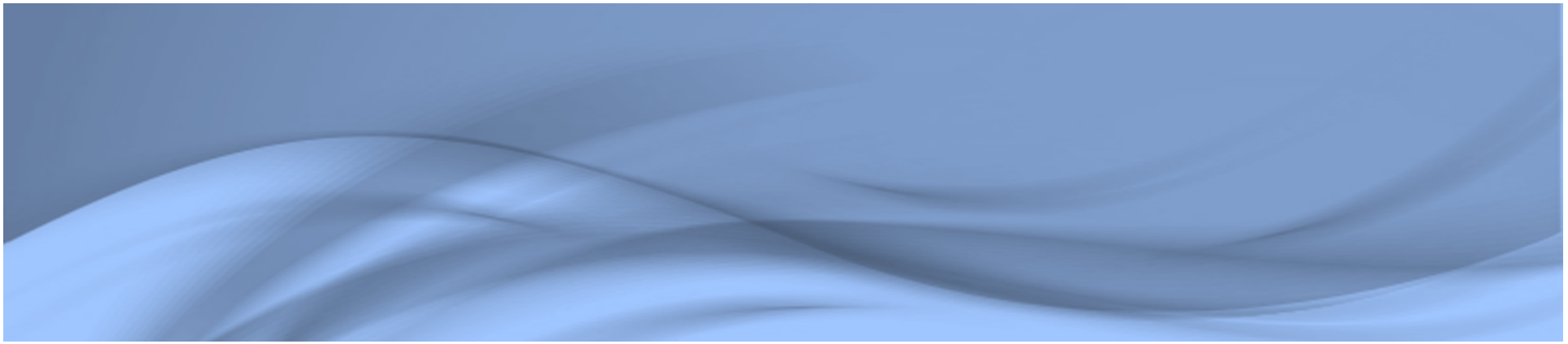


Cours C++ et programmation orientée objet

La programmation orientée objet

Concept de POO ?

Apparu dans les années 60s au sein de MIT

Offre une grande souplesse de travail + maintenance aisée

Objet en programmation = objet dans le monde réel

Objet = propriétés (attributs) + actions (méthodes)

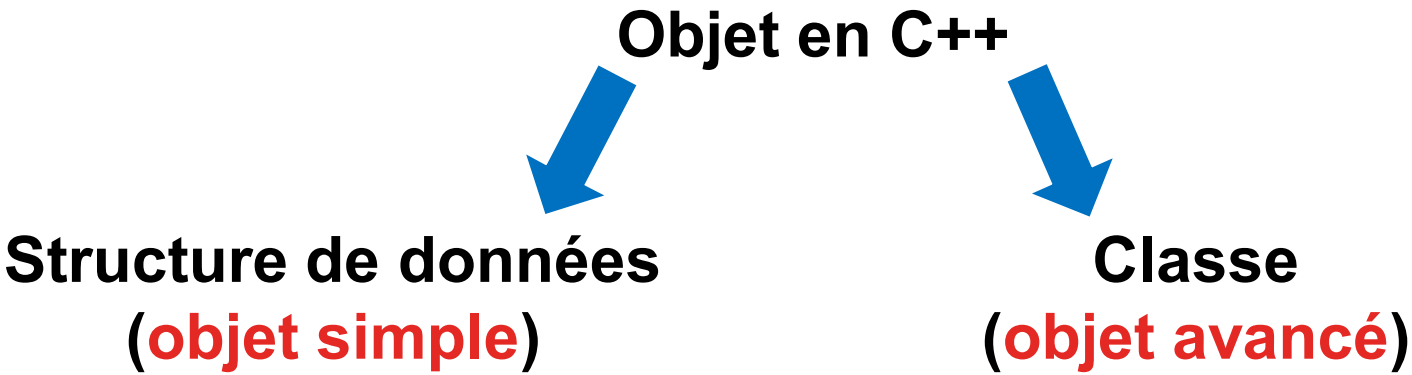


Figure tirée du blog http://oldiesfan67.canalblog.com

Objet = voiture

Propriétés = nb. roues
puissance
suspension
matricule
fabricant
etc.

Actions = marche arrière
marche avant
etc.

Problème réel !

On veut représenter numériquement une liste d'étudiants qui vont passer un examen.

Solution basique (sans objet) = on crée un tableau pour chaque propriété (caractéristique) des étudiants, e.g. *nom, prénom, date de naissance, etc*.

Inconvénients = on manipule les différents tableaux pour accéder aux informations d'un étudiant quelconque.

Résultats = perte de temps et manipulation complexe.

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

int main()
{
    int nb_inscription[100];
    string nom[100];
    string prenom[100];
    string date_naissance[100];


    // affichage des informations du troisième étudiant
    cout<<" Nom : "<< nom[2] <<endl;
    cout<<" Prenom : "<< prenom[2] <<endl;
    cout<<" Date de naissance : "<< date_naissance[2] <<endl;
    cout<<" Nombre d'inscription : "<< nb_inscription[2] <<endl;

    return 0;
}
```

On risque de se tremper sur les indices des tableaux

Solution avec les objets = on crée un objet regroupant toutes les propriétés des étudiants, puis un tableau d'objets.

Avantages = on manipule un seul tableau dont la liste des étudiants. Les informations sont hiérarchiquement structurées.

Résultats = gain de temps et programmation facile.

Structure de données
(*objet simple*)

- **Un concept utilisé pour créer des types composés dont plusieurs variables de différents types (attributs).**

- **Il sert également pour décomposer un type en bits.**

- **Une structure peut contenir des fonctions pour manipuler les attributs et effectuer différentes opérations.**

Pour créer une structure de données, on utilise le mot clé struct en suivant la syntaxe suivante:

Syntaxe:

```
struct nom_type
{
    type variable;
    type variable;
    type variable;
    …
};
```

Exemple:

```
struct Etudiant
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;
    int nombre_inscription;
};
```

```
// Utilisation de l'objet créé
Etudiant etud;

etud.nom = "nom quelconque";
etud.prenom = "quelconque";
etud.date_naissance = "12/10/2000";
etud.nombre_inscription = 7;


// tableau dynamique de type Etudiant
Etudiant* liste_etudiant;
liste_etudiant = new Etudiant[100];

// tableau statique de type Etudiant
Etudiant liste_etudiant_2[100];
```

```
// définition de l'objet

struct   Etudiant
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;
    int nombre_inscription;
};
```

On peut déclarer les noms des objets (variables) à utiliser au moment de la définition de l'objet lui-même.

Syntaxe:

```
struct    nom_type
{
      type variable;
      type variable;
      type variable;
      …
} nom1, nom2, nom3 ;
```

Exemple:

```
struct     Personne
{
      string nom;
      string prenom;
      string date_naissance;
      int numero_social;
} etudiant, enseignant, administrateur,
agent_securite, *liste_etudiant ;

enseignant.nom = "nom quelconque";
enseignant.prenom = "prénom";
etudiant.prenom = "prénom";
```

Définition d'un nouvel objet:

```
struct    Personne
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;
    int numero_social;

    void affichage()
    {
        // afficher des informations
    }

    void changerNumeroSocial(int num)
    {
        numero_social = num;
    }
} ;
```

Utilisation de l'objet créé:

```
// déclaration variable statique
Personne etudiant;

//déclaration variable dynamique
Personne* enseignant;

// accéder aux éléments avec point
etudiant.nom = "nom quelconque";

// allouer l'objet créé
enseignant = new Personne;

