基于实践的 C++个人学习经验分享

上海大学中欧工程技术学院 19 级信息工程专业陈梓康

你好，我是信息工程陈梓康。首先是本人的个人情况介绍。本人其实很早就接触过 C++了，并且在正式的课程开始之前，已经学习过一遍 C++基本语法。此外，本人也熟悉其他编程语言，包括 MATLAB，C，Python，R，Ubuntu 操作系统，Julia。比如我的 C 语言课程成绩是 99 分，MATLAB 语言课程成绩是 A。因为有使用这些语言来建模、做算法、跑数据（手撸上千行的那种）的需求，因此在类似这样不断实践的过程中，我的编程水平勉强没有低于平均水平。总而言之，在上这门课程之前，C++对我而言已不是新鲜的东西。因此我的分享均是基于一定编程的基础的，如果是小白的话，还是建议把基础语法应用熟练吧，脚踏实地更好。

关于应试方面。我认为考试难度是比较正常的，再难也无非就是一些 design patterns。很多同学觉得考试很难，其实当你真正沉下心来认认真真地做几遍 TD（包括课外的 TD），你能发现这个考试是非常程序化的。比如一开始是 introduction，然后就是让你首先 define 一些基本的 member 和 method；接着给你一个任务，让你根据题给 code 自己 declare & define 若干个 class。最后记得画一个好看的（bushi）UML 图。如果这些程序化的东西记不住，那就借用一些方法，比如思维导图、艾宾浩斯曲线之类的还记得当初我写 iterator，adaptor 写到吐，已经达到倒背如流的状态了。

不要害怕考试，因为这门课程的考试的性质是达标性的，只要会基础语法以及理解 C++的 idea 和 feature，就可以拿到很好的成绩。当然，这门考试其实也并没有我说的这样简单，因为其中的代码细节、背后的代码逻辑、试卷的结构以及负责的 Antoinne 老师的出题意图是值得我们细细琢磨的。如果能在考试规定的时间内把这个做好，我觉得应该还是不错的。比如有些 class 之间的 association 是不确定的，它既可以是 composition 也可以是 aggregation，因为它其实是由代码的实现方式来决定的。虽然这两种不同实现方法在功能上是一致的，但是 class 之间的关系就是不一样，可能一些同学并没有注意到这一点。当然，这个细节点，授课老师也没有提到过。还有比如，为什么有 observer 这个 design pattern，它解决了一个什么问题，为什么它能够解决这个问题？其实当你了解过 C++背后运行/编译代码的流程，就能找到这个答案。此外，当你阅读题给 code 时，如果达到平均水平，我认为你应该能够理解出题老师展示给你的代码的精彩之处（因为不那么写，会出现一些可能很难发现的致命 bug，这算是考试里的彩蛋了）

关于课程项目方面。这个 part 成绩占比 15-20%，不算很多，但是值得我们重视。这里我必须为我们组员感到骄傲，我们小组对我们当时做的项目还是异常满意的。当时把整个程序完全做出来时，已经是异常兴奋。这段经历，不能忘记。回到正题，这个项目有大约上千行的代码量，不知道有没有过万行，好像压缩之后也有 0.5G 大小左右。完全是独立设计，主题是一个桌游。这是一个 0 到 1 的过程，从游戏规则的设计，到代码框架，然后是算法的选择，最后是 GUI 界面的设计。首先我觉得关于规则的设计其实是非常精彩的，至少在我第一次看到这样的设计是非常兴奋的（就是很想玩这个游戏）。代码的架构，我们还是比较遗憾的，因为当初对各种设计模式并没有理解透彻（虽然后面懂了，但是来不及更改框架了），因此在这方面我们小组发生了一些小争执，走了不少弯路。幸运的是，我们没有放弃，求同存异，合作共赢。算法层面，即设计多个电脑玩家，主要由我负责。本来是采取另外小组成员的建议，使用 Markov Chain。但是因为种种原因，最后还是借用梯度优化的方法，设计了一个可以设定任意游戏喜好的电脑玩家。最后，我们还做了

