héritage)

Classe (déclaration)

La déclaration d'une classe se fait dans un fichier d'en-tête (Matiere.h) :

```
class  Matiere {
        public :
            int nbNotes;
            float notes[10];
            string nom ;
            void saisirNotes();
            void saisir();
            void affiche();
           };          // fin de classe
```

Classe (définition)

Le corps des fonctions sera définie dans un autre fichier (Matiere.cpp) :

```
#include « Matiere.h »
void Matiere::saisir() {
        ...
        cout<<« nombre notes ? » <<endl;
        cin>>nbNotes ;
saisirNotes();
}
void Matiere::saisirNotes(){
...
}
```

Classe (utilisation)

```
#include « Matiere.h »

int main(){
        Matiere m1 ;

        m1.saisir();
        m1.affiche();

        return 0;
}
```

Les fonctions

Surcharge de fonctions :

- Possibilité d'avoir deux fonctions portant le même nom si les paramètres sont différents

  => signatures différentes

  ```
  Point* creer_point(float x);
  Point* creer_point(float x, float y );
  Point* creer_point(float x, float y, float z);
  ```

- Le type de retour n'est pas pris en compte pour identifier la fonction

Les constructeurs

Appelé automatiquement lors de la déclaration de l'objet :

- Initialisent les champs de l'objet
- Même identificateur que celui de la classe
- Pas de type de retour
- Accès public
- Peuvent être surchargés
- Si aucun constructeur dans la classe, le compilateur synthétise un constructeur par défaut(qui ne fait rien...)

Les constructeurs

```
#include <ctime>

class Date {
        public :
                int jour, mois, annee;

                // Constructeur sans paramètre
                Date() ;
                //les attributs sont initialisés par la date courante du SE

                //Constructeur avec paramètres
                Date (int j, int m,int a) ;
                //les attributs sont initialisés avec les paramètres j, m, a
    };
```

Les constructeurs

```
#include « Date.h »

Date ::Date(){
    time_t t;
    time(&t);
    tm date = *localtime( &t );
    jour=date.tm_mday;
    mois=date.tm_mon;        // valeur entre 0 et 11
    annee=1900+date.tm_year;
}

Date::Date(int j, int m, int a):jour(j),mois(m),annee(a) {}
...
 int  main()
{
    Date date_actuelle;     // constructeur Date() appelé
    Date fete_nat(14,7,1789);  // constructeur Date(14,7,1789)
    appelé
```

Les constructeurs

Peuvent posséder une liste d'initialisation :

- L'ordre d'initialisation de la liste doit suivre l'ordre de déclaration des attributs
- La liste d'initialisation est obligatoire lorsque les champs sont des constantes
- A privilégier si certains champs sont des objets

Le destructeur

- Fonction membre du même nom que la classe précédée du caractère ~
- Pas de paramètre ni de type de retour
- Appelé à la destruction de l'objet, juste avant que la mémoire occupée par l'objet soit récupérée par le système
- Doit libérer la mémoire allouée dans la classe

ex : ~Segment(){
delete x1;
delete x2;}

Les entrées-sorties

En C, utilisation des fonctions de <stdio.h> :

- saisie : scanf, fscanf, fgets, getchar,...

  => Flux d'entrée standart : stdin

- affichage : printf, fprintf, puts, putchar,...

  => Flux de sortie standart : stdout

  => Flux d'erreurs standart: stderr

Les entrées-sorties

En C++, utilisation des objets de <iostream> :

- saisie : operateur d'injection >>

  => Flux d'entrée standart : std::cin (type istream)

- affichage : operateur d'extraction <<

  => Flux de sortie standart : std::cout

  => Flux d'erreurs standart: std::cerr (type ostream)

  std::clog

Les entrées-sorties

Flot de sortie std::cout :

```
int i=123;
float f=3.14;
string s =« coucou »;
Point p ;
std::cout<<i;
std::cout <<"\n  f= "<<f ;
std::cout<<s<<std::endl<<p<<std::endl ;
```

Les entrées-sorties

Flot d'entrée std::cin :

```
int i;
float f;
string chaine;
std::cout<<" tapez la valeur de i et f:"<<std::endl ;
std::cin >> i >> f;    // l'espace servira de séparateur
std::cin.getline(chaine,129,'\n') ;
// saisie d'une chaîne jusqu'au retour chariot ou longueur précisée
std::cin.get();        // saisie d'un caractère
```

Espace de nommage

Zones de déclaration permettant de délimiter la recherche des noms des identificateurs par le compilateur

=> regrouper les identificateurs logiquement et éviter les conflits de noms entre plusieurs parties d'un même projet.