// accéder aux élément avec ->
enseignant->nom = "nom quelconque";
```

Programmation orientée objet

(*Les classes ou objets avancés*)

Problème

- ✓ On reprend l'exemple précédent de l'étudiant, l'enseignant, l'administrateur et l'agent de sécurité.

- ✓ Toutes les catégories précédentes des personnes partagent quelques propriétés communes (e.g. nom, prénom, date de naissance, etc.).

- ✓ Chaque catégorie a quelques propriétés uniques.

Comment peut-on représenter toutes ces catégories ?

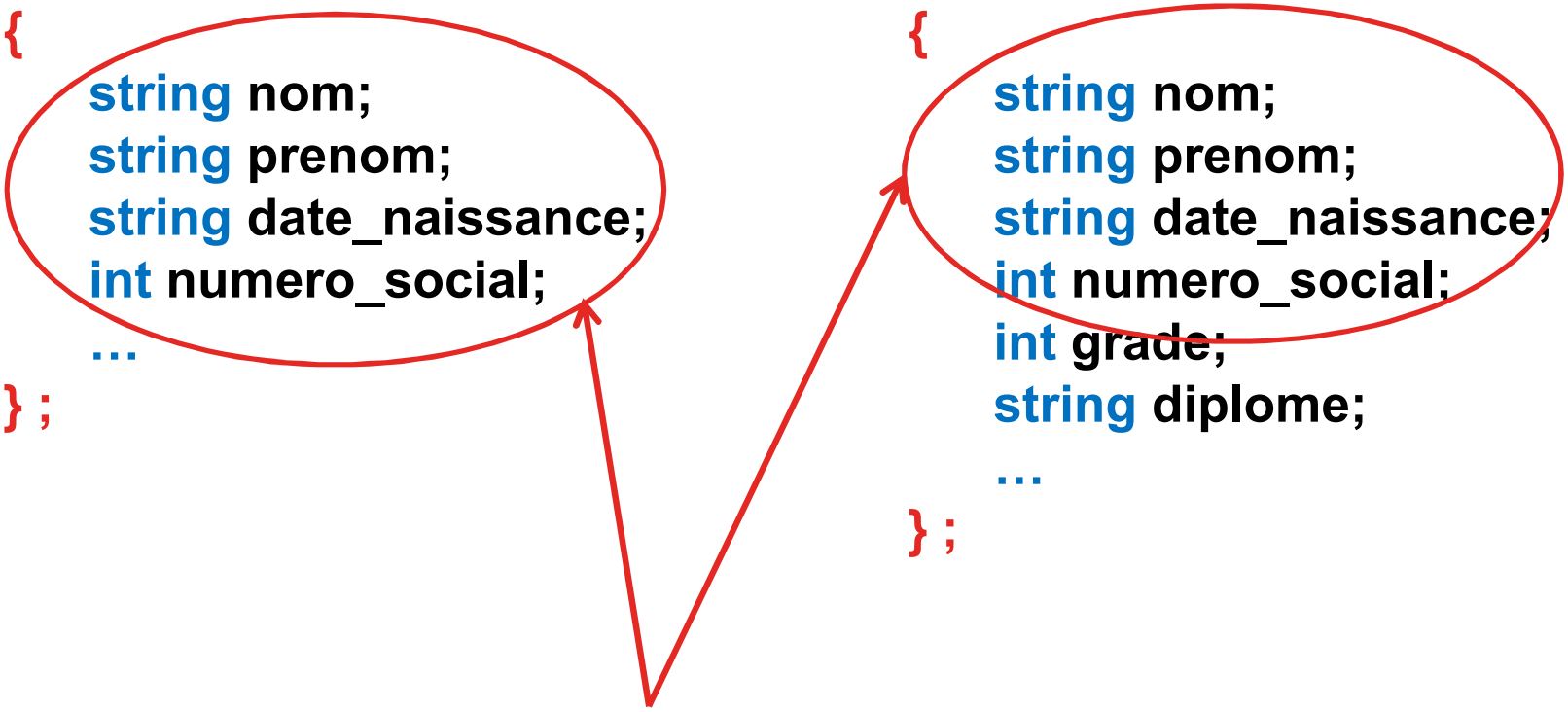
Solution archaïque

La solution utilisant les structures consiste à créer un objet (structure) indépendant pour chaque catégorie.

- trop de redondances
- occupation d'espace mémoire important
- maintenance couteuse qui pourra causer des problèmes

```
// structure pour les étudiants

struct    Etudiant
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;
    int numero_social;
    …
} ;
```

```
// structure pour les enseignants

struct    Enseignant
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;
    int numero_social;
    int grade;
    string diplome;
    …
} ;
```

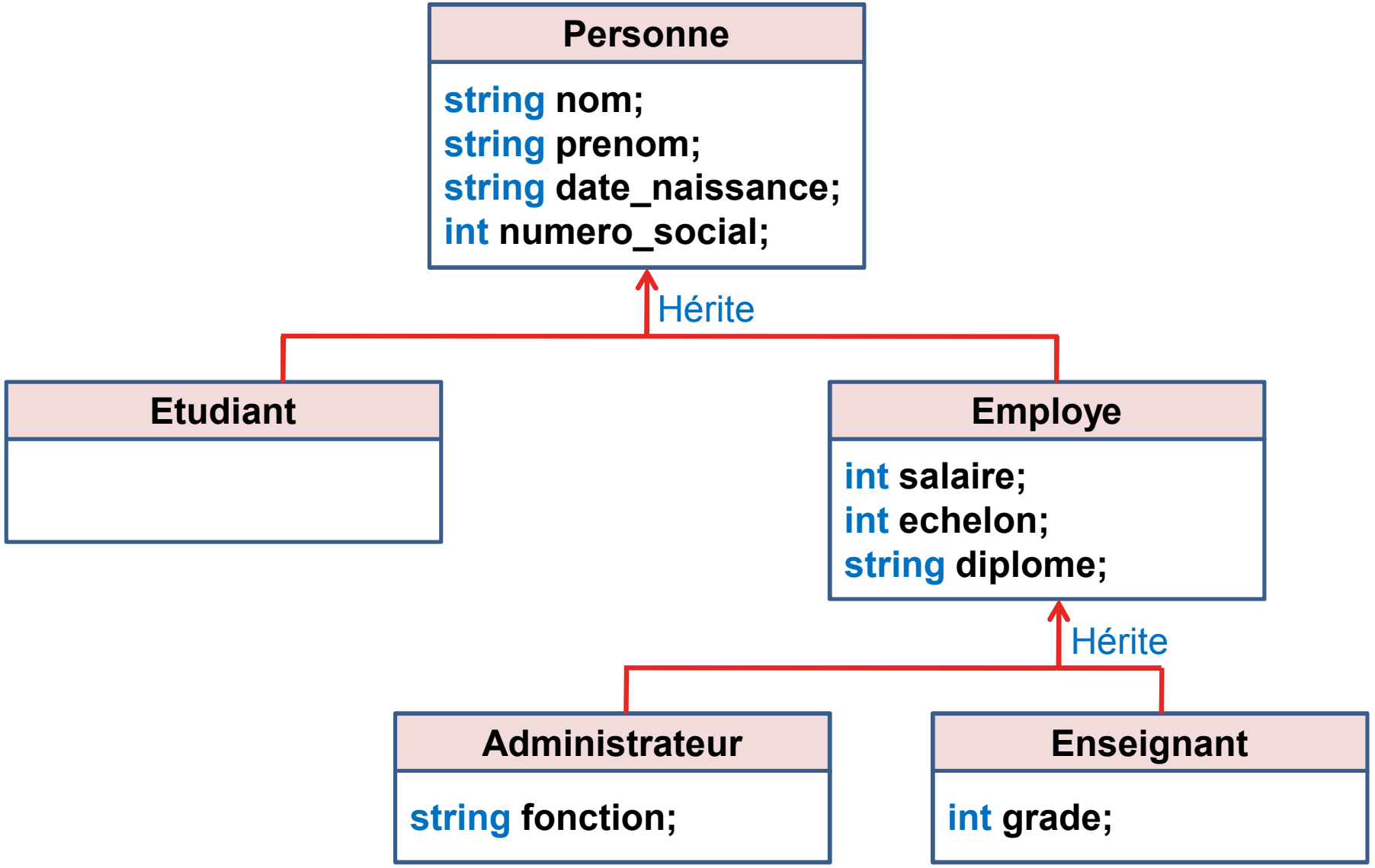


Solution idéale

L'utilisation des objets plus évolués (classes) qui permettent de bien structurer le code et faciliter la conception.

Classe vs structure:

- ✓**Encapsulation**
- ✓**Héritage**
- ✓**Polymorphisme**
- ✓**Interface**


Personne
string nom;
string prenom;
string date_naissance;
int numero_social;
Hérite
Etudiant
Employe
int salaire;
int echelon;
string diplome;
Hérite
Administrateur
string fonction;
Enseignant
int grade;

Pour créer une classe, on utilise le mot clé class en suivant la syntaxe suivante:

Syntaxe:

```
class nom_classe
{
    type variable;
    type variable;

    type fonction( )   { }
    type fonction( )   { }
    …
};
```

Exemple:

```
class Personne
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;

    void marcher( )
    {// écrire un code
    }

    int dormir( )
    {// écrire un code
    }
};
```

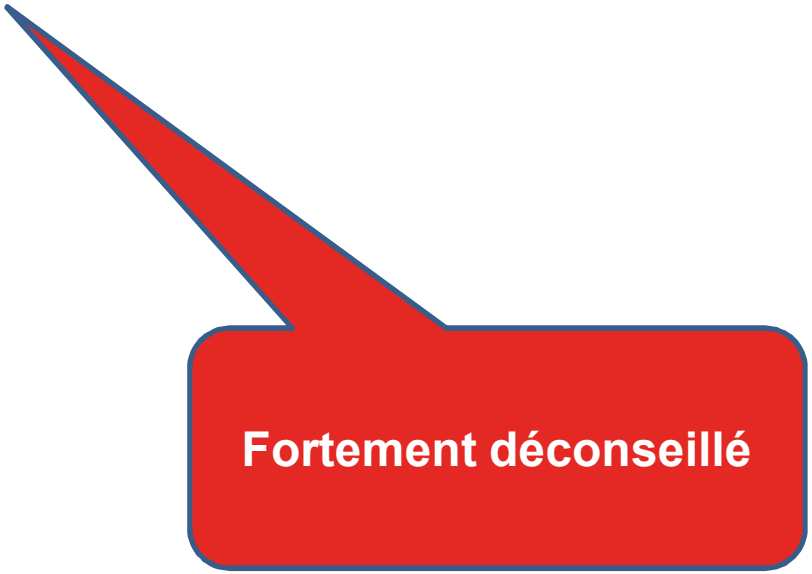
En C++, il y a trois manières de créer le contenu (implémenter) des classes:

- Déclarer et définir les membres à l'intérieur.
- Déclarer les membres à l'intérieur et les définir à l'extérieur.
- Déclarer les membres à l'intérieur et les définir dans un autre fichier.

Membre = attribut (variable) ou méthode (fonction)

1) Déclarer et définir les membres à l'intérieur ?

```
class Personne
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;

    void marcher( )
    {// écrire un code
    }

    int dormir( )
    {// écrire un code
    }
};
```



2) Déclarer les membres à l'intérieur et les définir à l'extérieur?

```
class Personne
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;
    void marcher( );
    int dormir( );
};
```

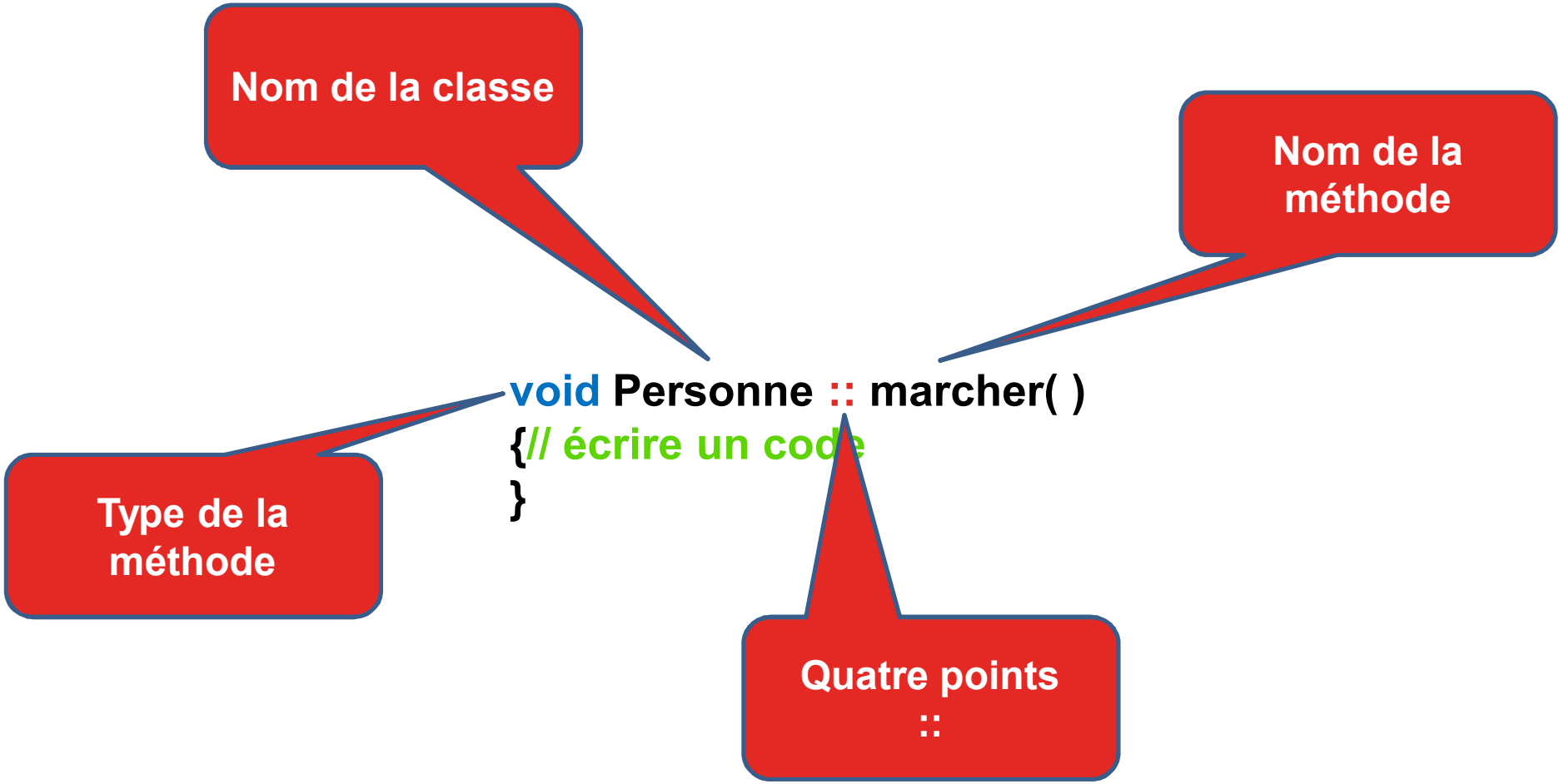
Ce n'est pas professionnel !

On écrit seulement l'entête des fonctions avec les paramètres s'il y en a

```
void Personne :: marcher( )
{// écrire un code
}

int Personne :: dormir( )
{// écrire un code
}
```

On définit le contenu des méthodes à l'extérieur de la classe

Pour définir le contenu des méthodes (fonctions) en dehors de la classe on met le nom de la classe suffixé par :: entre le type et le nom de la méthode.



3) Déclarer les membres à l'intérieur et les définir dans un autre fichier?

```
class Personne
{
    string nom;
    string prenom;
    string date_naissance;

    void marcher( );
    int dormir( );
};
```

fichier.h

```
#include "fichier.h"

void Personne :: marcher( )
{// écrire un code
}

int Personne :: dormir( )
{// écrire un code
}
```

fichier.cpp

Méthode conseillée et professionnelle

- On fait la même chose que la deuxième manière, mais en implémentant les fonctions dans un fichier indépendant.

- On appelle le fichier contenant la déclaration «un fichier entête ou fichier d'interface» et doit porter l'extension .h (abréviation de header).

- L'implémentation des méthodes doit se faire dans un fichier source ayant une extension .cpp et de préférence le même nom du header.

- Dans le fichier source (implémentation), on inclut le fichier header avec la directive #include.

Cette méthode de programmation est appelée D.D.U (abréviation de Déclaration-Définition-Utilisation)

Avec cette méthode on crée des bibliothèques personnelles.

L'utilisateur peut consulter le fichier d'interface (header) pour savoir le fonctionnement de la classe (un manuel).

```
// fichier RobotMobile.h
class RobotMobile
{
    float position_x;
    float position_y;

    void avancer(float x , float y);
};
```

Exercice: on veut créer une classe simple pour représenter un robot mobile.