GUI 界面的设计，很精美。还记得，当游戏初始界面的音乐开始播放，那具有史诗感的音乐，令人热血沸腾。值得一提的是，在这样的代码设计过程中，最大的收获便是写各种各样的 interface 了，这里面还是有很多技巧的，就不展开细说，期待各位花时间挖掘彩蛋。然而，很棒的事情是，这个项目拿到了很高很高的分数。说心里话，能够让我们所有人共同进步，这是多么开心的事啊。

关于上课方面，少数同学会觉得跟不上，这里主要指 TD 课。但是，无论如何，不要不来上课或者不听课。老师应该会多次强调，这门课程的教学内容和国内的不太一样。以我个人经历来说，确实是如此。本课程的教学内容偏向于工程，相比于国内，这门课程更多地从应用角度来向你介绍与解释 C++。因此我认为该课程更加实用，并且老师也都很负责。所以要好好听课，虽然好好听也不能代表能考好（划掉）。答疑的机会不要浪费，可以和法国人聊天，锻炼法语（划掉）。

最后说最重要的事，关于学习本门课程的个人经验。C++是一门细节比较多的语言，因为经常要考虑到内存管理，比较底层。当然这也是它的优势，它在做计算的时比较快，潜力很大。之前有用 C++模拟过一个 NP 的最佳路径问题，计算速度确实比较快。因此，为了学好这门课程，你有必要写一个 list，专门用来记录在学习过程中的心得。为了方便你学习，我把学习笔记放在附件里了。此外，多写代码，多写代码，多写代码。我当初就是因为比较忙，花的精力不够多，才这个下场呜呜呜。

ps：lunde 老师说我考试成绩不好，突然觉得自己没有资格在这里给大家说三道四，我还是更脚踏实地一点吧。总之大家，多花时间好好准备考试。当然，不要过多在乎这些 GPA，多做实习、比赛、科研。因为一旦当你离开学校系统，进入社会， GPA 很难帮助到你。

当然，最后的最后，本人并没有深入了解过 C++，如果读者觉得心理不适或者对你没有任何帮助，请不要阅读本文。(*￣ ^ ￣)

附件

《学习资料》

1. constexpr 在编译时就可以声明，而不是运行的时方便候。这个东西在声明数组的长度很有用。

    1. constexpr N=10;

    2. array[N];

2. const 定义时，必须初始化一个值。指向常量的指针是不可改动的，包括对应指向的值。

    1. 非法的：

        1. const char * ='abcd';

        pc[3] = 'x';

    2. 合法的：

        1. char* const pc = 'abcd';

        pc[3] = 'x';

3. 在 struct 声明过后（在.h 文件里），后面在使用是可以不加上 struct 字符。struct 是默认 pubilc 的，class 是 private 私有的。

4. 休止符 '\0'

5. 函数的重载 overload

    1. C++根据函数的参数来分辨函数，当函数名相同时

6. *(p.nom)=0; *p.nom='\0'; (&p)->nom[0]=0;

    1. Struct personne{

        int age;

    } //声明

        2. void fonction_init(personne& p){ //**p 是对象**

        p.age=0;

    }//等价

    void onction_init(personne* p){ //**p 是指针**

        p->age=0;// 指针的用法

    }//等价

7. 初始化

    personne p1={.nom:"Adam", .age:20};

    personne table1[2]={"Adam", 20, "Tom", 19};

8. 函数按引用传递

```
int& fonction(personne& p){
    renturn p.age;
} // 返回的是一个对象。如果是变量则可以进行变量的运算。
```

9. 在某些情况下，如果不用 inline，那么我们可以在 class 里面声明一个 function()。

10. this 是当前类对应的 object 的指针，*this 是当前类的 object 本身

11. const 可以放在函数声明的后面，指不能对数据成员的值修改（它是个 const）

12. class 里面可以有 namespace 和 class（通过双冒号的方式获取）

13. UML 图的绘制

    1. 两种关系
    2. 方框
    3. 箭头（数字）

14. 封装原则

    1. 面向对象，封装，接口

15. public 内的内容可以通过'.'来访问。

16. 构造函数(constructor)、析构函数(destructoc)与生命周期

    1. clasee 的 structor 是类的一种特殊的成员函数，在创建类的新对象时执行。构造器 structor 与 class 同名，没有确定的返回类型，不需要 void，没有 return。构造器可以有大括号或者没有括号（也可以带参数）
    2. constructor 中"："的是用来初始化的，{}是用来赋值的。

