

Programmation Orientée Objet

Programmation des classes et objets

Pr Imane DAOUDI

Plan

1. Introduction à la programmation orientée objet
2. Généralités
3. Opérateurs sur tableaux, pointeurs et objets
4. Les fonctions
5. Programmation des classes et objets
6. Surcharges des opérateurs
7. L'héritage
8. De l'UML vers C++

5. Programmation des classes et objets

➤ La classe en C++.

La classe en C++ est la généralisation de la notion **de la structure du C.**

Elle comporte : **-Des champs** (les données)

-Des fonctions (les méthodes agissent sur les données)

Le mot clé « **class** » permet de définir et déclarer la classe.

La classe doit être déclarée **avant** d'être utilisée.

La déclaration d'une classe précise :quels sont ses membres qui peuvent être :

- **publics** : à l'aide du mot clé « **public** » accessibles à l'utilisateur de la classe.
- **privés** : mot clé « **private** » inaccessibles en dehors de la classe.

Remarque : ***Par défaut les membres sont privés.***

5. Programmation des classes et objets

➤ La classe en C++

- Une **classe** est une structure dans laquelle seulement certains membres et/ou certaines méthodes sont accessibles depuis l'extérieur, les autres étant seulement accessibles à l'intérieur.
- Une classe permet donc d'encapsuler des données en les déclarant privées (mot clef **private**) !
- La déclaration d'une classe est voisine de celle d'une structure :
 - il faut remplacer le mot clef **struct** par **class** ;
 - il faut préciser quels membres (données ou fonctions) sont publics ou privés à l'aide des mots clés **public** et **private**. Si tous les membres sont publics on obtient l'équivalent d'une structure !

5. Programmation des classes et objets

➤ La classe en C++

```
class complex
{
  private :      // données privées (encapsulées)
                 float im, re;

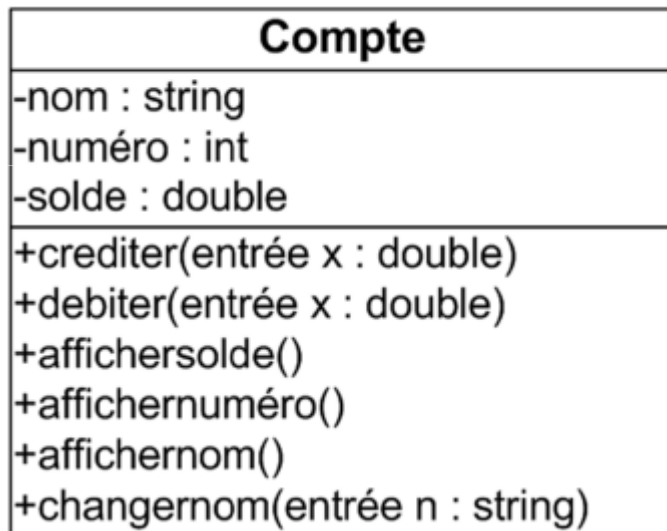
  public :
                 // méthodes publiques
                 void initialise() ;
                 void modifie(float, float) ;
                 void affiche() ;
};      // le ; est indispensable
```

- Les méthodes d'une classe ont accès à toutes les données de la classes quelles soient **publiques** ou **privées** !

5. Programmation des classes et objets

➤ Déclaration d'une classe en C++ :

- Exemple : déclarons une classe « Compte » correspondant à ce diagramme UML



```
class Compte
{
    private :
        string nom;
        int numero;
        double solde;
    public :
        void crediter (double x);
        void debiter (double x);
        void affichersolde (void);
        void affichernumero (void);
        void affichernom (void);
        void changernom (string n);
};
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Définition des méthodes en C++

Consiste à donner les définitions des fonctions membres suivant la syntaxe :

```
type_retour  nom_classe  :: nom_fc (liste des paramètres)
                {
                }
```

Remarque :

La définition d'une fonction membre peut se faire à l'intérieur d'une déclaration de classe ou à l'extérieur à l'aide de l'opérateur ::

« :: » est l'opérateur de résolution de portée.

5. Programmation des classes et objets

➤ Définition des méthodes en C++

Exemple 1 : définition des fonctions membres à l'extérieur de la classe

```
class point
{
    private :
        int x ;
        int y;

    public :
        void initialisation(int, int) ;
        void deplace(int, int) ;
        void affiche( ) ;
};

void point :: initialisation(int abs, int ord)

{
    x = abs ;
    y = ord ;
}

// x et y représentent implicitement les membres d'un objet de class point
```


5. Programmation des classes et objets

➤ Définition des méthodes en C++

Exemple 2 : définition des fonctions membres à l'intérieur de la classe

class article

{

int num ;

char *nom ;

float prixHT ;

int qte ;

public :

float prixTTC() { return prixHT*1.19 ; } // qui calcule le prix TTC

void ajouter(int q) { qte = qte + q ; } // augmentation du stock

void retirer(int q) { qte = qte - q ; } // diminution du stock

};

5. Programmation des classes et objets

➤ Utilisation des méthodes en C++

Identiques au cas d'une structure

La syntaxe pour déclarer un objet de type classe définie est :

```
nom_classe liste_des_noms_objets ;
```

Exemple : *point a, b ; article c, d ;*

On accède à un membre public (donnée ou fonction) à l'aide de l'opérateur « . » :

Exemple : **c.ajouter(50) ; a.initialisation(5,2) ; x = d.prixTTC() ;**

- Ces exemples représentent des appels de fonctions membres des classes point ou article.


5. Programmation des classes et objets

- Découpage du code en modules:
- En C++ un module sera un regroupement logique et cohérent de classes.
- Pour chaque module on va créer deux types de fichiers :
- Un « **header** » c'est à dire un fichier « **.h** » qui contiendra les déclarations des classes du module.
- Un **fichier source** « **.cpp** » qui contiendra leurs implémentations (définitions).

5. Programmation des classes et objets

➤ Découpage du code en modules: exemple

Notre « main » devra nécessairement inclure notre nouveau fichier « .h » :



```
#include <iostream>
#include <string>
#include "maclasse.h"
using namespace std;

int main()
{
    ...
}
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Découpage du code en modules: exemple

Le fichier « .h » :

```
#ifndef MACLASSE_H_INCLUDED
#define MACLASSE_H_INCLUDED
#include <string>
class Compte
{ private :
    std::string nom;
    int numero;
    double solde;
public :
    void crediter (double x);
    void debiter (double x);
    void affichersolde (void);
    void affichernumero (void);
    void affichernom (void);
    void changernom (std::string n);};
#endif // MACLASSE_H_INCLUDED
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Découpage du code en modules: exemple

Le fichier « .cpp » :

```
#include <iostream>
#include <string>
#include "maclasse.h"
using namespace std;

void Compte::crediter (double x)
{ solde += x; }

void Compte::debiter (double x)
{ solde -= x; }
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Découpage du code en modules: exemple

Le fichier « .cpp » (suite)

```
void Compte::affichersolde(void)
{ cout << "solde : " << solde << endl; }
```

```
void Compte::affichernumero(void)
{ cout << "numero de compte : " << numero << endl; }
```

```
void Compte::affichernom(void)
{ cout << "nom du compte : " << nom << endl; }
```

```
void Compte::changernom (string n)
{ nom=n; }
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Découpage du code en modules: exemple

Le fichier « .cpp » (suite)