```
// fichier RobotMobile.cpp
#include ”RobotMobile.h”

void RobotMobile ::avancer(float x , float y)
{
    position_x   +=   x;
    position_y   +=   y;
}
```

Déclaration d'une variable de type classe est appelée instance de la classe

```
// fichier main.cpp

#include "RobotMobile.h"

int main() {
    RobotMobile robot;

    // initialisation
    robot.position_x = 10.0;
    robot.position_y = 0.3;

    // avancer dans l'espace
    robot.avancer(1.0 , 1.0);

    return 0;
}
```

```
// fichier main.cpp

#include "RobotMobile.h"

int main() {
    RobotMobile *robot;
    robot = new RobotMobile ;

    // initialisation
    robot->position_x = 10.0;
    robot->position_y = 0.3;

    // avancer dans l'espace
    robot->avancer(1.0 , 1.0);

    if(robot != NULL) {
        delete robot;
        robot = NULL;
    }
    return 0;
}
```

Constructeur et Destructeur

- Les constructeurs et destructeurs sont des méthodes (fonctions) spécifiques sans types de retour, mais ils peuvent avoir des paramètres.

- Le constructeur est appelé automatiquement lors de la création de l'objet statique ou dynamique.

- Le destructeur est appelé automatiquement lors de suppression de l'objet créé (dynamique) ou à la fin du programme si l'objet est statique.

Le constructeur porte le même nom de la classe en respectant le majuscule et le minuscule.

```
// fichier RobotMobile.h
class RobotMobile
{
    float position_x;
    float position_y;

    void avancer(float x , float y);

    RobotMobile();

    ~RobotMobile();
};
```

Le destructeur porte le même nom de la classe en respectant le majuscule et le minuscule et doit être préfixé du caractère ~.

❖Le constructeur sert pour:

✓ initialiser les attributs (variables) de la classe.

✓ allouer l'espace mémoire des variables dynamique.

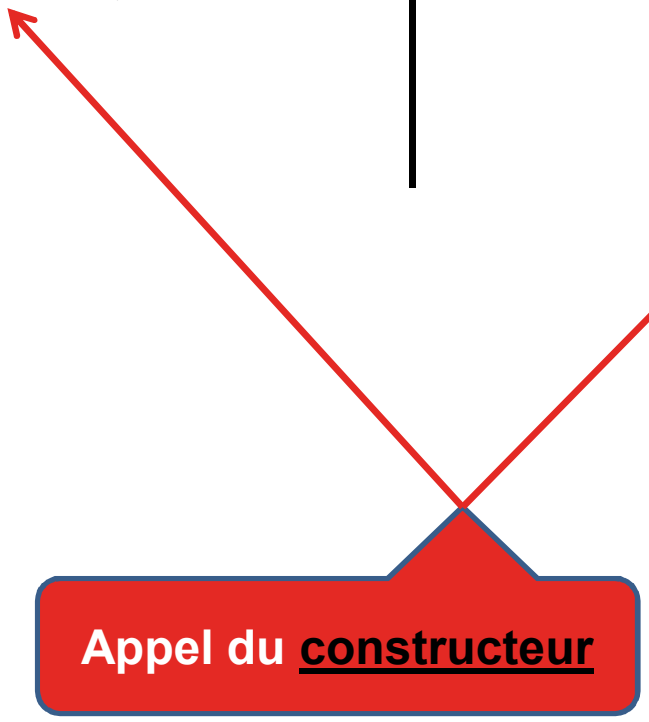
✓ appeler des fonctions pour faire un prétraitement dans les programmes avancés.

- ❑ Le constructeur est appelé lors de la déclaration d'une instance statique.
- ❑ Il est appelé lors de l'utilisation de l'opérateur new pour allouer l'espace d'une instance dynamique.

❖Le destructeur sert pour libérer l'espace mémoire alloué par les variables dynamiques.

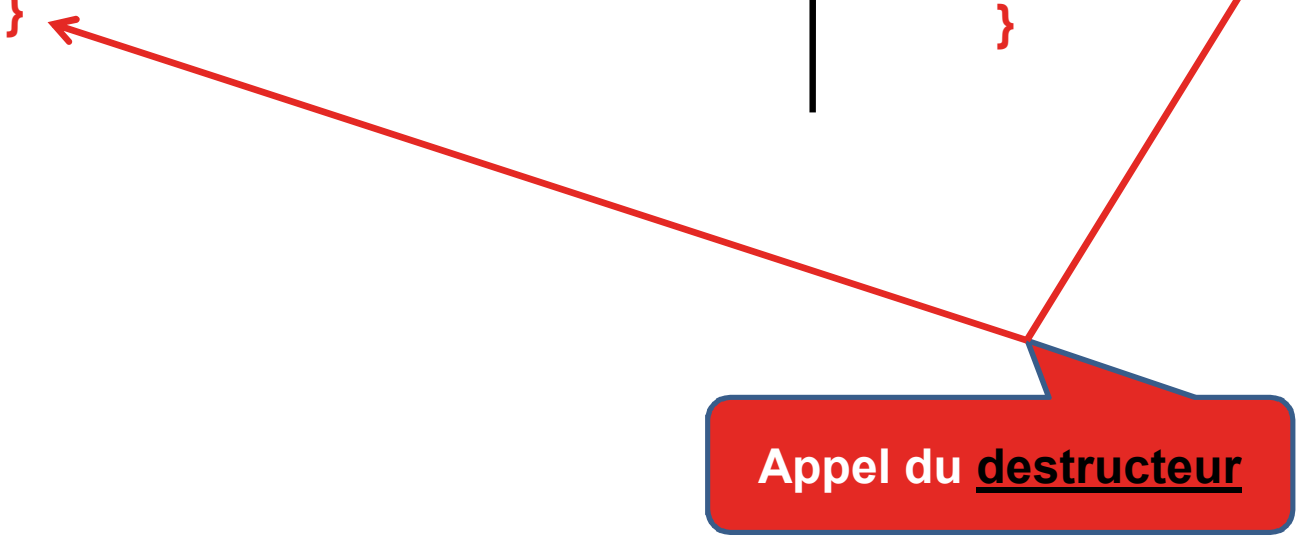
```cpp
// fichier main.cpp

#include ”RobotMobile.h”

int main() {
    RobotMobile robot;

    …
```

```cpp
// fichier main.cpp

#include ”RobotMobile.h”

int main() {
    RobotMobile *robot;
    robot = new RobotMobile ;

    …
```



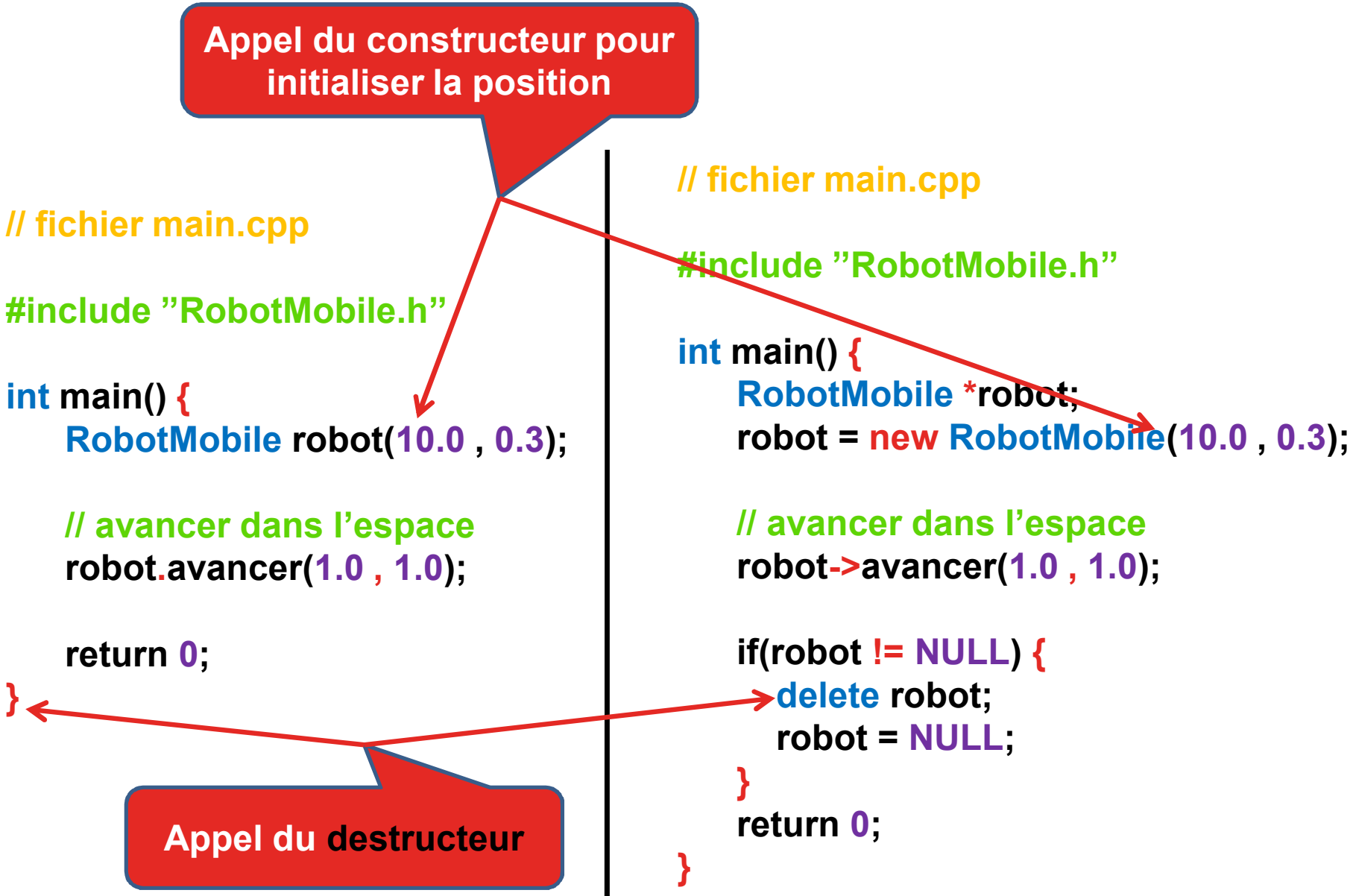
```
...