    在 CPP 文件中：Carte(Couleur c, Nombre v, Forme f, Remplissage r) :couleur(c), nombre(v), forme(f), remplissage(r) {}

    ```
    MATH::Fraction::Fraction(int n, int d) : numerateur(n),denominateur(d) {
        setFraction(n, d);
        simplification();
    }
    ```

    3. 如果 constructor()=delete，说明该 class 是禁止的。
    4. 无参构造器是默认的（可以不写）= default
    5. 要声明 class 的 array 时，如果包含有参构造器，则一定要每个元素都要构造。
        1. solution1：声明 class 的指针数组（class 的指针没有调用 constructor），每个 point 指向一个 object（这里调用有参 constructor），记得 delete

2. solution2：手动添加一个无参 constructor，手动添加 void setClass()的 method 来分别设置成员的值。
3. solution3：使用 vector

6. class 的~destructor 是类的一种特殊的成员函数，在删除类的新对象时执行（ ~Fraction() {};)。被析构时，变量存在，但是它指向的地址不变，对应的值变了。class 的成员含有指针/数组时，必须要 destructor（delete[] 数组成员）。
7. 程序的生命周期
    1. 编码
    2. 预处理
        1. pre-processor 会处理#include, #define, #if
    3. 编译
        1. 静态检查
    4. 运行
8. 变量的生命周期
    1. 在构造器的花括号中，变量以的形式存在，在完成花括号内容后，相关局部变量会被 destruct
    2. 不要返回构造器的局部变量（它会在 return 之前被删除），必须得用 new（并且返回这个 new 对应的指针）
    3. 注意不要有内存的泄露，要删干净，new 出来的一定要删。
    4. 全体删除：delete[] Pioche；单个删除：for (something){delete something}

17. **期中考试**（周六 9:00-11:00）
    1. 考试内容和 TD4 和 TD5 很接近，书写规范、清晰明了
    2. TD21：操作符的重载，尤其是<<，写在 namespace 外面。（不考后缀操作符 surcharge 不考）
    3. TD22：exceptions：throw SetException("something wrong");
    4. TD23：拷贝构造函数/构造器，赋值构造函数/构造器， 不同类之间的关系，const 的作用（英/法）
    5. （对象的）数组，指针，
    6. UML 图：（注意枚举类型（这是一个 class）），composition（实心菱形），aggreation（空心菱形）
    7. TD24：singleton pattern, iterator
    8. 考二元操作符
    9. 数组的扩容不考

10. inline，类型转换不考

18. 期中复习

1. 创建 class 时，一定在 namespace（大括号无分号）中创建，并且确定 private 和 public（大括号有分号），再写 constructor，desstructor（~Fratoin(){};)。
2. void 函数可以返回 return 跳出函数。
3. déclarer 是在头文件中操作，difinir 是在 cpp 中操作
4. 在 cpp 文件中，记得加双冒号。
5. 在定义的时候，记得加 const。
6. constructor 和 copy constructor 要记得用冒号赋值啊（对于指针数组，先初始化，大括号内分别进行赋值）。
7. 只有 new 出来的才要在 cpp 文件中对 constructor 和 destructor 修改（delete）
8. 注意函数参数类型和是不是有&，有没有 return。
9. 注意数组是不可以直接 copy 的，要用 for 实现，如果没有相关 copy 的声明的话。
10. **.h:** void Plateau::print(ostream& f =cout) const;