```
#include<iostream>
#include "Compte.h"
Using namespace std;
int main()
{
    Compte cmp1;
    cmp1.crediter(200);
    cmp1.debiter(100);
    cmp1.changernom(" nouveaunom");
}
```


5. Programmation des classes et objets

➤ Découpage du code en modules: exemple

➤ **Remarque fondamentale :**

- Dans un fichier « .cpp », quand vous implémentez les méthodes d'une classe définie dans un fichier « .h », vous devez rajouter devant le nom des méthodes le préfixe :


NomDeLaClasse::

➤ **Une autre remarque fondamentale :**

- Les méthodes d'une classe disposent d'un accès direct aux attributs de cette même classe, c'est pourquoi il n'est pas nécessaire de passer ces derniers en paramètres pour qu'une méthode puisse les manipuler.
- **Exemple :**

```
void Compte::debiter (double x)  
{ solde -= x; }
```

Solde est un
attribut de
la classe



5. Programmation des classes et objets

➤ Découpage du code en modules: exemple

➤ **Encore une remarque fondamentale**

- Si une méthode n'est pas sensé modifier la valeur des attributs de la classe, on pourra lui adjoindre le suffixe « **const** ». C'est une précaution contre d'éventuelles erreurs de code, car dans le cas où'on aurait une tentative de modification d'un attribut le compilateur le signalerait.
- **Exemple :**

```
void affichersolde (void) const;
```

➤ **Une dernière remarque fondamentale :**

- Il est interdit d'initialiser les attributs lors de la déclaration d'une classe.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Relativement à un objet de classe il doit exister une opération caractéristique, dont l'utilité est de fournir une première initialisation à cet objet.

⇒ La meilleure approche est de définir une fonction dont le rôle systématique est d'initialiser l'objet.

⇒ Une telle opération est appelée « constructeur »

En C++, Un constructeur est une **« fonction membre »** qui porte le même nom que sa classe.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

- Le constructeur **alloue de la mémoire à un objet** et **l'initialise**.
- Le constructeur ne doit être précédé ni d'un type donné ni de « void ».

class article

```
{ .....  
    article(int, char *, float, int);    // constructeur de la classe article  
    .....  
};
```

- Toutes les instances de cette classe sont initialisées par cette fonction membre.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Exemple 1 :

```
article a = article(102, "chemise",98.4, 23) ;
```

le constructeur est appelé dès la déclaration pour fournir les valeurs initiales

⇒ **a** est initialisé par affectation d'une instance créée par le constructeur.

Exemple 2 :

```
article a(102, "chemise",98.4, 23) ;
```

C'est la forme abrégée du constructeur , car elle fait appel automatiquement au constructeur.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Exemple : `article b = a ;`
`article c ;`

- L'objet (ou instance) « **b** » est initialisé à partir de l'objet « a » supposé existant.
- L'écriture pour la création de l'objet « **c** » est incorrecte

⇒ Un objet ne peut être déclaré sans être initialisé : affectation créée par un constructeur ou un objet déjà existant.

Exemple 1 : Dans le cas d'un pointeur sur un objet

```
article *pa = new article(102,"chemise",98.4, 23) ;
```

Ou

```
article *pa ;  
pa = new article(102,"chemise",98.4, 23) ;
```

new sert à allouer de l'espace mémoire à un pointeur.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Propriétés d'un constructeur

- Le **nom d'un constructeur** est toujours le **même** que celui de **la classe**.
- Les constructeurs **ne retournent aucune valeur** (même pas void).
- Conformément au principe de surcharge des fonctions, **une classe** peut contenir **plusieurs constructeurs**.
- Les paramètres des constructeurs peuvent avoir des valeurs par défaut (comme toute fonction en C++).

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Remarques

1. Possibilité de définition d'un constructeur à l'intérieur ou à l'extérieur d'une classe
2. Quand le constructeur n'a pas de paramètres , on l'appelle « **constructeur par défaut** ».
3. Il est souvent intéressant **d'avoir plus d'un** constructeur pour initialiser des objets d'une classe.
4. Tous les constructeurs **ont le même nom**. Ils seront différenciés par le nombre et le type des arguments.
5. Suivant l'appel , on sait que c'est tel ou tel constructeur qui est appelé(voir exemple).

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Exemple : soit une classe « **date** ». Voici l'appel de différents constructeurs de cette classe :

```
date( ); // date par défaut
```

```
date( int, int, int ); // donner jour , mois , année
```

```
date( char * ); // sous forme "12/04/95"
```

```
date( int , char * , int ); // sous forme 12 "Avril " 95
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Exemple de constructeur pour la classe compte:

Signature dans le « .h » :

```
Compte(double x,int i,std::string n);
```

Implémentation dans le « .cpp » :

```
Compte::Compte(double x,int i,string n)  
{ solde = x;  
  numero = i;  
  nom = n; }
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Exemple d'utilisation:

- maintenant déclarons un compte dans le « main » en faisant appel à ce constructeur :

```
Compte moncompte(100000,666,"Laurent");
```

ou

```
Compte moncompte = Compte(100000,666,"Laurent");
```

```
solde : 100000
numero de compte : 666
nom du compte : Laurent

Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.031 s
Press any key to continue.
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

Exemple d'utilisation:

- Autre façon d'implémenter le même constructeur : **avec une liste d'initialisation**

```
Compte::Compte(double x,int i,string n) : solde(x),numero(i), nom(n)
{
}
```

Cela nécessite que les attributs prennent directement les valeurs passées en paramètres au constructeur.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

- **Autre exemple de constructeur** : avec une liste d'initialisation pour certains attributs et une initialisation dans le "corps" du constructeur pour d'autres

```
Compte::Compte(double x,int i,string n) : numero(i), nom(n)
{
    solde = x - 100;
}
```

- **Constructeur par défaut** : il s'agit d'un constructeur que l'on peut utiliser sans passer de paramètres. C'est donc un constructeur ne possédant pas de paramètres ou dont les paramètres possèdent tous une valeur par défaut.
- A partir de maintenant, **toutes nos classes contiendront un constructeur par défaut**, cela permettra que des déclarations du type aient un minimum de sens.

```
Compte moncompte;
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

- **Exemple de constructeur par défaut** : modification du constructeur précédent avec valeurs des paramètres par défaut :
- Dans le « .h » :

```
Compte(double x=0,int i=0,std::string n="NoName");
```

- Dans le « .cpp » pas de modifications :

```
Compte::Compte(double x,int i,string n)  
{ solde = x;  
  numero = i;  
  nom = n; }
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs

- **Autre exemple de constructeur par défaut** : constructeur sans paramètres.
- Dans le « .h » :

```
Compte ();
```

- Dans le « .cpp » :

```
Compte::Compte()  
{ solde = 0;  
  numero = 0;  
  nom = "NoName"; }
```

Une classe ne peut contenir au plus qu'un constructeur par défaut. Par contre, conformément au principe de surcharge des fonctions, une classe peut contenir plusieurs constructeurs de signatures différentes.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **L'accès aux attributs et méthodes publiques d'un objet se fait avec l'opérateur « . » :**
 - NomDeL'objet.NomDeL'attribut
 - NomDeL'objet.NomDeLaMéthode(...)
- **L'accès aux attributs et méthodes privés d'un objet est interdit.**

