

# Programmation C++ Avancée

## Session 2 – Objets : Modèle et Cycle de vie

Joel Falcou    Guillaume Melquiond

Laboratoire de Recherche en Informatique

# Service, Interface, Contrat ?

---

## Un objet – vision logique

- Un objet encapsule un état
- Un objet propose un service
- Un objet satisfait à une interface

## Un objet – vision physique

- un état = données membres
- un comportement = fonctions membres
- le tout défini dans une class

## Syntaxe de base

---

```
class simple_class
{
    std::vector<float>    buffer;

    protected:
    int                  id;
    std::string          name;

    public:
    simple_class();
    simple_class(simple_class const& other);
    ~simple_class();

    simple_class& operator=(simple_class const& other);
    int update(double n);
};
```

# Héritage public

---

## Définition

- Une classe hérite d'une autre afin de spécialiser son comportement
- La classe "fille" accède aux données et à l'interface publique de sa "mère"
- Notion de sous-classe

```
class base
{
    public:
    virtual void behavior();
};
```

# Héritage public

---

## Définition

- Une classe hérite d'une autre afin de spécialiser son comportement
- La classe "fille" accède aux données et à l'interface publique de sa "mère"
- Notion de sous-classe

```
class derived : public base
{
    public:
        virtual void behavior();
        void derived_behavior();
};
```

# Héritage public

---

## Définition

- Une classe hérite d'une autre afin de spécialiser son comportement
- La classe "fille" accède aux données et à l'interface publique de sa "mère"
- Notion de sous-classe

```
void process(base& b)
{
    b.behavior();
}
```

# Héritage public

---

## Définition

- Une classe hérite d'une autre afin de spécialiser son comportement
- La classe "fille" accède aux données et à l'interface publique de sa "mère"
- Notion de sous-classe

```
int main()
{
    derived d;

    d.behavior();
    d.derived_behavior();

    process(d);
}
```

# Gestion du polymorphisme

---

```
class base
{
    public:
        virtual void behavior();
};

class derived : public base
{
    public:
        virtual void behavior();
        void derived_behavior();
};
```



# Gestion du polymorphisme

---

```
class base
{
    public:
        virtual void behavior();
        virtual void foo() final {}
};

class derived final : public base
{
    public:
        virtual void behavior() override;
        void derived_behavior() {}
};
```

# Principe de substitution de Liskov

---

## Énoncé

Partout où un objet  $x$  de type  $T$  est attendu, on doit pouvoir passer un objet  $y$  de type  $U$ , avec  $U$  héritant de  $T$ .

## Traduction

- une classe = une interface = un **contrat**
- Les pré-conditions ne peuvent être qu'affaiblies
- Les post-conditions ne peuvent être que renforcées

# Principe de substitution de Liskov

---

```
class rectangle
{
    protected:
        double width;
        double height;

    public:
        rectangle() : width(0), height(0) {}
        virtual void set_width(double x) { width = x; }
        virtual void set_height(double x) { height = x; }
        double area() const { return width * height; }
};
```

# Principe de substitution de Liskov

---

```
class square : public rectangle
{
    public:
    void set_width(double x)
    {
        rectangle::set_width(x);
        rectangle::set_height(x);
    }

    void set_height(double x)
    {
        rectangle::set_width(x);
        rectangle::set_height(x);
    }
};
```

# Principe de substitution de Liskov

---

```
void foo(rectangle& r)
{
    r.set_height(4);
    r.set_width(5);

    if( r.area() !=20 )
        std::cout << "ERROR " << r.area() << " != 20\n";
}

int main()
{
    rectangle r;
    square s;

    foo(r);
    foo(s);
}
```

# Héritage privé

---

## Définition

- Résout le problème de la factorisation de code
- Permet la réutilisation des composants logiciels
- Pas de relation de sous-classe

# Héritage privé

---

```
class stack : private std::vector<double>
{
    public:
        using parent = std::vector<double>;
        using parent::size;

        void push(double v) { parent::push_back(v); }
        double top() { return parent::back(); }

        double pop()
        {
            double v = parent::back();
            parent::pop_back();
            return v;
        }
};
```