Ex : using namespace std ;

(on peut utiliser cout directement plutôt que std::cout)

Chaines de caractères

Depuis la STL, il existe une classe string équivalente à celle de Java :

```
string s1 =« bonjour », s2=« salut » ;
string s3 = s1+ s2;
if (s1==s2)
  cout<<s1;
if (s1.size() != 0)
 cout<< s1.substr(3) ;  // affiche  jour
getline(cin , s3 );  //saisie d'une chaine
                     avec espace
```

=> TP 1

Gestion mémoire

En C, utilisation des fonctions malloc / free:

```
Point * p = (Point*)malloc(sizeof(Point));
...
free(p);
```

En C++, operateur new et delete

```
Point * p = new Point;
            p -> x = 2.0 ;
            p -> afficher() ;
 ...
delete p;
```

Gestion mémoire

Pour les tableaux :

```
int * pti = new int[3];  // réservation d'un tableau de 3 entiers
Point * tab = new Point[20];  // réservation de 20 objets Point
...
delete[] pti ; // ne pas oublier les [ ] !!
delete [] tab ;
```

Gestion mémoire

En C++,

```
Point p1 ;        //réservation dans la pile
Point *p2 = new Point ;
Point t1[3];      //3 appels successifs au constructeur sans
   paramètres

Point t2[2][2] ;  // 4 appels …
Point *t3 = new Point[3];
Point **t4 = new Point*[2];
   t4[0] = new Point[2] ;
   t4[1] = new Point[2] ;
   …
```

Référence

Une référence est un alias sur une variable :

- Initialisation obligatoire à la déclaration

  Exemple :

```
int i=0;
int &iref=i;        // &iref contient l'adresse de i
iref =1;            // idem que i=1;
```

- Permet dans une fonction de passer des arguments par adresse
- En Python, passage des objets en paramètres par référence

Référence

Version C++ :

```
void permuter(int &x, int &y)
{    int tampon =x;
     x=y;
     y=tampon;
}
Int main()
{
   int n1= 1,n2=2;
   permuter(n1,n2);
   cout<<n1<<endl<<n2;
   return 0;
}
```

Version C:

```
void permuter(int *x, int *j)
{          int tampon = *x;
           *x=*y;
           *y=tampon;
}
Int main()
{
   int n1= 1,n2=2;
   permuter(&n1,&n2);
   printf(«%d %d »,n1,n2);
   return 0;
}
```

Référence

En C++2011, on peut écrire *:*

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

int main()
{
  int tab[]  = { 1, 2 ,3 ,4};
  for (int& val : tab)
        cout<<val<<endl;
  return 0;
}
```

Encapsulation

Chaque caractéristique (attributs ou méthodes) d'une classe a un droit d'accès. Il existe 3 niveaux de droit d’accès :

- **private** : le nom du membre n’est connu que des fonctions membres et amies de la classe (par défaut).
- **protected** : idem que private mais ce membre est accessible à toutes les méthodes des classes dérivées.
- **public** : accessible par tous.

Encapsulation

Intérêt :

Les droits d'accès permettent le masquage d'informations.

Règle :

Un attribut devrait toujours être déclaré private pour permettre à l 'auteur de la classe de garantir l'intégrité des objets.

Conséquence :

Définition de méthodes (public) d'accès et de modification (getters and setters)

Encapsulation

```
#ifndef EQUATION__H
#define EQUATION__H
#include <cmath>
#include <iostream>

Classe Equation {
        // attributs private
           double coeffA, coeffB, coeffC; /* coefficients de l'équation */
           double x1, x2;      /* racines de l'équation */
         public :
           void resoudre();
           void afficher();
};
#endif
```

Encapsulation

```
#include "Equation.h"

Int main()
{
    Equation uneEquation ;            // declaration
    uneEquation.coeffa = 1 ;      // droits d'accès insuffisants
    uneEquation.coeffb = 5 ;      // => erreur à la compilation
    uneEquation.coeffc = 6 ;
    uneEquation.resoudre() ;   // calculer les racines
    uneEquation.afficher() ;    //affichage des résultats
    return 0 ;
}
```

Encapsulation