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **Exemple** : l'affichage déjà rencontré

```
solde : 100000  
numero de compte : 666  
nom du compte : Laurent
```

- correspond au code :

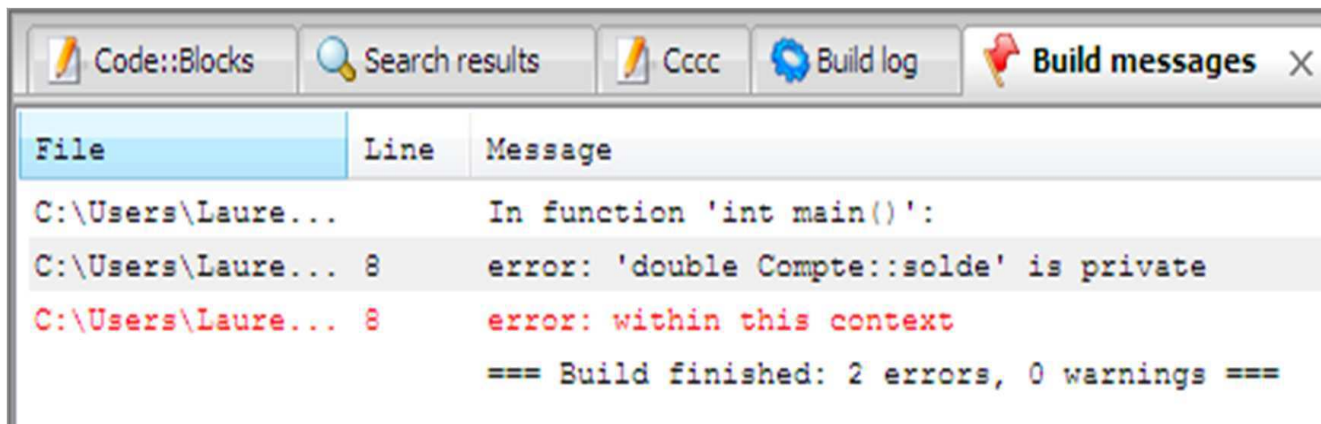
```
int main()  
{ Compte moncompte(100000,666,"Laurent");  
  moncompte.affichersolde();  
  moncompte.affichernumero();  
  moncompte.affichernom(); }
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **Exemple** : accès interdit à un attribut privé

```
int main()
{ Compte moncompte(100000,666,"Laurent");
  moncompte.solde = 100000; }
```



The screenshot shows a 'Build messages' window with a table of error messages. The window title bar includes 'Code::Blocks', 'Search results', 'Cccc', 'Build log', and 'Build messages'. The table has three columns: 'File', 'Line', and 'Message'. The messages indicate a private access error in the main function.

File	Line	Message
C:\Users\Laure...		In function 'int main()':
C:\Users\Laure...	8	error: 'double Compte::solde' is private
C:\Users\Laure...	8	error: within this context
=== Build finished: 2 errors, 0 warnings ===		

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **Comment alors accéder aux attributs privés ?**
- Via des méthodes de la classe qui elles, rappelons le, ont accès à tous les attributs mêmes privés :
 - en lecture, ce sera des « getter » comme la méthode « affichersolde » de l'exemple précédent.
 - en écriture, ce sera des « setter » comme par exemple la méthode « changernom ».

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- Il peut arriver qu'une **fonction extérieure à la classe** ait besoin de manipuler **les attributs privés** de celle ci.
- Pour cela, on la déclare amie de la classe, en mettant sa signature précédée du mot clé « friend » dans la déclaration de la classe.
- Elle aura alors accès sans restriction à tous les membres de la classe.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **Exemple** : on déclare comme amie de la classe « Compte » la fonction « impôts », et ce dans la déclaration de la classe.

```
friend void impots (Compte &c, double tax);
```

On implémente ensuite (en dehors de la classe puisque c'est une fonction extérieure) notre fonction :

```
void impots (Compte &c, double tax)
{ c.solde-= tax;
  cout << "prelevement automatique de " << tax <<
  " euros pour impots impayes" << endl; }
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **Exemple** : cette fonction a alors accès aux attributs privés de la classe.

```
int main()
{ Compte compte(100000,666,"Laurent");
  compte.afficheSolde();
  impots(compte,10000);
  compte.afficheSolde(); }
```

```
solde : 100000
prelevement automatique de 10000 euros pour impots impayes
solde : 90000
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **Accès aux attributs et méthodes de classe**
- S'ils sont privés l'accès est interdit.
- S'ils sont publics, l'accès se fait à l'aide de **l'opérateur « :: » de résolution de portée** :
- `NomDeLaClasse::NomDeL'attribut`
- `NomDeLaClasse::NomDeLaMéthode(...)`.

5. Programmation des classes et objets

➤ Constructeurs: Accès aux membres des classes

- **Exemple** : dans le cas de notre classe « Compte », pour afficher le nombre de comptes créés, on utilisera la commande

```
Compte::affichernbcomptes();
```

- Cela affichera « 0 », et c'est normal car c'est avec cette valeur que l'on a initialisé l'attribut « nbcomptes ».
- Et là, tout étudiant normalement constitué doit se dire que pour que l'exemple proposé ait un sens, il faut rajouter dans chaque constructeur la commande

```
nbcomptes++;
```

Ainsi, à chaque nouvel objet on incrémentera l'attribut « nbcomptes ».

5. Programmation des classes et objets

➤ Destructeurs

Le destructeur est **une fonction membre** appelée automatiquement lors de la destruction d'une instance d'une classe(c-à-d un objet).

- Le destructeur sert à récupérer la place mémoire (d'un objet) allouée dynamiquement.

➤ *Un seul destructeur par classe*

➤ Il **porte le même nom** que la classe précédée du symbole **~**

➤ Il **ne reçoit** aucun argument et **ne retourne** aucune valeur

5. Programmation des classes et objets

- Destructeurs: **Quand créer un destructeur ?**
 - Quand la classe contient un attribut qui est un pointeur.
 - Quand on veut que la libération de la mémoire s'accompagne d'une autre tâche (affichage, modification d'un attribut de classe...).

5. Programmation des classes et objets

➤ Destructeurs: **Propriétés d'un destructeur**

- Le nom d'un destructeur est le même que celui de la classe précédé d'un « ~ » .
- Les destructeurs ne retournent aucune valeur (même pas void).
- Une classe ne peut posséder qu'un seul destructeur.

➤ Remarques

- Si le programmeur ne crée pas lui même un destructeur dans une classe, le compilateur en génère un **par défaut**.
- Ce dernier remplira tout à fait son rôle, à l'unique condition que la **classe ne possède pas d'attributs de type pointeurs**, ou que ses méthodes n'en utilisent pas.
- Sinon, il faudra en créer un, afin de libérer l'espace mémoire occupée par ces pointeurs.

5. Programmation des classes et objets

➤ Destructeurs: **Exemple**

- on veut mettre à jour le nombre de comptes créés à l'aide du destructeur
- Dans le « .h » déclaration du destructeur :

```
~Compte();
```

- Dans le « .cpp » implémentation de ce destructeur :

```
Compte::~~Compte()  
{ cout << "et zou un de moins !" << endl;  
  nbcomptes--; }
```

5. Programmation des classes et objets

- Destructeurs: **suite de l'exemple**
- le « main » et son résultat.