# Où ranger les objets ?

---

## La pile

- Mémoire rapide mais limité en espace et en temps
- Nettoyage automatique en fin de bloc
- Simple et efficace

## Le tas

- Espace virtuellement illimité
- Accessible via **new** et **delete**
- Nécessite une gestion fine (voir Session 3)



# Initialisation d'un objet

---

## Constructeur

- Chargé d'initialiser toutes les données membres d'un objet alloué
- Initialisation d'abord des données membres des classes “mères” via l'appel des constructeurs de ces classes
- Initialisation ensuite des données membres de la classe courante via l'appel des constructeurs des types de ces membres
- Enfin exécution d'un bloc de code

# Initialisation d'un objet

---

```
struct C : A, B {
    T1 d1;
    T2 d2;
    C(int x, T2 const &y) :
        // initialisation des classes meres
        A(x), B(),
        // initialisation des donnees membres
        d1(x + y, "abc"), d2(y)
    {
        // code arbitraire
        d1.f(x);
    }
};

int main() {
    C z(5, T2());
}
```

# Gestion des Temporaires

---

## *lvalue vs rvalue*

- lvalue : objet avec une identité, un nom
- rvalue : objet sans identité
- La durée de vie d'une rvalue est en général bornée au statement
- Une rvalue peut survivre dans une référence vers une lvalue constante

```
int a = 42;      // lvalue
int b = 43;      // lvalue
a = b;           // ok
a = a * b;       // ok
a * b = 42;      // erreur
```

```
int getx() { return 17;}
int& lr = getx(); // erreur
```

# Référence vers rvalue

---

## Objectifs

- Discriminer via un qualificateur lvalue et rvalue
- Expliciter les opportunités d'optimisation
- Simplifier la définition d'interfaces

## Notation

- T& : référence vers lvalue
- T const& : référence vers lvalue constante
- T&& : référence vers rvalue

# Référence vers rvalue

---

## Exemple

```
void foo(int const&) { std::cout << "lvalue\n"; }  
void foo(int&& x)    { std::cout << "rvalue\n"; }  
int bar()           { return 1337; }
```

```
int main()  
{  
    int x = 3;  
    int& y = x;  
  
    foo(x);  
    foo(y);  
    foo(4);  
    foo(bar());  
}
```

# Référence vers rvalue

---

## Le problème du forwarding

```
void foo(int const&) { std::cout << "lvalue\n"; }  
void foo(int&&)      { std::cout << "rvalue\n"; }  
void chu(int&& x)    { foo(x); }  
int bar()           { return 1337; }
```

```
foo(bar());  
chu(bar());
```

# Référence vers rvalue

---

## Le problème du forwarding

```
void foo(int const&) { std::cout << "lvalue\n"; }  
void foo(int&&)      { std::cout << "rvalue\n"; }  
void chu(int&& x)    { foo( std::forward<int>(x) ); }  
int bar()           { return 1337; }
```

```
foo(bar());  
chu(bar());
```

# Sémantique de transfert

---

## Problématique

- Copier un objet contenant des ressources est coûteux
- Copier depuis un temporaire est doublement coûteux (allocation + désallocation)
- Limite l'expressivité de certaines interfaces
- Pourquoi ne pas recycler le temporaire ?

## Solution

- Utiliser les rvalue-references pour détecter un temporaire
- Extraire son contenu et le **transférer** dans un objet pérenne
- Stratégie généralisée à tout le langage et à la bibliothèque standard



## Sémantique de transfert

---

```
std::vector<int> sort(std::vector<int> const& v)
{
    std::vector<int> that{v};

    std::sort( that.begin(), that.end() );

    return that;
}
```

# Sémantique de transfert

---

```
void sort(std::vector<int> const& v, std::vector<int>& that)
{
    that = v;
    std::sort( that.begin(), that.end() );
}
```

# Sémantique de transfert

---

```
std::vector<int> sort(std::vector<int>&& v)
{
    std::vector<int> that{std::move(v)};

    std::sort( that.begin(), that.end() );

    return that;
}
```

# Sémantique de transfert

---

```
std::vector<int> sort(std::vector<int> v)
{
    std::sort( v.begin(), v.end() );
    return v;
}
```