    1. **.cpp:** void Plateau::print(ostream& f) const {

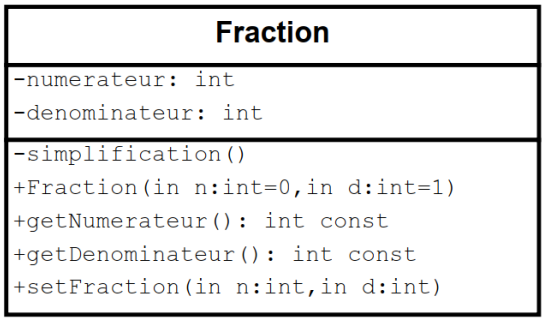
    ```
    for (size_t i=1; i<nb; i++) {
        if (i%4==0)    f << "\n";
        f << *cartes[i] << " ";
    }
    f << "\n";
}
```

11. 在创建新的数组时，记得 delete 之前的数组；

    1. auto old = cartes;

    ```
    for (size_t i=0; i<nb; i++) cartes[i]=newtb[i];
    delete[] old;
    ```

12. afficher 打印的意思，dupliquer 复制的意思，le constructeur de recopie et l'opérateur d'affectation 拷贝和赋值，en lecture 只读，parcourir 遍历
13. la classe *Controleur* compose à la fois la classe *Jeu* et la classe *Pioche* avec une multiplicité de 1 à chaque fois.(composition)
14. 画 UML 图时，num 可以看成 class。compinaison 只有一端有数字。



1.

15. std::cerr << "erreur : denominateur nul\n";

16. 用 point array 初始化 constructor，先在冒号后面 new，再在大括号里逐个赋值。

19. surcharge 重载：对于没有定义的操作符，我们定义一些操作符。

1. 算术运算符不是一种 method，要放在 class 外声明，两个变量参数。在 class 里面，只要第二个参数（因为 surcharge 是 class 的一个 method，所以默认有一个指向自己 class 类别 的 this 指针（所以可以在后面加上 const））。当参数为一个 object 时，应该传入它的 reference（const Fraction& f1)。

2. 后缀操作符"++"，则需要再加一个参数"int"即可，并且返回的类型是一个 class 本身（先传指针，再运算）。前缀操作符"++"返回的类型是一个 class 的指针（先运算，再传指针）。

    1. 在 CPP 文件中

        1. **+符号的 surcharge 返回参数没有&**

        2. ~~MATH::Fraction* MATH::Fraction::operator++(){//加法，指针，pre（错误写法，一定要用&)~~

            ~~numerateur+=numerateur+denominateur;~~

            ~~simplification();~~

            ~~return this;~~

    }

        3. MATH::Fraction MATH::Fraction::operator++(int){//指针，加法，post

            Fraction frac(numerateur, denominateur);

            numerateur+=denominateur;

            simplification();

            return frac;

    }

        4. MATH::Fraction& MATH::Fraction::operator++() {//官方解答

    setFraction(getNumerateur()+getDenominateur(),getDenominateur

```
());

    return *this;

}
```

5. const MATH::Fraction MATH::Fraction::operator++(int){//官方解答

```
    Fraction f(getNumerateur(), getDenominateur()); // copie de la fraction

    setFraction(getNumerateur()+getDenominateur(),getDenominateur());

    return f;

}
```

3. "<<"是在 std::ostream 中的，所以不能在 namespace 中声明。std::ostream& operator<<(std::ostream& F, const MATH::Fraction& frac);

   在 cpp 文件中：

```
std::ostream& operator<<(std::ostream& F, const MATH::Fraction& frac){

    F<<frac.getNumerateur();

    if (frac.getDenominateur()!=1){

        F<<'/'<<frac.getDenominateur();

    }

    return F;

}
```

4. void afficher(ostream& f = cout) const { f<<toString(); }
5. “==”“=”一定得在 class 中声明。
6. operator[] const(…)
7. ".", ".*", "::"是不可以被 surcharge 的
8. 二元操作符，自己读取两个变量"+"
9. implicit conversion 隐性转换
10. friend 空格后抄一遍在 class 外声明的 surcharge， 也可以访问 class private 了。在哪个 class 里面就可以访问哪个 class。（可以放在 private 或 public 里）

20. Exception 异常处理

1. Throw

1. 可以接"字符串"（需要 try，catch）
2. 可以接 class（需要 try，catch）

2. Try: **try** 块中的代码标识将被激活的特定异常。
3. Catch: 关键字用于捕获异常，紧跟在 try 之后，并且传入 throw 返回的参数的 type（可以将是 int i，但是这个是异常句柄，可以用来调用异常值）。