```
#ifndef EQUATION__H
#define EQUATION__H
#include <cmath>
#include <iostream>

Classe Equation {
        // attributs private
           double coeffA, coeffB, coeffC; /* coefficients de l'équation */
           double x1, x2;      /* racines de l'équation */
        public :
           void resoudre();
           void afficher();
           void init(double a, double b,double c) ;
};
#endif
```

Encapsulation

```
#include "Equation.h"

Int main()
{
    Equation uneEquation ;            // declaration
    uneEquation.init(1,5,6) ;
    uneEquation.resoudre() ;   // calculer les racines
    uneEquation.afficher() ;    //affichage des résultats
    return 0 ;
}
```

Amitié

Fonction amie :

- Fonction non-membre de la classe
- Accès à tous les membres (publics ou privés)
- Déclaration explicite dans la classe précédée du mot réservé *friend*
- L'amitié ne s'hérite pas :

  ⇒Si une classe B hérite de A, les amies de la classe A ne sont pas amies de la classe B

Amitié

Fonction amie :

```
class C {
                int a;
                friend void fonc_amie(C  , int); // fonction amie
        public :
                void fonc_membre(int);
        };
// fonction amie indépendante : pas de résolution de portée
void fonc_amie(C c,int i) { c.a=i; }
// fonction membre de la classe C : résolution de portée
void C::fonc_membre(int j) { a=j; }
```

Amitié

Fonction amie :

```
class D {
        float f;
        friend void C::fonc_membre(int); // fonction amie
                                                de classe
        friend void fonc_amie(int); // fonction amie indépendante
        ...
        };
...
void C::fonc_membre(int i) {
        D d1;
        ....  d1.f  ..   // autorisé
        }
```

Amitié

Classe amie :

```
class C1;   // déclaration incomplète mais nécessaire pour le
   compilateur
class  C2  {
        friend C1;  // toutes les fonctions membres de C1
                    //  sont  amies de C2
        int i;
        ...
        };
class C1 {
        void fonc1( C2 ...);  // accès à i de C2
        void fonc2(C2 ...); // accès à i de C2
        ...
        };
```

Les membres statiques

Comme en java, on peut utiliser des attributs et des méthodes de classes :

- partagés par tous les objets de la classe
- un seul exemplaire par classe

Les membres statiques

Attributs statiques :

```
//déclaration ds Point.h
class Point{
        public:
        static int nbPoints;
        …
};

//initialisation ds Point.cpp
int Point::nbPoints = 0;
```

```
// ds TestPoint.cpp
 Point p1;
cout << p1.nbPoints;
cout << Point::nbPoints ;
```

Les membres statiques

Fonctions membres statiques :

```
//déclaration ds Point.h
class Point{
        public:
        static int combien() ;
        …
};

//initialisation ds Point.cpp
int Point::combien() {
        static int nbPoints = 0;
        return nbPoints++;
        }
```

```
// ds TestPoint.cpp
 Point p1;
cout << p1.combien();
cout << Point::combien() ;
```

Const

- Pour rendre une variable constante
- Situé après la déclaration d'une méthode :
  - Modification des attributs de l'objet interdite
  - Fait partie de sa signature
  - Il est conseillé de qualifier const toute méthode qui peut l'être, cela élargit son champ d'application

Const

```
int main()
{
   A x ;
   const A y ;
   x.f1() ;  //ok
   x.f2() ;  //ok
   y.f1() ;  // interdit
   y.f2() ;  //ok
```

```
class A {
        int a ;
        public :
            void f1() ;
            void f2() const ;
};
...
void A::f2() const {
        a = 0 ; // interdit
}
```

=> TP 2

This

Pointeur sur l'objet sur lequel la fonction membre est invoqué

Déclaré par défaut dans toute classe :

Matiere *const this;

En Java, this représente l'objet !!!

Compilation conditionnelle

Pour éviter les inclusions multiples, concevoir ses propres fichiers d'en-tête de la façon suivante :

Dans « matiere.h » :

```
#ifndef  _MATIERE_H
#define _MATIERE_H
    … // contenu du fichier « matiere.h »
#endif
```

Les fonctions

Valeurs par défaut à certains paramètres :

- Spécifiées uniquement dans le prototype, pas dans la définition de la fonction