// avancer dans l'espace
robot.avancer(1.0 , 1.0);

return 0;
}
```

```
...

// avancer dans l'espace
robot->avancer(1.0 , 1.0);

if(robot != NULL) {
    delete robot;
    robot = NULL;
}
return 0;
}
```



```
// fichier RobotMobile.h

class RobotMobile
{
    float position_x;
    float position_y;

    void avancer(float x , float y);

    RobotMobile(float x , float y);
    ~RobotMobile();
};
```

```
// fichier RobotMobile.cpp

#include ”RobotMobile.h”

RobotMobile :: RobotMobile(float x , float y)
{
    position_x   =    x;
    position_y   =    y;
}


RobotMobile :: ~RobotMobile()
{
    // on n’a rien à libérer
}


void RobotMobile ::avancer(float x , float y)
{
    position_x   +=    x;
    position_y   +=    y;
}
```


Appel du constructeur pour initialiser la position
// fichier main.cpp
#include ”RobotMobile.h”
int main() {
RobotMobile robot(10.0 , 0.3);
// avancer dans l’espace
robot.avancer(1.0 , 1.0);
return 0;
}
Appel du destructeur
// fichier main.cpp
#include ”RobotMobile.h”
int main() {
RobotMobile *robot;
robot = new RobotMobile(10.0 , 0.3);
// avancer dans l’espace
robot->avancer(1.0 , 1.0);
if(robot != NULL) {
delete robot;
robot = NULL;
}
return 0;
}

Encapsulation

L'encapsulation sert pour:

- donner des droits d'accès aux membres des classes.
- protéger les attributs contre la modification de l'extérieur.

Il existe trois modificateurs d'accès:

- public = membres accessibles même par d'autres objets
- private = membres accessibles par la classe seulement
- protected = membres accessibles par la classe et ses enfants

Tous les membres sont par défaut en mode private.

Scénario (1)

On utilise quotidiennement un instrument électronique comme la télévision (objet) sans savoir sa constitution.

Le publique effectue seulement des actions de base tel que:

- **Allumer la télé**
- **Eteindre la télé**
- **Changer les chaines**
- **Régler les paramètres software**
- **Brancher des périphériques externes**

Scénario (2)

La télé est dotée de quelques caractéristiques internes:

- **Voltage de fonctionnement**
- **Puissance consommée**
- **Résistance des boutons**
- **Microcontrôleur**
- **Enceinte du son**
- **Etc.**

L'utilisateur normal ne peut pas toucher ces caractéristiques, car elles sont protégées par le fabricant.

C'est dans cet aspect que l'encapsulation dans POO a été conçue.

Pour désigner le mode d'accès à certains membres (attributs ou méthodes), on met le modificateur suffixé par deux points (:).

Remarque: ***tous les membres qui succèdent le modificateur suivront le même mode d'accès. Donc, il faut faire attention aux autres membres.***

```
// exemple

class RobotMobile
{
    private:
        float position_x;
        float position_y;

    public:
        void avancer(float x , float y);

        RobotMobile(float x , float y);
        ~RobotMobile();
};
```

Accessible seulement par les méthodes de la classe

Accessible par n'importe quelle méthode ou fonction

Attention ! Erreur !

```
// fichier main.cpp

#include ”RobotMobile.h”

int main() {
    RobotMobile robot;

    // initialisation
    robot.position_x = 10.0;
    robot.position_y = 0.3;

    // avancer dans l’espace
    robot.avancer(1.0 , 1.0);

    return 0;
}
```

On ne peut pas accéder à un membre privé (private) en dehors de la classe.

Attention ! Erreur !

```
// fichier RobotMobile.h

class RobotMobile
{
    private:
        float position_x;
        float position_y;

        void avancer(float x , float y);

        RobotMobile(float x , float y);
        ~RobotMobile();
};
```

Oublier de mettre le modificateur pour les méthodes publiques

Résultat = tous les attributs et toutes les méthodes seront considérés comme private.

Getter et Setter

Vu qu'on ne peut pas accéder directement aux membres private et protected, il y a toujours un moyen de le faire.

- On utilise les Getters (méthodes) pour lire les valeurs
- On utilise les Setters (méthodes) pour modifier les valeurs

```
// fichier RobotMobile.h

private:
        float position_x;
        float position_y;