```
int main()
{ Compte::affichernbcomptes();
  { Compte c;
    Compte::affichernbcomptes(); }
  Compte::affichernbcomptes();
}
```

```
nombre de comptes : 0
nombre de comptes : 1
et zou un de moins ?
nombre de comptes : 0
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Fonctions amies

- ❑ Une fonction **amie** est une fonction **non membre** d'une classe et possédant le droit d'accès aux membres privés de ses objets.
- ❑ **Intérêt** : résoudre certains problèmes de communication entre objets
- ❑ Fonction qui a besoin, dans certains cas, d'accéder aux membres privés de deux classes différentes
- ❑ **Attention !!** : Violation du concept d'encapsulation
- ❑ L'amitié est déclarée par le mot clé **friend**

5. Programmation des classes et objets

➤ Fonctions indépendante et amie d'une classe

☐ *Syntaxe :*

```
class A {  
    ...  
    public:  
    ...  
    friend type_retour fonct_amie(...);  
    ...  
};  
  
// définition de la fonction amie  
type_retour fonct_amie(...)  
{  
    ...  
}
```

☐ *Remarque:*

```
// Attention !!!! Fausse définition  
type_retour A::fonct_amie(...)  
{  
    ...  
}
```

5. Programmation des classes et objets

- Fonction membre d'une classe A et amie d'une ou plusieurs classes

□ *Syntaxe :*

```
class A {  
    ...  
    public:  
    ...  
    type_retour fonct_amie(...);  
    ...  
};  
class B {  
    ...  
    public:  
    ...  
    friend type_retour A::fonct_amie(...);  
};
```


5. Programmation des classes et objets

- Toutes les fonctions membres d'une classe A sont amies d'une autre classe B
- *Syntaxe* :

```
class A {  
    ...  
    public:  
    ...  
};  
class B {  
    ...  
    public:  
    ...  
    friend class A; // les fonctions membres de A sont amies de  
                    // classe B  
};
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Fonctions et attributs static

- Le terme **static** applicable aux méthodes et aux attributs
- Stockage dans la zone statique
- Durée de vie permanente, égale à celle du programme
- Initialisation au moment de la compilation, initialisation par défaut à 0

- Syntaxe

static float x;

5. Programmation des classes et objets

➤ Fonctions et attributs static

❑ Un membre **static** est partagé par **tous les objets de la classe**

❑ *Syntaxe*: Le membre est précédé par le mot clé static lors de la déclaration de la classe

```
static type nom_var;
```

❑ L'initialisation n'est pas automatique

```
Type class_name::ident = 0;
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Fonctions et attributs static

☐ Exemple

```
#include<iostream.h>
class point {
    static int nb;
    int x;
    int y;

    public:
    point(int,int);
    void deplace(int,int);
    void affiche();
};

int point::nb=0;

point::point(int abs,int ord)
{
    nb++;
    x=abs;
    y=ord;
}
```

```
void point::deplace(int dx,int dy)
{
    x+=dx;
    y+=dy;
}

void point::affiche()
{
    cout << "position :" <<x <<"," <<y
    <<"nombre d'objets" << nb <<"\n";
}

void main()
{
    point a(10,20);
    a.affiche();
    a.deplace (5,5);
    a.affiche();
    point b(30,30);
    b.affiche(); }
}
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Fonctions et attributs static

❑ Fonctions membre static

- ❑ Sont indépendantes de tous les objets de la classe
- ❑ Agissent sur des membres static
- ❑ Sont appelées sans référence à un objet
- ❑ référencées directement par le nom de la classe
- ❑ **nom_classe::fonct_static(...);**
- ❑ Peuvent être appelées avant la création de tout objet
- ❑ Syntaxe:

```
class nom_classe {  
    ....  
    public:  
    ...  
    static type fonct_static(...);  
};
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Fonctions et attributs static

❑ Exemple

```
#include<iostream.h>
class point {
    static int nb;
    int x;
    int y;

    public:
        point(int,int);
        void deplace(int,int);
        void affiche();
        static void compteur();
};

int point::nb=0;

point::point(int abs,int ord)
{nb++;
x=abs;
y=ord;
}

void point::compteur()
{cout << "\n nombre de points : "<<nb;
}
```

```
void point::deplace(int dx,int dy)
{
x+=dx;
y+=dy;
}

void point::affiche()
{
cout << "position : " <<x <<"," <<y
<<"nombre d'objets" << nb << "\n";
}

void main()
{
    point a(i,i);
    a.affiche();
    point::compteur();
    for(int i=0;i<4;i++)
        senario(i);

    return 0;
}
```

5. Programmation des classes et objets

- Exemple 1

```
class point {  
    int x;  
    int y;  
  
public:  
    point(int,int);  
    void deplace(int,int);  
    friend int complexe::coincide(point&);  
    void affiche();  
};
```

```
class complexe {  
    int x;  
    int y;  
public:  
    complexe(int,int);  
    int coincide(point&);  
    void affiche();  
    ...  
};
```

5. Programmation des classes et objets

- Exemple 2:

```
class point {  
    int x;  
    int y;  
  
public:  
    point(int,int);  
    void deplace(int,int);  
    friend int coincide(complexe&,  
point&);  
    void affiche();  
};
```

```
class complexe {  
    int x;  
    int y;  
public:  
    complexe(int,int);  
    int coincide(point&);  
friend int coincide(complexe&,point&);  
    void affiche();  
    ...  
};
```

Coincide est une fonction indépendante

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Deux possibilités pour déclarer et initialiser un tableau d'objets**
- Utiliser le constructeur par défaut de la classe pour chacun des éléments du tableau.
- Utiliser différents constructeurs ou différents jeux de paramètres pour chacun des éléments du tableau.

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Exemple**

- Chaque élément initialisé avec le constructeur par défaut :

```
Compte tab[3];
```

- Chaque élément initialisé différemment .:

```
Compte tab[3] = { Compte(100,1,"compte courant"),  
                 Compte(200,2,"livret A"), Compte(500,3,"livret B")};
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Accès aux membres** : comme dans le cas d'un seul objet.
- **Exemple** :

```
int main()
{ Compte tab[3] = { Compte(100,1,"compte courant"),
                  Compte(200,2,"livret A"), Compte (500,3,"livret B")};
  tab[0].affichersolde();
  tab[1].affichernumero();
  tab[2].affichernom(); }
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Création dynamique d'un objet.**
- En utilisant le constructeur par défaut :
 - *NomDeLaClasse *pt;*
 - *pt = new NomDeLaClasse;*
- En utilisant un autre constructeur :
 - *NomDeLaClasse *pt;*
 - *pt = new NomDeLaClasse(paramètres);*

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Accès aux membres :**
- Avec l'opérateur « . » :
 - (*pt).NomDeLaMéthode(...)
- Avec l'opérateur « -> » :
 - pt->NomDeLaMéthode(...)