```
1. const char* what() const noexcept { return info.c_str(); }
```

21. macro(宏) assert 断言

1. #include "assert.h"
2. 当判断为 1 时，继续运行，否则（在编译的时候）跳出。

22. enum 枚举

1. enum color_set2 { GREEN, RED, YELLOW, WHITE } color3, color4;
2. color3=RED; //将枚举常量值赋给枚举变量
   color4=color3; //相同类型的枚举变量赋值，color4 的值为 RED
   int i=color3; //将枚举变量赋给整型变量，i 的值为 1
   int j=GREEN; //将枚举常量赋给整型变量，j 的值为 0
3. //比较同类型枚举变量 color3，color4 是否相等

```
1. if (color3==color4) cout<<"相等";
```

4. //输出的是变量 color3 与 WHITE 的比较结果，结果为 1

```
1. cout<< color3<WHITE;
```

5. cout<< color3; //输出的是 color3 的整数值，即 RED 的整数值 1
6. emun 举变量只能参与赋值和关系运算以及输出操作，参与运算时用其本身的整数值
7. ":"作为遍历的用法

```
1. int couleurs[3]=[GREEN, RED, YELLOW, WHITE];
2. for (auto x : couleurs)
```

23. explicit 拒绝类型强制转换，因此可以选择构造器。

24. 拷贝构造器 copy constructor：深拷贝，浅拷贝

1. 声明：cat(cat&);
2. 定义：cat::cat(cat& other) {

```
    age = other.age;
    …
}
```

3. 自动调用拷贝器的情况：

25. association 联合，aggregation 聚合 and composition 关联/组合：重点是谁负责谁的生命周期

    1. compositttion 的 copy constructor 和 aggregation 的 copy constructor 不一样。一个要 new，一个只需要传指针。
    2. association: is a weaker form of relationship and in code terms indicates that a class uses another by parameter or return type.

```
1. class Foo{
        public:
            void Baz (Bar bar) {
        }
    };
```

26. composition: implies a relationship where the child cannot exist independent of the parent. Example: House (parent) and Room (child). Rooms don't exist separate to a House.

```
1. class Foo{
        private:
            Bar* bar = new Bar();
}
```

27. aggregaton: implies a relationship where the child can exist independently of the parent. Example: Class (parent) and Student (child). Delete the Class and the Students still exist.

```
1. class Foo {
       private:
        Bar* bar;
        Foo(Bar bar) {
              this->bar = bar;
        }
}
```

28. Rules of three

    1. destructor, copy, operator=。

29. 单例设计模式

    1. 只提供唯一一个类的实例，任何位置都可以通过接口获得该实例 Jeu::getInstance();（这是一个对象）

```
1. static Jeu& Jeu::getInstance() {
```

```
                    static Jeu jeu;

                    return jeu;

        }
```

2. des interets de mettre en place le Design Pattern Singleton:
3. constructor, copy constructor(delete), operator=(delete), destructor()都是 private
4. 方法一（.h）：static Jeu& getInstance();表示多个对象共同调用这个 method。getInstace() 简单声明了 class jeu。

```
1.  static Jeu& Jeu::getInstance() {

                    static Jeu jeu;

                    return jeu;

        }
```

5. 方法二（.h）：用指针指向 jeu，从而进行内存管理。

```
1.  static Jeu& getInstance() {

                    if (instance==nullptr) instance = new Jeu;

                    return *instance;

        }

        static void libererInstance() {delete instance; instance = nullptr;}
```

6. 方法三（.h）：利用 struct Handler 和 point 共同进行生命周期管理。

```
1.  private:

            1.  static struct Handler{

                    Jeu* instance; //instance = new Jeu;这个代码是在声明之后的内容

                    Handler(): instance(nullptr) {}

                    ~Handler(){

                        delete instance;

                        instance = nullptr;//凡是 delete instance，还要再把 nullptr 赋值给 instance

                    }

                };

            2.  static Handler handler;

2.  public:
```

```
1.  static Jeu& getIntance(){
        if (handler.instance=nullptr) handler.instance = new Jeu;
        return *handler.instance;
    }
2.  static void libererInstance() {
        delete handler.instance;
        handler.instance = nullptr;//赋值为 nullptr 是为了在调用的时候（getInstance())方便判断是否是单例。
    }
```

7. static 属性/方法可以直接通过 Jeu::getInstance()（这个就是 jeu，只不过是单例）这样通过 class 访问。
8. getInstance()返回类型只能为&
9. 注意单例模式和友元的题目的文法（ex24-3）

30. 迭代器的设计模式

1. interator 返回的没有&，因为构造是私有的，不得随便访问/调用。
2. class interator 中的 method 前后的 const 是对称的。
3. 方法一：