public:
        void setPosX(float x);
        float getPosX();
```

```
// fichier RobotMobile.cpp

public:
        void RobotMobile :: setPosX(float x)
        {
             position_x = x;
        }
        float RobotMobile :: getPosX()
        {
              return position_x;
        }
```

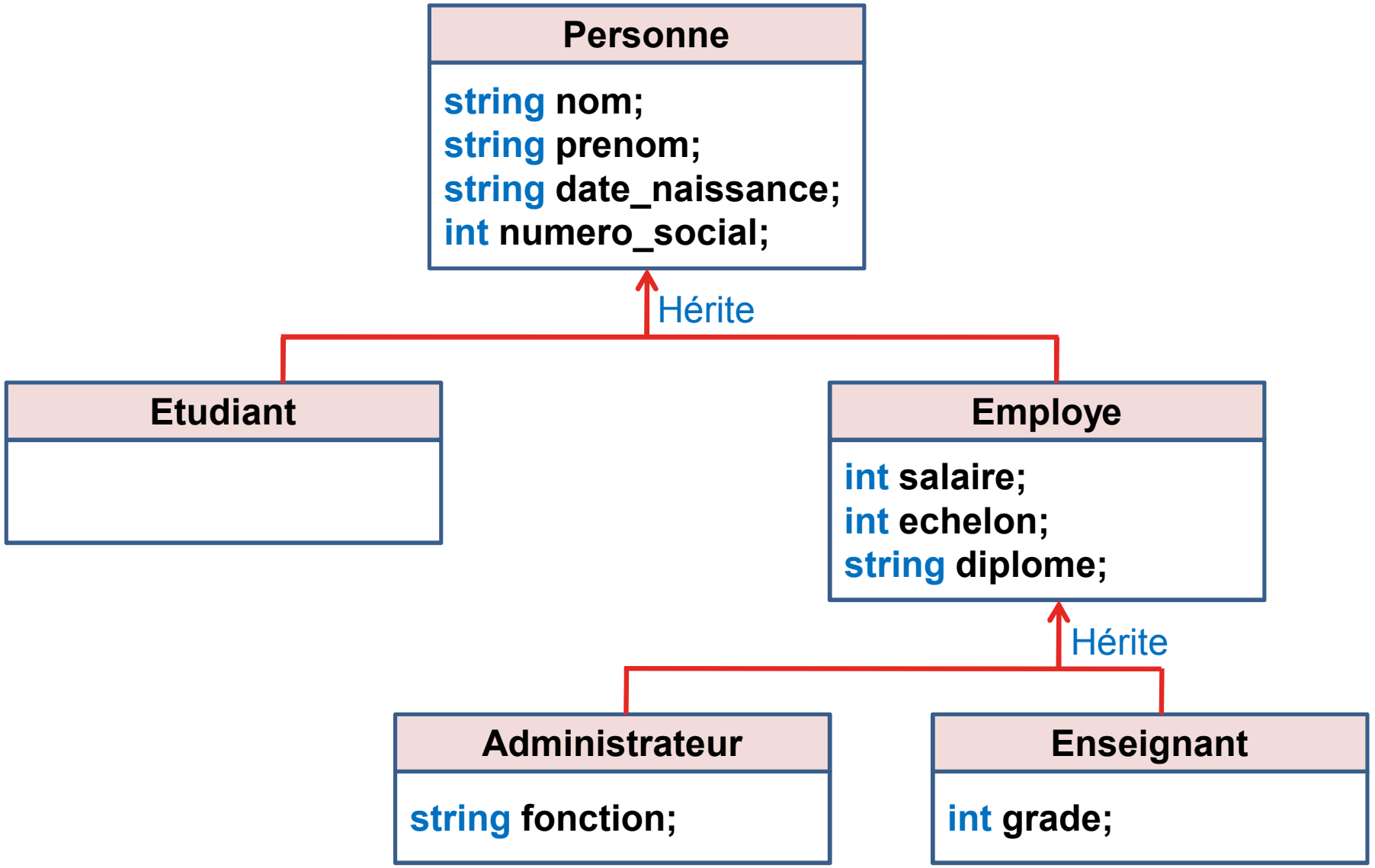
Héritage en POO

- **Le concept d'héritage consiste à éliminer la redondance dans l'abstraction des données.**

- **L'héritage consiste à unifier des variables et fonctions partagés entre plusieurs objets dans un seul objet.**

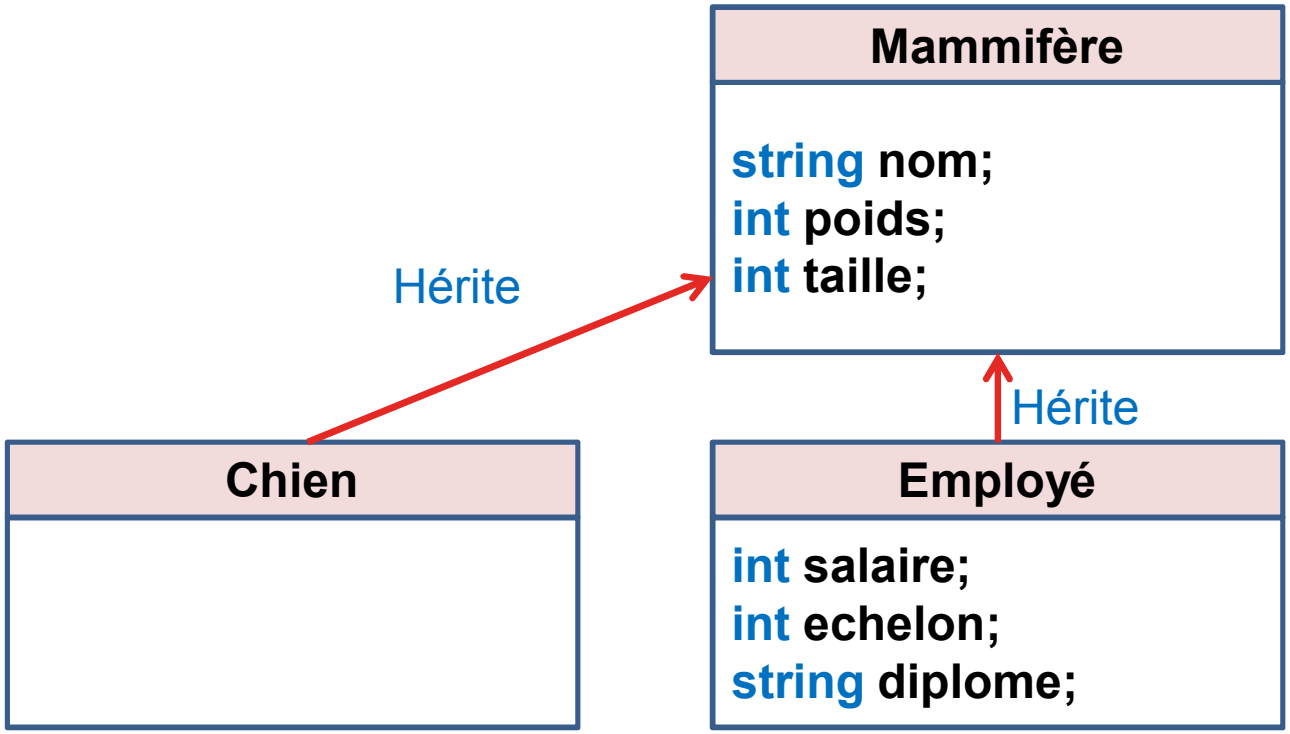
- **Les objets enfants héritent tous ou quelques membres (attributs et méthodes) de l'objet parent.**

- **L'objet parent et enfant doivent garder la sémantique.**


Personne
string nom;
string prenom;
string date_naissance;
int numero_social;
Hérite
Etudiant
Employe
int salaire;
int echelon;
string diplome;
Hérite
Administrateur
string fonction;
Enseignant
int grade;

Erreur sémantique !

Employé ne doit pas hériter de Mammifère quelque soit, car ils ne sont pas sémantiquement liés.



Héritage en C++ se fait en ajoutant deux points (:) après le nom de classe enfante + le nom de la classe parente.

Exemple:

```
// classe parente

class RobotMobile
{
    protected:
        float position_x;
        float position_y;

    public:
        void avancer(float x , float y);

        RobotMobile(float x , float y);
        ~RobotMobile();
};
```

```
// classe enfante héritée de RobotMobile

class RobotBiped : RobotMobile
{
    protected:
        Moteur moteur_1, moteur_2;
        Moteur moteur_3, moteur_4;

    public:
         RobotBiped();
        ~ RobotBiped();
};
```

On peut spécifier le mode d'héritage soit public ou private.

- ❖ Héritage public = membres hérités conservent les mêmes droits d'accès du parent.

- ❖ Héritage private = membres hérités deviennent privés dans la classe dérivée.

Si on ne spécifie pas le mode d'héritage, l'héritage privé est effectué par défaut.

On reprend l'exemple précédent, où la classe dérivée devient (*le code ci-dessous est illustratif*):

```
// class RobotBiped : private RobotMobile
class RobotBiped : RobotMobile
{
    protected:
        Moteur moteur_1, moteur_2;
        Moteur moteur_3, moteur_4;
    private:
        float position_x;
        float position_y;

    public:
         RobotBiped();
        ~ RobotBiped();

    private:
        void avancer(float x , float y);
        RobotMobile(float x , float y);
        ~RobotMobile();
};
```

```
class RobotBiped : public RobotMobile
{
    protected:
        Moteur moteur_1, moteur_2;
        Moteur moteur_3, moteur_4;
    protected :
        float position_x;
        float position_y;

    public:
         RobotBiped();
        ~ RobotBiped();

    public:
        void avancer(float x , float y);
        RobotMobile(float x , float y);
        ~RobotMobile();
};
```

Il est conseillé de faire un héritage public en cas d'un autre héritage de la classe enfante, car la classe enfante de la classe enfante doit hériter les propriétés de classe parente (classe de base).

Les constructeurs et destructeurs de tous les parents d'une classe enfante sont appelés avant d'exécuter ceux de la classe enfante.