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Exemple 1 :**

```
int main()
{ Compte *pt;
  pt = new Compte;
  (*pt).affichersolde();
  pt->affichernumero();
  pt->affichernom(); }
```

```
solde : 0
numero de compte : 0
nom du compte : NoName
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Exemple 2 :**

```
int main()
{ Compte *pt;
  pt = new Compte(100000,666,"Laurent");
  (*pt).affichersolde();
  pt->affichernumero();
  pt->affichernom(); }
```

```
solde : 100000
numero de compte : 666
nom du compte : Laurent
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Destruction d'un objet dynamique:**
 - Quand un objet créé dynamiquement n'est plus d'utilité, on le supprime de la mémoire avec l'opérateur « **delete** ».
 - L'opérateur « **delete** » appellera alors automatiquement le destructeur de la classe.
 - Avec les notations précédentes, cela donne :
delete pt;

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Création dynamique d'un tableau d'objets:**

- On est obligé de recourir au constructeur par défaut de la classe :

```
NomDeLaClasse *tab;
```

```
tab = new NomDeLaClasse[Taille];
```

- En effet, toute utilisation d'une liste d'initialisation est impossible.

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Exemple:**

```
int main()
{ Compte *tab;
  tab = new Compte[3];
  tab[0].affichersolde();
  tab[1].affichernumero();
  tab[2].affichernom(); }
```

```
solde : 0
numero de compte : 0
nom du compte : NoName
```

5. Programmation des classes et objets

➤ Tableau d'objets

- **Destruction du tableau dynamique**
- À la fin de son usage, on détruira notre tableau dynamique à l'aide de l'opérateur « **delete []** ».
- Avec les notations précédentes, cela donne :

delete [] pt;

Plan

1. Introduction à la programmation orientée objet
2. Généralités
3. Opérateurs sur tableaux, pointeurs et objets
4. Les fonctions
5. Programmation des classes et objets
6. Surcharge des opérateurs
7. L' héritage
8. De l'UML vers C++

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- **Opérateur?**

- Opération entre des **opérandes**.
- Un appel à un opérateur est similaire à un appel de fonctions.
- **A.fonction(B)** se traduit par A **Op** B
- **Exemple:**
 - **a.somme(b)** se traduit par **a + b**
 - **a.affectation(b)** se traduit par **a = b**
 - **a.incrementation()** se traduit par **++a**

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Alternative aux fonctions membre
 - Utilisation plus naturelle que les fonctions
 - Exemple : **somme de deux complexes** $c1$ et $c2$
 - $c3 = c1 + c2$ **au lieu** de $c3=c1.somme(c2)$
- Etendre la sémantique d'un opérateur de type de base aux nouveaux types utilisateurs (instances de classes)

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Opérateurs à surcharger
 - Opérateurs arithmétiques
+ - * / %
 - Opérateurs d'incrément/décémentation
++, --
 - Opérateurs de comparaison
< > >= <= == !=
 - Opérateur d'affectation
=
 - ...

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Syntaxe

- Comme la définition des fonctions, sauf on rajoute devant l'opérateur le mot clé **operator**

```
type_retour classe :: operator op([parm1],...)  
{  
    ...  
}
```


6. Surcharge des opérateurs

- Surcharge des opérateurs
- Exemple

```
#include<iostream.h>
class complexe {
    int reel;
    int img;
public:
    void saisir(int,int);
    complexe operator+ (complexe &);
    void affiche();
};
void complexe::saisir(int r,int i)
{
    reel=r;
    img=i;
}
void complexe::affiche()
{
    cout << " partie réelle :" << reel
    cout <<" , partie imaginaire :" <<img
    <<"\n";
}
complexe complexe::operator+(complexe & c)
{
    complexe z;
    z.reel=reel+c.reel;
    z.img=img+c.img;
    return z;
}
void main()
{
    complexe z1,z2,z3;
    z1.saisir(1,1);
    z2.saisir(2,2);
    z3=z1+z2;
    z3.affiche();
}
```

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Surcharge de l'opérateur d'affectation
 - L'**opérateur d'affectation** est surchargé comme une **fonction membre**.
 - L'opérateur d'affectation **stocke** le résultat dans l'objet appelant et **retourne** une référence sur cet objet.

6. Surcharge des opérateurs

- Surcharge des opérateurs
- Surcharge de l'opérateur d'affectation: exemple

```
class rationnel {  
    int a,b;  
    public:  
        rationnel & operator=(const rationnel &)  
};
```

```
rationnel& rationnel::operator=(const rationnel & r)  
{  
    a = r.a; b = r.b;  
    return *this;  
}
```

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Surcharge de l'opérateur de comparaison

- Pour être capables d'utiliser le symbole « == » entre deux objets, vous devez créer une fonction ayant précisément pour nom **operator==** et dotée du prototype :

```
bool operator==(Objet const& a, Objet const& b);
```

```
class Duree
{
public:

    Duree(int heures = 0, int minutes = 0, int secondes = 0);

private:

    int m_heures;
    int m_minutes;
    int m_secondes;
};
```

- **Remarque:** Même si l'on parle de classe, ceci n'est pas une méthode. C'est une fonction normale située à l'extérieur de toute classe

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Surcharge de l'opérateur de comparaison
 - Dès le moment où vous avez créé cette fonction **operator==**, vous pouvez comparer deux objets de type Duree:

```
if(duree1 == duree2)
{
    std::cout << "Les deux durees sont egales !" << std::endl;
}
```

- L'implémentation de l'opérateur==

```
bool operator==(Duree const& a, Duree const& b)
{
    //Teste si a.m_heure == b.m_heure etc.
    if (a.m_heures == b.m_heures && a.m_minutes == b.m_minutes && a.m_secondes == b.m_secondes)
        return true;
    else
        return false;
}
```

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Surcharge de l'opérateur !=

- Pour savoir si deux objets sont différents. On écrit alors un opérateur !=. Pour tester si deux objets sont différents, il suffit de tester s'ils ne sont pas égaux !

```
bool operator!=(Duree const& a, Duree const& b)
{
    if(a == b) //On utilise l'opérateur == qu'on a défini précédemment !
        return false; //S'ils sont égaux, alors ils ne sont pas différents
    else
        return true; //Et s'ils ne sont pas égaux, c'est qu'ils sont différents
}
```

- ou en version courte:

```
bool operator!=(Duree const& a, Duree const& b)
{
    return !(a==b); //On utilise l'opérateur == qu'on a défini précédemment !
}
```

6. Surcharge des opérateurs

- Surcharge des opérateurs
- Surcharge de l'opérateur !=
 - Exemple de test

```
int main()
{
    Duree duree1(0, 10, 28), duree2(0, 10, 28);

    if (duree1 != duree2)
        cout << "Les durees sont differentes";
    else
        cout << "Les durees sont identiques";

    return 0;
}
```

- Résultat:

```
Les durees sont identiques
```

6. Surcharge des opérateurs

➤ Surcharge des opérateurs

- Surcharge de l'opérateur <:

- Permet de vérifier si une Duree est inférieure à une autre. l'opérateur "est plus petit que" possède le prototype suivant:

```
bool operator<(Duree const &a, Duree const& b)
```

- L'implémentation de l'opérateur <

```
bool operator<(Duree const &a, Duree const& b)
{
    return a.estPlusPetitQue(b);
}
```