```
1.  class Iterator{
        private:
            size_t = 0;
            friend class Jeu;//Jeu::getCarte()是 private
            Iterator() = default;//记得 constructor 在 private 中声明，注意初始化的方式（根据 private member 来判断）。
        public:
            bool isDone();
            void next();//要有 bool 判断函数和 throw
            const Carte& currentItem();//也要有判断函数和 throw
    };
2.  Iterator getIterator() const {return Iterator();}//在 Jeu 的 public 中
3.  friend class Iterator;
```

4. 迭代器 iterator 是 the public member of Jeu
5. 方法二：par les constructor standards du C++(STL)，对指针的指针进行操作
    1. class const_Interator{
        private:
            Carte** current = nullptr;
            const_Interator(Carte** c): current(c) {};
    2. 在 const_instructor 的 private 里要声明 constructor
    3. 在 const_instructor 的 public 里要 surcharge *, ++, !=
    4. begin(), end()在大的 class 里面声明，并且返回对象是 iterator 本身，不是&
6. composition 关系中的 private 是否可以访问？是可以的，互相访问。

31. vect

1. vector<int> vect;
2. vect.push_back(10);//在最后添加一个值
3. vector<int> vect(3,10); //3 个值为 10 的 vector
4. vector<int> vect{10, 20, 30}; //赋值定义方法
5. vector<int> vect(ptr, ptr+n);//选定两个指针之间的序列
6. vectot<int> vect(vect1.begin(), vect1.end());
7. it = find(vect.begin(),vect.end(), vet);如果没找到，为 end()这是一个指针

32. inheritance

1. 继承类可以访问父 protected member 和父 public member，但是非继承类不可以访问。继承类不可以访问被继承类 private member。如果一个 member 想被继承类访问，不被非继承类访问，所以应该是 protected。如果希望永远是不可访问的，那么应该是 private。
2. hériter public：继承的 private，protected，public 保持不变
3. hériter protected：继承的 private member 为 private
4. hériter private：继承的 private 为 private，public 为 protected
5. 被继承类的 destructor 一般是 virtual function。constructor 不可以是 virtual function。
6. 继承类要自己加上一个自己的 constructor，不能继承继承类的 constructor，destructor 和 copy constructor，surcharge，friend
7. 生命周期：最先初始化被继承类，最后释放被继承类，即 base-derive-dérive-base
8. 重载：（cpp）
    1. this->Evt1jDur::operator=(r);//利用被继承类的 constructor 定义 private

member

2. personne = r.personne;

3. …

9. 当实现一个在不同继承类不同定义的 method 时，要用虚函数 virtual。当被继承类被定义为 virtual 时，被继承类默认该 method 为 virtual function，反之不成立。

10. surcharge<<时，函数传入的参数 Evt1j e 会根据被继承类 Evt1j 改变类型（隐式转换，有点像 virtual）。在继承中，如果不能分别是哪一个继承类，可以直接用被继承类，但是一定要加上& 或*。

11. 异构（传入参数不同），但是在代码层面，传入的参数都是 Evt1j*（如果是 pointor 或 reference，则会自动转化 class 类型）。

12. iterator 继承类

```
1. class iterator: public std::vector<Evt*>::iterator{
        …
        iterator(std::vector<Evt*>::iterator& it):
        std::vector<Evt*>::iterator(it){}
    };
```

33. classe abstiaite 抽象类

1. 是一个 class 类型，可以有 membre，method，不能生成对象。
2. 虚函数在继承类中必须要被实现
3. généralisation 操作：提取公因式；spelisation 操作：不断丰富里面的方法

34. creat pattern

35. 模板设计方法 patron

1. 返回的一定是一个*