```
class A {
    public:
    A( ) {
            cout<<"classe A"<<endl;
    }
};

class B : public A {
    public:
    B( ) {
            cout<<"classe B"<<endl;
    }
};

class C : public B {
    public:
    C( ) {
            cout<<"classe C"<<endl;
    }
};.
```

```
int main( )
{
        cout<<"affichage…"<<endl;
        C     enfant; // constructeur appelé

         return 0;
}
```

```
Affichage…
classe A
classe B
classe C
```

C++ permet de faire un héritage multiple contrairement aux autres langages de programmation

Après les deux points (:), on met les noms des classes (avec les modificateurs) parentes séparés par des virgules

```
class Enfant : public Parent1 , public Parent2 , public Parent3
```

Attention !

Lorsque la même méthode existe dans différentes classes parentes et est appelée dans la classe enfante, le compilateur détecte une ambigüité.

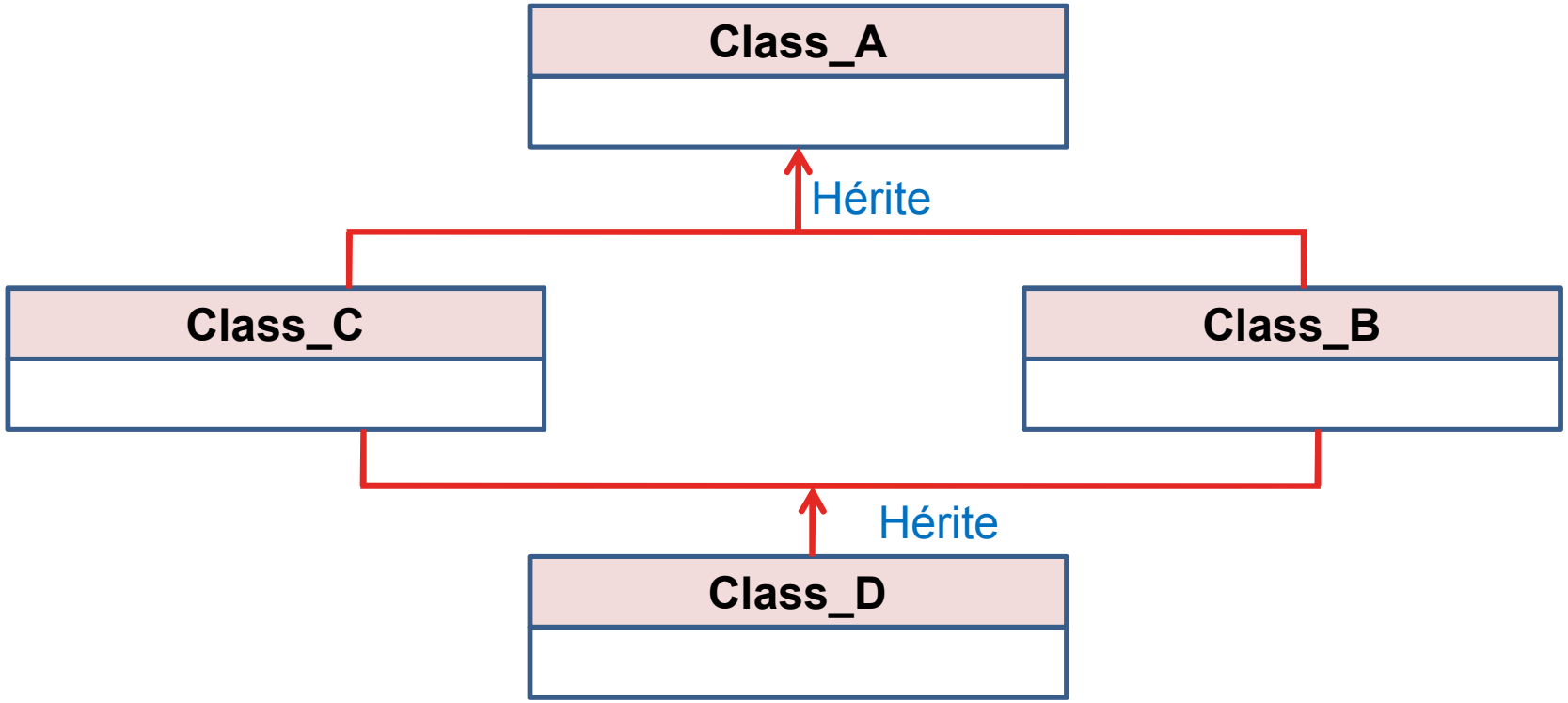
```
class A {
    public:
        void fonct( ) { }
};

class B {
    public:
        void fonct( ) { }
};

class C : public A , public B {
    public:
        C ( ) {
          fonct( );
         }
};.
```

Le compilateur ne sait pas de quelle fonction s'agit-elle.

Remarque: on ne peut pas hériter de la même classe deux fois.

```
class Enfant : public Parent1 , public Parent1
```

Par contre, il y a l'héritage en diamant !



Polymorphisme

Le concept de polymorphisme est dédié pour les méthodes des classes (fonctions), où elles peuvent prendre différentes formes dans la même classe.

Il y a quatre types de polymorphisme:

- ✓ **Polymorphisme ad-hoc**
  - ❖ **Surcharge**
  - ❖ **Coercition**
- ✓ **Polymorphisme universel**
  - ❖ **Paramétrique**
  - ❖ **D'inclusion**

❖ Le polymorphisme de surcharge consiste à définir plusieurs méthodes portant le même nom, mais avec différents types de retour et différents paramètres (nombres et types).

❖ Le nombre de paramètres et les types des paramètres représentent la signature des méthodes (distinction).

```
// class RobotMobile implémentant différentes fonctions 'avancer'
class RobotMobile
{
    protected:
        float position_x;
        float position_y;

    public:
        void avancer(float x , float y);
        bool avancer(int x , int y);
        bool avancer(ObjetPosition x , ObjetPosition y);
        RobotMobile(float x , float y);
        ~RobotMobile();
};
```

Le polymorphisme de coercition consiste à surcharger des opérateurs pour permettre la conversion implicite du type (convertir la classe en autre type).

```
// surcharge du type int pour pouvoir convertir la classe en int
class MaClasse
{
    public:
        operator int ()
        {
            return 2; // on peut effectuer une opération arithmétique
                      // ou afficher le contenu d'une variable
        }
};

// dans la fonction main
int entier;
MaClasse ma_classe;

entier = ma_classe; // si la classe n'est surchargée de int, ça renvoie une erreur
cout<< entier << endl; // le résultat affiché est 2
```

On parlera prochainement sur cette syntaxe

Le polymorphisme paramétrique consiste de rende les méthodes plus génériques et adaptées à plusieurs paramètres au lieu de définir les différentes formes. En particulier, on bénéficie du paradigme de template qui est propre au c++ (une technique avancée).

On parlera ultérieurement sur cette technique

```
// généraliser les méthodes d'une classe avec les templates
class MaClasse
{
    public:
        template <class T> void fonction (T variable)
        {
        }
        template <class T1 , class T2> int fonction (T1  variable , T2  variable2)
        {
        }
};
// dans la fonction main
double var;
MaClasse ma_classe;
ma_classe.fonction <double> (var);
```

❖ Le polymorphisme d'inclusion constitue l'abstraction des classes. En d'autres termes, il consiste de déclarer les prototypes dans les classes de base et les redéfinir dans les classes enfantes.

❖ On met le mot virtual avant le type de la méthode pour rendre cette dernière abstraite.

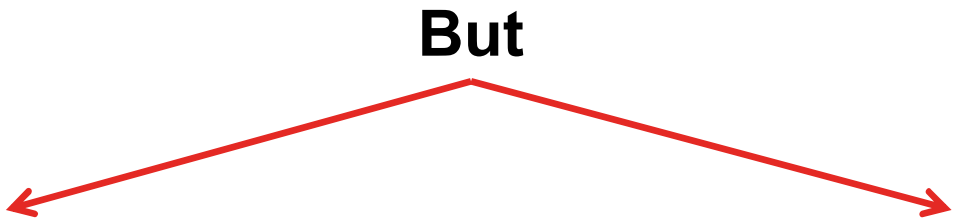
```
class MaClasse
{
    public:
        virtual void fonction () { }
};
```

```
class classeEnfante : public MaClasse
{
    public:
        void fonction ()
        {
            // implémenter la fonction différemment
        }
};
```

Classes abstraites
et
Interfaces

Une classe abstraite contient au moins une méthode abstraite

Une méthode abstraite (purement) est une méthode non implémentée dans la classe parente et implémentée et redéfinie différemment par les sous-classes.



Traiter des classes liées de manière uniforme sans prendre en considération leurs détails

Imposer une spécification d'implémentation des sous-classes

❖Une méthode purement abstraite est précédée par le mot clé *virtual* dans la classe parente et on lui affecte 0

❖La redéfinition est précédée par le mot clé *override* ou *final* dans les sous-classes et a la même signature (c++11)

```
class Engin
{
   float m_speed , m_weight;
   Engin();
   ~Engin();
   virtual void move() = 0;
   virtual void stop() = 0;
};

class Vehicule
{
   int m_nb_wheels;
   override void move() { //code }
   override void stop() { //code }
};
```

Classe ne peut pas être instanciée

Méthode ne peut pas être implémentée ici

En utilisant final, ça veut dire que la méthode ne peut plus être redéfinie par les sous-classes

Une interface est un cas particulier des classes abstraites et caractérisée par:

- Pas de variables et constructeurs
- Toutes les méthodes sont abstraites