```
Point * creer_point(float x, float y=0, float z =0);
...
creer_point(3);
creer_point(3,5);
```

- Les paramètres facultatifs doivent forcément se trouver à droite

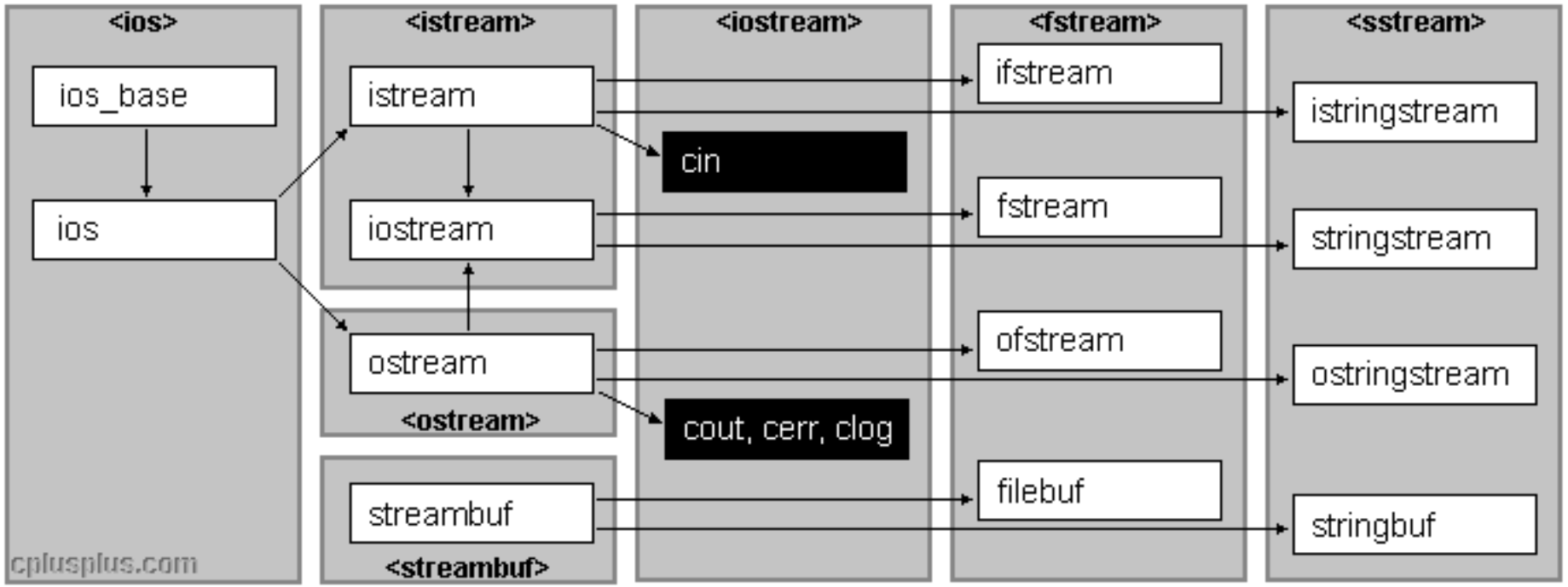
Fonctions *inline*

Optimisation du code :

- Pas de rupture de séquence, le compilateur remplace l'appel de la fonction par le code de celle-ci
- A écrire dans les fichiers d'en-tête

```
inline int abs (int x) {
    return  x>=0 ? x : -x ;
}
```

Gestion fichiers



Gestion Fichiers

Lecture en utilisant *ifstream* :

ifstream (const char * nom, openmode mode=in)

Ex :
```
ifstream fic (« monfic »);
int a;
if (fic.is_open())
{
        fic >> a; // lire un entier
        cout << "A = " << a;
        fic.close() ;
 }
```

Gestion Fichiers

Ecriture en utilisant o*fstream* :

ofstream (const char * nom, openmode mode=out|trunc)

Ex :

```
ofstream fic (« monfic »,ios_base::app);
int a = 5;
if (fic.is_open())
{
    fic<<a<<endl; // ecriture de a en fin de fichier
    fic.close() ;
 }
```

Surcharge des opérateurs

En C++, on peut redéfinir la plupart des opérateurs

(sauf . .* :: ? : sizeof)

- soit pour les étendre à des objets

```
Complexe c1,c2,c3;
...
c3 =  c2 + c1 ;
```

- soit pour changer l'effet d'opérateurs prédéfinis sur des objets

```
Segment s1,s2;
...
s1 = s2 ;
```

Surcharge des opérateurs

Par une fonction membre :

Complexe.h

```
class Complexe{
        ...
        Complexe operator+(const Complexe& c) ;
        ...
        };
```

main.cpp

```
Complexe c1,c2,c3;
...
c3 =  c2 + c1 ;//compris comme c3 = c2.operator+(c1)
```

Surcharge des opérateurs

Par une fonction membre :

Complexe.cpp