6. Surcharge des opérateurs

- Surcharge des opérateurs
- Surcharge de l'opérateur <:
 - Et la méthode **estPlusPetitQue()** de la classe Duree:

```
bool Duree::estPlusPetitQue(Duree const& b) const
{
    if (m_heures < b.m_heures) // Si les heures sont différentes
        return true;
    else if (m_heures == b.m_heures && m_minutes < b.m_minutes) //Si elles sont égales, on compare les
minutes
        return true;
    else if (m_heures == b.m_heures && m_minutes == b.m_minutes && m_secondes < b.m_secondes) // Et si
elles sont aussi égales, on compare les secondes
        return true;
    else //Si tout est égal, alors l'objet n'est pas plus petit que b
        return false;
}
```

6. Surcharge des opérateurs

- Surcharge des opérateurs
- Surcharge de l'opérateur <:
 - Test de l'opérateur de surcharge:

```
int main()
{
    Duree duree1(0, 10, 28), duree2(4, 2, 13);

    if (duree1 < duree2)
        cout << "La premiere duree est plus petite";
    else
        cout << "La premiere duree n'est pas plus petite";

    return 0;
}
```

Plan

1. Introduction à la programmation orientée objet
2. Généralités
3. Opérateurs sur tableaux, pointeurs et objets
4. Les fonctions
5. Programmation des classes et objets
6. Appels et surcharges
7. L' héritage
8. De l'UML vers C++

7. Héritage

➤ Définition.

- Relation de **spécialisation/généralisation** entre deux classes. Elle indique qu'une classe dite **classe fille spécialise** une autre classe dite **classe mère**, i.e. qu'elle possède les attributs et les méthodes de la classe mère **plus** d'autres qui lui sont propres
- Rq: Un attribut ou une méthode sont dits **protégés** si leur utilisation est limitée à la classe et ses descendantes.

7. Héritage

➤ Déclaration d'une classe fille

Syntaxe : (après avoir déclaré une classe « mère »)

```
class fille : visibilité mere
```

```
{
```

Private :

... // déclaration des nouveaux membres privés

Protected :

... // déclaration des nouveaux membres protégés

Public :

... // déclaration des nouveaux membres publics

```
};
```

- Le mot clé **visibilité** permet de définir le statut dans la classe fille des membres hérités de la classe mère.
- Il peut prendre trois valeurs : **public**, **private** ou **protected**.

7. Héritage

➤ Déclaration d'une classe fille

Récapitulatifs des visibilités

Type d'héritage	Visibilité d'un membre dans la classe mère	Visibilité de ce membre dans la classe fille
public	public	public
	protected	protected
	private	private (inaccessible)
protected	public	protected
	protected	protected
	private	private (inaccessible)
private	public	private (accessible)
	protected	private (accessible)
	private	private (inaccessible)

7. Héritage

➤ Exemple d'héritage public d'un attribut public :

- Dans la classe « fille », l'attribut « argent » a conservé sa visibilité publique. Il y est donc accessible, et le sera par les descendances futures.

```
class mere
{ public :
    double argent; };
```

```
class fille : public mere
{ public :
    void afficher(void)
    { cout << "argent accessible : " << argent << endl; } };
```

7. Héritage

- Exemple d'héritage public d'un attribut public (**suite**) :
 - Ayant conservé sa visibilité publique, l'attribut « argent » est accessible depuis l'extérieur des classes « mère » et « fille ».

```
int main()
{ mere memere;
  memere.argent = 100000;
  fille fifille;
  fifille.argent = 34; }
```


7. Héritage

- Exemple d'héritage public d'un attribut protected :
- Dans la classe « fille », l'attribut « argent » a conservé sa visibilité protected. Il y est donc accessible, et le sera par les descendances futures.

```
class mere
{ protected :
    double argent; };

class fille : public mere
{ public :
    void afficher(void)
    { cout << "argent accessible : " << argent << endl; } };
```

7. Héritage

- Exemple d'héritage public d'un attribut privé :

```
4 class mere
5 { private :
6   double argent; };
7
8 class fille : public mere
9 { public :
10  void afficher(void)
11    { cout << "argent inaccessible : " << argent << endl; } };
12
```

Dans la classe « fille », l'attribut « argent » est inaccessible.

7. Héritage

- Exemple d'héritage protected d'un attribut public:

```
class mere
{ public :
    double argent; };

class fille : protected mere
{ public :
    void afficher(void)
    { cout << "argent accessible : " << argent << endl; } };
```

Dans la classe « fille », l'attribut « argent » est passé d'une visibilité publique à protected. Il y est donc accessible, et le sera par les descendances futures.

7. Héritage

- Exemple d'héritage protected d'un attribut public (suite):

```
int main()
{ mere memere;
  memere.argent = 100000;
  fille fille;
  fille.argent =34; }
```

File	Line	Message
C:\Users\Laure...		In function 'int main()':
C:\Users\Laure...	6	error: 'double mere::argent' is inaccessible
C:\Users\Laure...	17	error: within this context
		=== Build finished: 2 errors, 0 warnings ===

Par contre, étant devenu protected dans la classe « fille », il n'est plus accessible depuis l'extérieur.

7. Héritage

- Exemple d'héritage private d'un attribut protected

```
class mere
{ protected :
    double argent; };

class fille : private mere
{ public :
    void afficher(void)
    { cout << "argent accessible : " << argent << endl; } };
```

Dans la classe « fille », l'attribut « argent » est devenu private. Etant déclaré protected dans la classe mère il est toutefois accessible depuis la classe « fille ». Mais ne le sera pas par ses descendantes

7. Héritage

- Exemple d'héritage private d'un attribut protected

```
class mere
{ protected :
    double argent; };

class fille : private mere
{ public :
    void afficher(void)
    { cout << "argent accessible : " << argent << endl; } };
```

Dans la classe « fille », l'attribut « argent » est devenu private. Etant déclaré protected dans la classe mère il est toutefois accessible depuis la classe « fille ». Mais ne le sera pas par ses descendantes

7. Héritage

- Constructeurs

Lors de l'instanciation d'un objet d'une classe fille, il faut initialiser:

- Les attributs hérités de la classe mère

- Les attributs nouvellement définis dans la classe fille

7. Héritage

➤ Constructeurs

Les constructeurs font partie des méthodes non héritables.

L'initialisation des attributs dérivés va donc se faire en invoquant explicitement le constructeur de la classe mère.

Cet appel se fera dans la liste d'initialisation du constructeur de la classe dérivée.

7. Héritage

➤ Exemple

Considérant la classe rectangle:

```
class rectangle
{ protected :
    double largeur, longueur;
public :
    rectangle(double x=0, double y=0)
        { largeur=x; longueur =y; }
    double surface(void)
        { return (largeur*longueur); }
};
```

7. Héritage

➤ Exemple

Et la classe rectangle3D qui en hérite:

```
class rectangle3D : public rectangle
{ protected :
    double hauteur;
public :
    rectangle3D(double x=0,double y=0,double z=0) : rectangle(x,y)
    { hauteur =z; }
    double volume(void)
    {return(longueur*largeur*hauteur); };
```

7. Héritage

➤ Constructeurs

Remarque: si la classe mère possède un constructeur par défaut, l'appel explicite de ce constructeur dans celui de la classe fille n'est pas nécessaire. Le compilateur le fera alors automatiquement.