```
class Engin
{
public:
   virtual void move() = 0;
   virtual void stop() = 0;
   virtual void open() = 0;
   virtual void close() = 0;
};
```

```
class Boat : Engin
{
protected:
   int m_nb_motors;

public:
 override void move() {}
 override void stop() {}
 override void open() {}
 override void close() {}
};
```

```
class Vehicule : Engin
{
protected:
   int m_posX, m_posY;
   bool m_state;

public:
 override void move() {}
 override void stop() {}
 override void open() {}
 override void close() {}
};
```

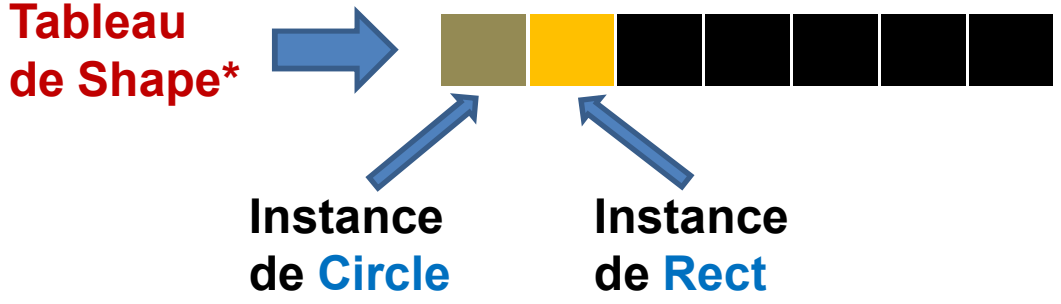
Traitement uniforme

```
class Shape
{
Protected:
    int m_posX, m_posY;
public:
    virtual void draw() = 0;
};
```

```
class Circle : Shape
{
protected:
    int m_radius;

public:
    override void draw()
    {
        // afficher cercle
    }
};
```

```
class Rect : Shape
{
protected:
    int m_posX;

public:
    override void draw()
    {
        // afficher rectangle
    }
};
```

```
int main()
{
    Shape** tab = new Shape* [2];
    tab[0] = new Circle;
    tab[0].draw();
    tab[1] = new Rect;
    tab[1].draw();
};
```



Fonctions amies
(friend)

❖Une fonction amie d'une classe est une fonction indépendante, où elle pourra être définie dans une autre classe ou en dehors.

❖Une fonction amie peut accéder à tous les membres (attributs ou méthodes) d'une classe quelque soit le mode d'accès (public, private ou protected).

❖Pour désigner une fonction amie, on met le mot friend succéder par la déclaration du prototype de la fonction (sans implémentation).

```
class MaClasse
{
    public:
        friend void fonction (/* paramètres */);
};
```

Il faut informer le compilateur qu'il y a une classe A

```
class Class_A;

class Class_B
{
    public:
        friend void Class_A::fonction (/* paramètres */);
};

class Class_A
{
    public:
        void fonction (/* paramètres */)
        {
            // implémentation
        }
};
```

Renvoie une erreur, car la classe A non déclarée à l'avance

```
class Class_A;

class Class_B
{
    public:
        friend class Class_A;
};

class Class_A
{
    public:
        void fonction (/* paramètres */)
        {
            // implémentation
        }

        void fonction_2 (/* paramètres */)
        {
            // implémentation
        }

};
```

Toutes les méthodes de la classe A sont amies de la classe B

Si la classe A est amie de la classe B, ça ne veut pas dire que la classe B est amie de la classe A.

Si la classe A est amie de la classe B et la classe B est amie de la classe C, ça ne veut pas dire que la classe B est amie de la classe A.

L'amitié n'est pas symétrique.

Utilité des fonctions amies ?

Lorsqu'on veut manipuler deux ou plus objets à la fois.

Surcharge des opérateurs

✓Technique permettant de réaliser des opérations mathématiques intelligentes sur les classes

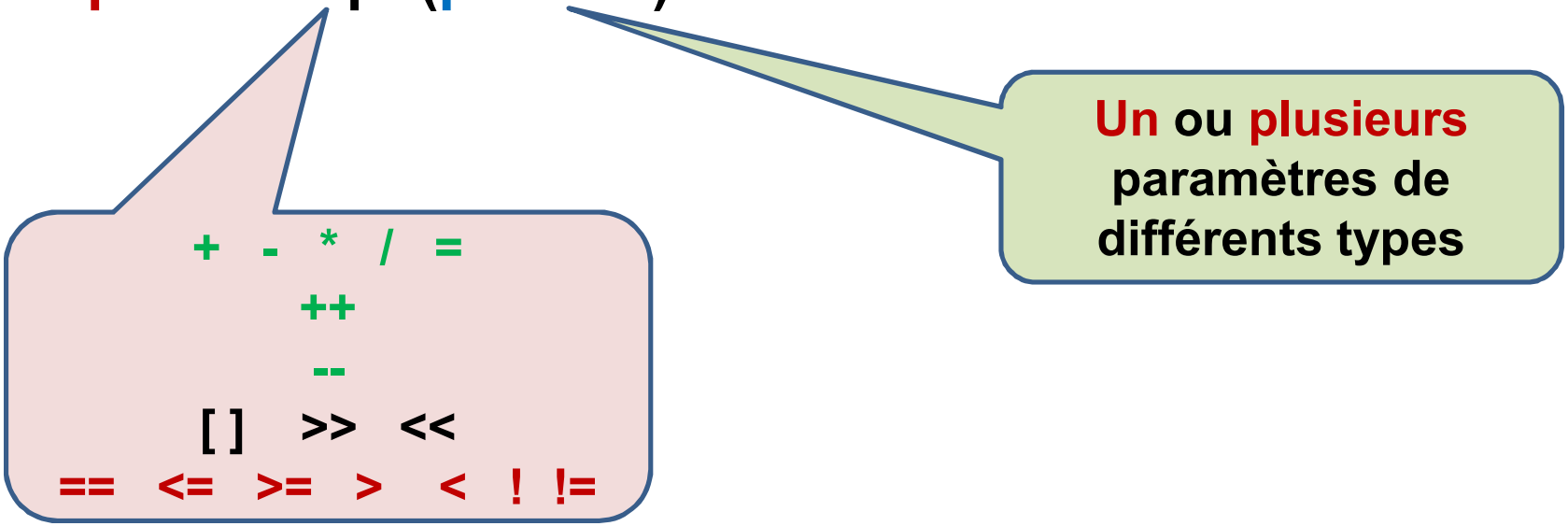
✓Lisibilité = code court + clair

```
Personne A, B, C; // Personne est une classe définie

A.poids = 70;
A.taille = 180;

B.poids = 90;
B.taille = 190;

// simple méthode pour calculer la moyenne
C.poids =  (A.poids + B.poids) / 2;
C.taille =  (A.taille + B.taille) / 2;
// ou on définit une fonction pour faire la moyenne
C = moyenne (A, B);
```

Solution optimale
C = (A + B) / 2;

Syntaxe:

type operator opt (params)



- Opérateur logique = type de renvoie booléen
- Opérateur arithmétique = type de renvoie numérique/objet
- Opérateur index = type de renvoie numérique/objet
- Opérateur streaming = type de renvoie streaming

Exemple:

```
Personne operator + (Personne const & A, Personne const & B)
{
   Personne C;
   C.poids = A.poids + B.poids;
   C.taille  = A.taille   + B.taille;
   return C;
}
```

Paramètre en référence pour le protéger contre modification

```
Personne operator / (Personne const & A, int const & val)
{
   Personne C;
   C.poids = A.poids / val;
   C.taille  = A.taille   / val;
   return C;
}
```

Exemple:

```
bool operator > (Personne const & A, Personne const & B)
{
   if(A.poids > B.poids && A.taille > B.taille) return true;
   return false;
}
```

```
ostream  operator << (Personne const & A)
{
   cout<<‘’poids = ‘’<<A.poids<<‘’ taille = ‘’<<A.taille;
}
```

Classes imbriquées

Déclaration des sous-classes à l'intérieur des classes

```
class Class_A
{
   class Sous_class_A
   {
      // code source
   };

   private:
      Sous_class_A variable;

   public:
      void method (/* paramètres */)
      {
         // implémentation
      }
};
```

Classe à l'intérieur d'une autre

Instanciation de la nouvelle sous-classe