```
1. EvtPj* EvtPj::clone() const { return new EvtPj(*this); }
```

2. template<class T>

36. 适配器模式 pattern de l'adaptateur

1. 把不同的继承类放在同一个 vector 里，包含的类型一定要用*
2. Log 提供一个 add 方法和一个 display 方法（adaptateur de classe，adaptateur d'objet）
3. 在 h 文件中

```
class MyLog : public Log, private Agenda {//这个用得多一点
public:
```

```
    void addEvt(const Date& d, const Horaire& h, const string& s);
    void displayLog(ostream& f) const;
};
class MyLog : public Log {
private:
    Agenda evts;
public:
    void addEvt(const Date& d, const Horaire& h, const string& s);
    void displayLog(ostream& f) const;
};
```

4. class 类型转换
    1. 被继承类转化为继承类，用 dynamic_cast<Rdv*>(ptrx)（不成功返回 nullptr）
    2. 这玩意可以判断这个对象是不是这对应的个类

```
1. inline Date getDate(const Evt& e){
   const Evt1j* pt1=dynamic_cast<const Evt1j*>(&e);
   const EvtPj* pt2=dynamic_cast<const EvtPj*>(&e);
   if (pt1) return pt1->getDate();
   if (pt2) return pt2->getDateDebut();
}
```

37. 观察者模式
    1. 通过基函数来避免相互引用的问题。
38. set
    1. #include <algorithm>

    find()
39. virtal destructor 虚拟析构函数（针对继承类里面有 new 的情况）
40. override 一般在虚函数后面。
41. 在继承类中，访问私有继承的被继承类，用 using MyVector::ierator;
    1. 可以 using member，methods(无参)，constructor(无括号);
42. 模板设计方法
    1. AO 适配器模式

1. template< class T, class CONT=Vector<T> >//Design Pattern Stratégie 设计模式，这是对类似的模板的写法的偷懒

```
class StackP {
private:
    CONT cont;
public:
```

```
class iterator {
// Le type : type de l'iterateur du contenur dont on fait une composition
private:
    typename CONT::iterator courant;//借用 CONT 的 iterator, dependent scope
public:
    iterator():courant() {}
    iterator(typename CONT::iterator c):courant(c) {}

    //因此没有继承以下的 method
    iterator& operator++() { courant++; return *this; }
    bool operator!=(const iterator& it) const { return courant!=it.courant; }
    T& operator*() const { return *courant; }

    //需要定义 method，因为这是对本 class 做操作，半独立的 class。
    iterator operator++(int) { iterator tmp=*this; courant++; return tmp; }
    bool operator==(const iterator& it) const { return courant==it.courant; }
```

```
};
```

```
//不能是&，因此 return 的东西是非参数，非 member

iterator begin() { return iterator(cont.begin());

iterator end() { return iterator(cont.end()); }
```

```
};
```

2. AC 适配器模式

```
template< class T, class CONT=Vector<T> >

class StackP : private CONT {

public:
```

```
class iterator : public CONT::const_iterator {

// Le type : type de l'iterateur du contenur dont on fait une composition

private:

    typename CONT::iterator courant;//借用 CONT 的 iterator，dependent scope

public:

    const_iterator():CONT::iterator() {}

    const_iterator(typename CONT::iterator c):courant(c) {}

    //不需要定义其他 method，因为是 herite public，依赖的 class

};
```

```
//不能是&，因此 return 的东西是非参数，非 member

iterator begin() { return iterator(CONT::begin()); }

iterator end() { return iterator(CONT::end()); }
```

```
};
```

3. 在模板实际方法中，如果变量和模板有关，一定要用 typename

```
1.  typename CONT::iteratorcourant;
```

4. template function 兼容众多类似的 class

```
1.  template<class Container, class<T>> bool Search (const Container&
    container, const T& value) {
        for (auto it=container.begin(); it!=container.end(); ++it){
            ……
        }
}
```

5. 在模板设计方法中，如果返回定义模板，都是 Vector<T> 这样的类型

6. 模板编程方法

```
template<class IT, class COMP>
IT TD::element_minimum(IT it1, IT it2, COMP comp){
    IT it_min=it1;
    ++it1;
    while(it1!=it2){
        if (comp(*it1,*it_min)) it_min=it1;
        ++it1;
    }
    return it_min;
}
```

43. 继承类要在 constructor 中定义被继承类