On peut donc par exemple remplacer le constructeur de la classe `rectangle3D` par ces deux là:

```
rectangle3D(double x, double y, double z) : rectangle(x, y)
{ hauteur = z; }
rectangle3D() : hauteur(0)
{ }
```

7. Héritage

➤ Constructeurs

Remarque:

Ordre d'appel des constructeurs:

1. Appel du constructeur de la classe mère
2. Appel du constructeur de la classe fille

7. Héritage

➤ Redéfinition des membres

- Il est possible dans une relation d'héritage qu'une classe mère et une classe fille aient des membres de mêmes nom
- C'est peu fréquent et peu utile pour des attributs
- C'est par contre assez courant pour des méthodes, et permet ainsi d'adapter le traitement qu'elles effectuent aux spécialités de la classe fille

7. Héritage

- Redéfinition des membres: Phénomène de masquage
 - Dans notre classe rectangle, nous avons par exemple une méthode « surface » qu'il serait bon de définir dans la classe rectangle3D afin de l'adapter aux cas des boites.
 - La redéfinition n'est pas une surcharge car les méthodes n'ont alors pas la même portée
 - C'est un masquage: un objet de la classe fille ne verra que la méthode redéfinie dans sa classe. Elle occultera celle définie dans la classe mère.

7. Héritage

- Redéfinition des membres: Phénomène de masquage

Remarque 1:

- Même si un objet de la classe fille utilise par défaut la méthode redéfinie dans sa classe, on peut le forcer à utiliser la méthode de la classe mère à l'aide de l'opérateur de résolution de portée « :: »
- On utilise une syntaxe de la forme:
- `NomDeLaClasseMère::NomdeLa Méthode`

7. Héritage

- Redéfinition des membres: Phénomène de masquage

Remarque 2:

- Dans un héritage successif, D hérite de C qui hérite de B qui hérite lui même de A, si une méthode n'est pas redéfinie dans toute les classes, un objet de la classe D utilisera la première version de la méthode rencontrée en remontant l'héritage.

7. Héritage

➤ Redéfinition des membres:

Exemple1:

- Méthode surface dans la classe rectangle:

```
double surface(void)
{ return (largeur*longueur); }
```

- Méthode surface dans la classe rectangle3D

```
double surface(void)
{ return (2*longueur*largeur+2*largeur*hauteur
+2*longueur*hauteur); }
```

7. Héritage

- Redéfinition des membres:

Exemple d'utilisation:

```
int main()
{
    rectangle3D boite(2,3,4);
    cout << "surface de la boite : " << boite.surface() << endl;
    cout << "surface de la base de la boite : " << boite.rectangle::surface() << endl;
}
```

```
surface de la boite : 52
surface de la base de la boite : 6
```

7. Héritage

➤ Redéfinition des membres:

Remarque :

- on peut utiliser la méthode de la classe mère pour redéfinir celle de la classe fille.

```
double surface(void)
{ if (hauteur == 0) {return rectangle::surface();}
  {return (2*longueur*largeur+2*largeur*hauteur
          +2*longueur*hauteur); } }
```

7. Héritage

➤ Redéfinition des membres:

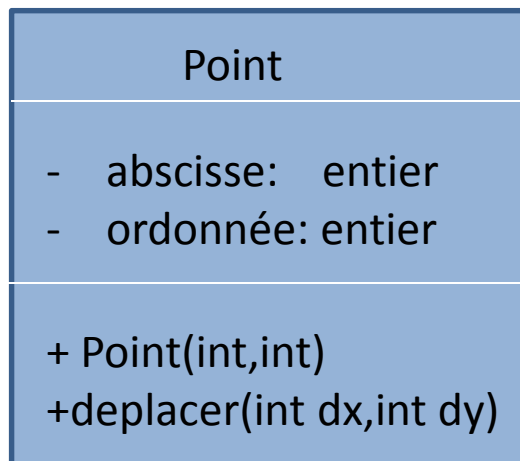
Remarque :

- on peut utiliser la méthode de la classe mère pour redéfinir celle de la classe fille.

8. De l'UML à C++

➤ Classes, attributs et méthodes:

Représentation d'une classe, avec des attributs et méthodes publics et privés



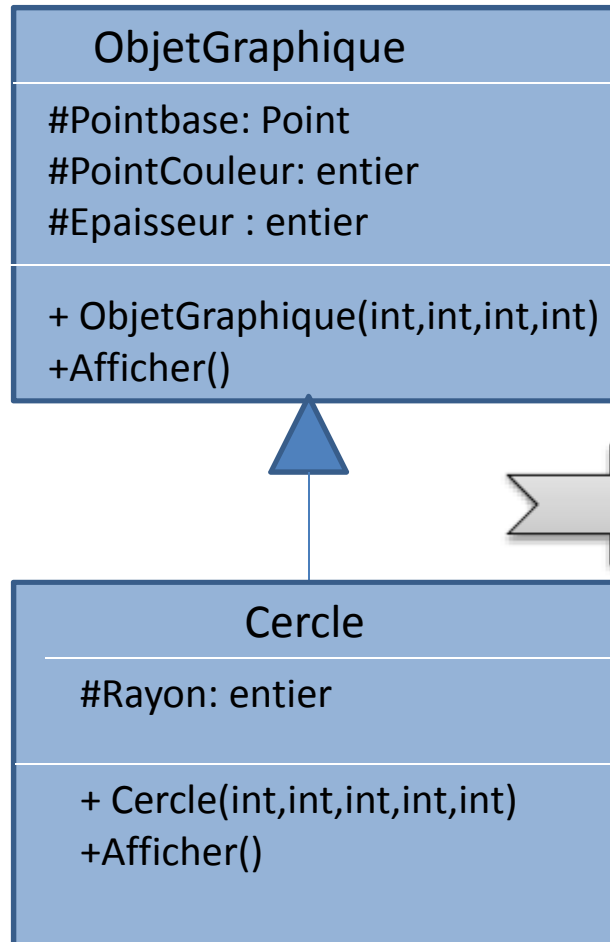
```
class Point
{
    private:
        int abscisse;
        int ordonnee;

    public:
        Point(int a,int b);
        void deplacer(int dx,int dy);
        virtual ~Point();

};
```

8. De l'UML à C++

➤ Héritage:



```
class ObjetGraphique
{
    protected:

        Point pointBase;
        int couleur;
        int epaisseur;

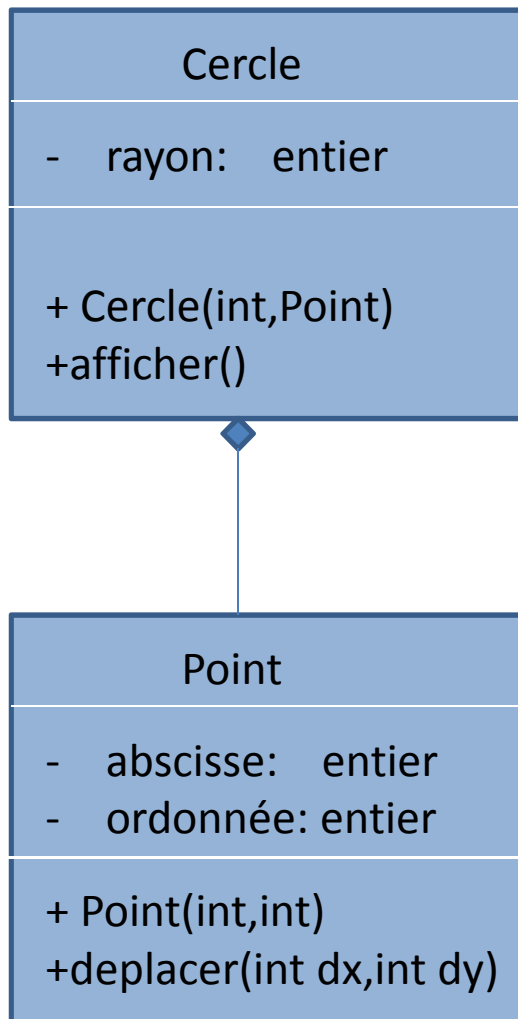
    public:
        ObjetGraphique(int x,int y,int coul=0,int epais=0):
            pointBase(x,y){
                couleur=coul;
                epaisseur=epais; }
        void afficher();
        virtual ~ObjetGraphique();
};

class Cercle:public ObjetGraphique{
    private:
        int rayon;

    public:
        Cercle (int x, int y, int R, int couleur=0,
            int epaisseur=0): ObjetGraphique(x, y, couleur,epaisseur)
        {
            rayon=R;}
};
```