```
#include "Complexe.h"

Complexe Complexe :: operator+(const Complexe& c)
{
    return Complexe (this->x+c.x, this->y+c.y);
}
```

Surcharge des opérateurs

Par une fonction indépendante :

```
class Complexe{
            ...
};
Complexe operator+(const Complexe& a,const Complexe& b) ;
...
Complexe c1,c2,c3;
...
c3 =  c2 + c1 ;        //compris comme c3 = operator+(c2,c1);
```

Surcharge des opérateurs

Par une fonction indépendante :

```
#include "Complexe.h"

Complexe operator+(const Complexe& a,const Complexe& b)
{
	return Complexe (a.x+b.x, a.y+b.y);
}
```

Surcharge d’opérateurs

- Si les deux possibilités existent, le compilateur soit privilégie la fonction membre, soit génère une erreur estimant l’expression ambiguë
- Du fait des conversions implicites, il est préférable de privilégier la fonction non-membre:

```
Complexe c1,c2;
c1 = c2 + 1 ;        //cast  implicit de 1 en Complexe( 1,0)
c1 = 1 + c2 ;        // erreur 1 n’est pas un objet
```

Surcharge d’opérateurs

Certains opérateurs ne peuvent être surchargés que par fonction membre :

ex :

=> opérateur d’affectation =

=> opérateur d'indexation [ ]

=> opérateur de pré/post incrémentation

Surcharge d'opérateurs

TabInt.h

```
class TabInt {
                                    int taille;  // dimension du tableau
      int *tab, error;
   public :
      TabInt(int s=10) ;
                                    ~TabInt() ; { delete [] tab; }
                                    int & operator[] (int i) ;
                                };
```

Main.cpp

```
TabInt t(5);
t[0] = 10;
cout<<t[0] ;
```

Surcharge d'opérateurs

TabInt.cpp

```
#include   "TabInt.h"
TabInt ::TabInt(int s=10): taille(s), tab(new int[taille])     {}

TabInt :: ~TabInt()  { delete [] tab; }

 int & TabInt ::operator[] (int i)                                    {
 {            if (i<taille)
                    return tab[i];
              else
                  cerr<<''indice trop grand '' <<endl;
              return error;
  }
```

Surcharge d'opérateurs

Cas des opérateurs ++ et -- :

On définira l'opérateur :

a.operator++() pour une préincrémentation.

a.operator++(int) pour la postincrémentation.

Les appels resteront : ++a pour a.operateur++()

a++ pour a.operator++(0)

Surcharge d’opérateurs

```
class Complexe{
        ...
        Complexe& operator ++(int){
              x++ ;
              y++ ;
              return *this ;
         }
};
Complexe c1, c2 ,c3 ;
c3 = c2 + c1++ ;
```

Surcharge d'opérateurs

La surcharge des opérateurs d'injection << et d'extraction de données >> dans les flux ne peut se faire que par fonction indépendante

```
class Point{
        public :
        double x,y ;
…};  // fin de la classe
ostream & operator<<(ostream& o,const Point& p){
        o<< p.x<<« , »<<p.y<<endl;
        return o;
};
```

Ce qui permet :

```
cout<<p1<<p2<<p3;
```

Surcharge d'opérateurs

```
class Point{
        private : double x,y ;
        …};
    istream& operator>>(istream& i, Point& p){
        double temp;
        cin>>temp;
        p.setX(temp);
        cin>>temp;
        p.setY(temp);
        return i;
    };
```

Ce qui permet :

```
cin>>p1>>p2>>p3;
```

```
class Point{
        private :   double x,y ;
        public :
        void saisir(istream &i){
                i>>x>>y;  }
        …};
    istream& operator>>(istream& i, Point& p){
        p.saisir(i);
        return i;
    };
```

=> TP 3

La Standard Template Library (STL)

La classe string

Des conteneurs :

=> Implémentations de grande qualité pour les structures de données les plus courantes

Des itérateurs :

=> Variables qui repèrent la position d'un élément dans un conteneur

Des algorithmes

=> Fonctions génériques qui permettent de faire des opérations sur des containers (tri, …)

Conteneurs

Structures de données appelées à contenir d'autres objets.

Classes *template* paramétrées par un type de données :

```
std::vector<int> t1 ;
std::stack<Complex> t2 ;
std::map<string,int> t3 ;
```

Inclusion du header correspondant :