8. De l'UML à C++

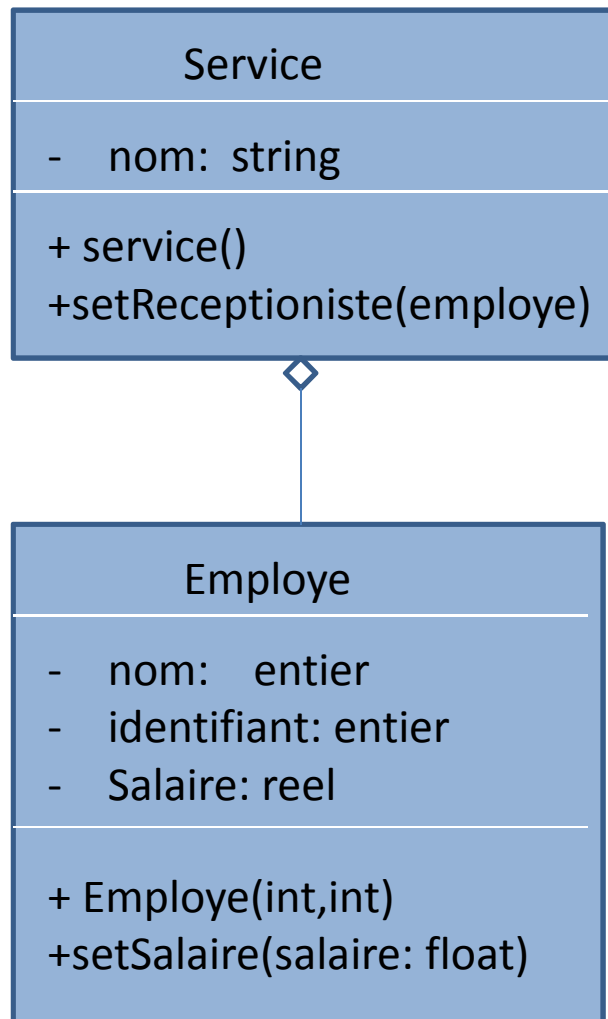
➤ Composition:



```
class Cercle
{
    private:
        Point centre;
        int rayon;
    public:
        Cercle (int x, int y, int R)
            : centre(x, y)
            { rayon=R; }
        virtual ~Cercle();
};
```

8. De l'UML à C++

➤ Agrégation:



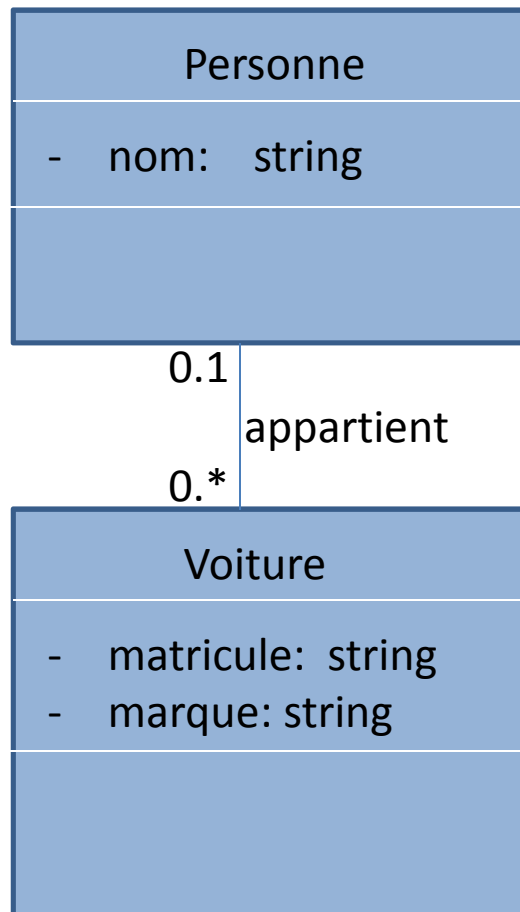
```
class Service{
    private:
        string nom;
        Employe *receptionniste;

    public:
        Service();
        //constructeur
        Service (string NN){ nom=NN;
            receptionniste=NULL;}
        //association du réceptionniste
        set_receptionniste(Employe *e){
            receptionniste = e; }
        virtual ~Service();
};

int main()
{
    Service expedition("Expeditions");
    Employe* e= new Employe("Michel",123);
    expedition.set_receptionniste(e);
    return 0;
}
```

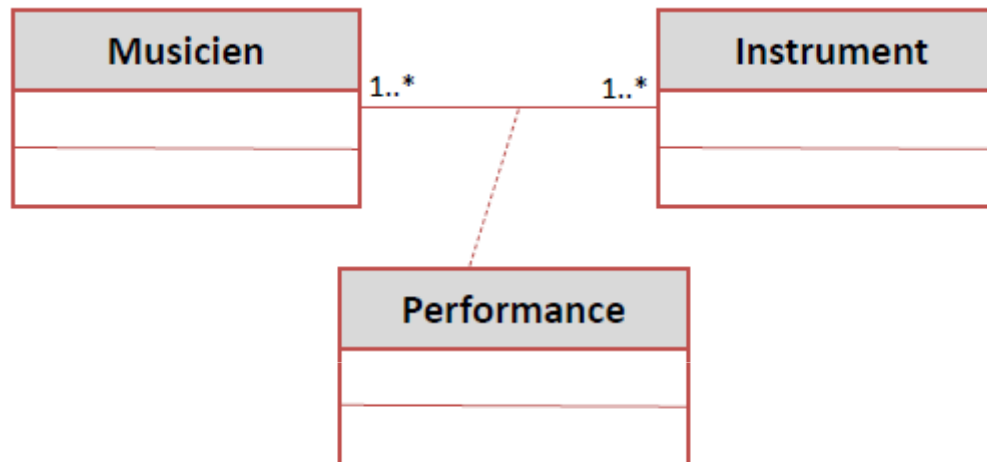

8. De l'UML à C++

➤ Association:



8. De l'UML à C++

➤ Classe d'association:



```
class Performance{  
    private:  
        Musicien unMusicien;  
        Instrument unInstrument;  
};
```