```
#include <vector>
#include <map>
...
```

Conteneurs

Classés en 2 catégories :

- Les séquences :

  => Ordre bien défini

  Ex : vector , list , stack , deque

- Les conteneurs associatifs :

  => Chaque élément possède une clef

  Ex : set , multiset, map , multimap

Conteneurs

```
...
int main() {
    vector<int> tabentiers;
    int temp;
    cout <<‘’donner un entier : ‘’ ;
    cin>>temp;
    tabentiers.push_back(temp);  // insère la valeur de temp à la fin
    cout<<‘’ il y a : ‘’<<tabentiers.size()<< ‘’ éléments dans le tableau
    ‘’<<endl;
    cout<<‘’ premier élément du tableau ‘’<<tabentiers.front() <<endl;
    cout<<‘’ premier élément du tableau ‘’<<tabentiers[0] <<endl;
    cout<<‘’ premier élément du tableau ‘’<<tabentiers.at(0) <<endl;
    ...
```

Conteneurs

Un vector utilise en interne un tableau alloué dynamiquement, qui sera donc ré-alloué :

- A chaque rajout
- A chaque insertion
- A chaque suppression

Accès aux éléments d'un vector :

tabentiers[i]

tabentiers.at(i) => out_of_range exception

Conteneurs

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

int main() {
    list<int>  listeentiers;
    int temp;
    cout <<‘’donner un entier : ‘’ ;
    cin>>temp;
    listeentiers.push_back(temp);      // insère la valeur de temp à la fin
    cout<<‘’ il y a : ‘’<<listeentiers.size()<< ‘’ éléments dans la liste ‘’<<endl;
    cout<<‘’ premier élément de la liste ‘’<<listeentiers.front() <<endl;
    …
```

Conteneurs

A l'insertion dans le conteneur, l'objet est recopié !!!

```
Point p(2,2) ;
list<Point> poly ;
poly.push_back(p) ;
p.setX(0) ;
cout<<poly.front().getX()<<endl ;
=>   affiche 2
```

Conteneurs

Si utilisation de pointeurs, seule l'adresse est recopiée, pas de duplication de l'objet.

```
Point * p = new Point(2,2) ;
list<Point*> poly ;
poly.push_back(p) ;
p->setX(0) ;
cout<<poly.front()->getX()<<endl ;
=>   affiche 0
```

Itérateurs

Les itérateurs sont des objets permettant d'accéder à tous les objets d'un conteneur donné

Ils s'utilisent comme des pointeurs

=> ++ , - - , *

Chaque conteneur possède son propre type d'itérateur (constant ou pas)

Itérateurs

```
vector<Point> tab(10);
vector<Point>::iterator it ;
// vector<Point>::const_iterator it;  // pr un objet
   constant
// list<Point>::iterator it;       // pr une liste

for (it=tab.begin() ; it != tab.end(); it++){
   cout << *it<<‘’ ‘’<<endl;
     cout<<it->getX()<<endl ;
   ...
   *it     : accès à la valeur.
   it++  : incrémentation d’un itérateur
```

Itérateurs

AJOUT / SUPPRESSION D'UN ELEMENT :

```
vector<Point> tab(10);
vector<Point>::iterator it = tab.begin() ;
Point temp (0,5) ;

tab.insert(it+2, temp) ;

for (it=tab.begin() ; it != tab.end(); it++)
    if(p->getX()<0)
            it = tab.erase(it) ;
...
```

Algorithmes

Fonctions *template* optimisées permettant d'effectuer différentes opérations , en faisant appel aux itérateurs :

- Tri
- Recherche
- Suppression , remplacement, …

Algorithmes

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

int main() {
    vector<int> tabentiers;
    ...remplissage du tableau

    sort(tabentiers.begin(), tabentiers.end()); // tri du tableau en
                                                utilisant  l' operateur  <
    vector<int>::iterator it;
    for (it = tabentiers.begin() ; it != tabentiers.end(); it ++)
        cout << *it << ''   '' <<endl;
    ...
```

Algorithmes

```
bool decroissant( int a,int b) { return a  > b; }

int main() {
    vector<int> tabentiers;
    ...remplissage du tableau

    // tri du tableau en utilisant la fonction decroissant
    sort(tabentiers.begin(), tabentiers.end(), decroissant);

    vector<int>::iterator it;
    for (it = tabentiers.begin() ; it != tabentiers.end(); it ++)
          cout << *it << ‘’   ‘’ <<endl;
    ...
```

=> TP 4