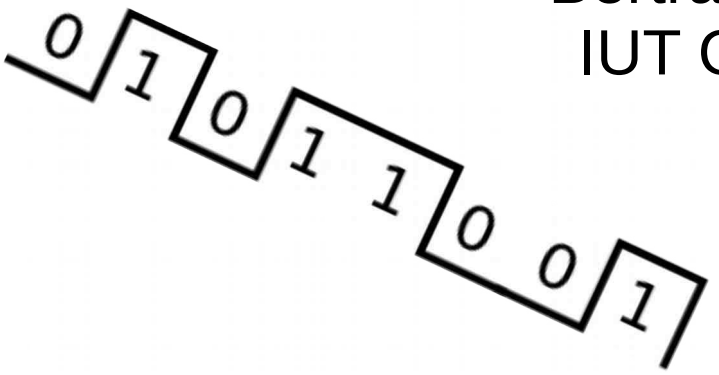
INITIATION A LA PROGRAMMATION ORIENTEE OBJET (POO)



Bertrand Vandeportaele
IUT GEII TOULOUSE
2021

Objectifs

- Découvrir les **possibilités** offertes par la P.O.O.
- Comprendre les **concepts**
- Savoir **utiliser des objets déjà créés** (librairies Arduino, QT...)
- Avoir un regard différent sur le développement d'une application

Déroulement

- 1 séances de cours
- 2 séances de TP (2x2h) : C++, QT Creator
- Manipulation en TP avec l'Arduino

Plan

- Introduction
- Présentation des concepts et de bases du langage C++
- QT
- Mise œuvre et comparaison

Introduction

- Dans un premier temps, l'objectif n'est pas que vous sachiez **créer** des objets mais que vous sachiez les **utiliser**
- “La P.O.O. n'est pas faite pour faciliter la vie du **développeur** des classes, mais est faite pour faciliter la vie de **l'utilisateur** des classes“
- Ce cours suppose une connaissance de base de la programmation impérative en C, il y fait référence via des “équivalent à”
- Ce cours utilise la syntaxe du langage C++ mais la plupart des concepts s'appliquent à d'autres langages orientés objet
- Ce cours ne prétend pas être exhaustif !

- Plusieurs langages utilisent ces concepts :
  - C++,Python, Ruby, Java, Visual Basic.....

La P.O.O., c'est quoi?

- Un paradigme de programmation informatique.
- Définition et Interaction de briques logicielles appelées objets.
- Un **objet** représente un **concept** et possède:
  - Structure interne (Données)
  - Comportement (Code)
  - Capacité d'interaction avec d'autres objets (Interface)
- Concepts proches d’un composant en VHDL
- Décomposition des problèmes différente de l'approche purement impérative.

La P.O.O., c'est quoi?

- Avantages:
  - Meilleur structuration des programmes
  - Ré-utilisabilité accrue du code
  - Utilisation plus facile
  - Hiérarchisation
  - Protection de la cohérence des données
- N'est pas forcement plus puissant ou mieux que la programmation impérative, mais est utilisée plus largement pour des gros projets

Mais un Objet, c'est quoi?

- Un **état** définit par une structure de données constituée de ce qu'on appelle **les attributs**
- Un **comportement** définit par un ensemble d'actions possibles qu'on appelle **les méthodes**
- Une **Classe** est une **structure** informatique en POO:
  - Variables = **instances** (exemplaire) d'un type: int i;
  - Objets =**instances** d'une classe: Chat minouche;
- Les attributs et méthodes sont les **membres** de la classe
- Par rapport aux structures que vous avez manipulées en langage C, on peut dire de manière simplificatrice:
  - Les champs d'une structure “équivalent aux” attributs d'une classe
  - Fonctions manipulant les variables de type structure “équivalent aux” méthodes de la classe
- Par rapport aux composants VHDL, on peut dire de manière simplificatrice:
  - Une classe “équivaut“ à un composant générique
  - Un objet “équivaut“ à un composant instancié

Lexique: instance = exemplaire

Exemple d'objets : **des chats**

- Pour manipuler des chats (à ne pas faire à la maison... l'auteur décline toute responsabilité en cas de mauvais usage de ce cours...)

- Création d'une classe Chat

Attribut

- Encode une partie de l'**état** de l'objet
- Typé:
  - Type standard: char, int, tableaux, float....
  - Type énumération
  - Type structure
  - Type objet

- Attribut **d'instance**: propre à chaque instance, équivalent à un champ d'une structure

- Attribut **statique**: partagé entre toutes les instances de la classe, équivalent d'une variable globale mais accessible uniquement via la classe. Utile par exemple pour réaliser un compteur d'un type d'objet

Exemple d'objet : **la classe Chat**

- Attributs d'instance:
  - Bool *vivant* *(pas adaptée au chat de schrödinger)*
  - *Emplacement* de type lieu avec

    enum : lieu{terre,paradis,enfer}
  - *Couleur* de type couleur_chat avec

    enum couleur_chat {NOIRETBLANC,BLEU,BLANC,ROUGE};
  - Char nom[100]
  - Int nombreDePattes ;
- Attributs statiques:
  - Int *nombreVivants* ; incrémenté chaque fois qu'un chat est créé et vivant dans le programme et décrémenté chaque fois qu'il est éliminé.

Méthode

- Permet d'**agir** sur l'objet
- Une méthode peut être:
  - une méthode d'instance, n'agissant que sur un seul objet (instance de la classe) à la fois
  - une méthode statique (ou méthode de classe) , indépendant de toute instance de la classe (objet).

- La plupart des méthodes peuvent avoir un type de retour et prendre des paramètres comme les fonctions
- Invocation d'une méthode “équivalent à” appel d'une fonction

Méthode (exemple Arduino)

- Exemple de méthode d'instance :
  - mySerial1 et mySerial2 sont des instances

```
//Création d'un port Série émulé nommé mySerial1 avec RX=pin 5, TX=pin 6
SoftwareSerial mySerial1(5, 6);
//Création d'un port Série émulé nommé mySerial2 avec RX=pin 7, TX=pin 8
SoftwareSerial mySerial2(7, 8);
// configuration du baudrate à 4800 bauds pour port série mySerial1
mySerial1.begin(4800);
// configuration du baudrate à 9600 bauds pour port série mySerial1
mySerial2.begin(9600);
```

- Exemple de méthode statique (c'est un faux exemple, mais il illustre le principe):
  - Serial est une classe (pas en réalité)

```
Serial.begin(9600) ;
```

Exemple d'objet : **la classe Chat**

- Méthodes d'instance:
  - *miauler*()
  - *gratter();*
  - *mangerUneSouris*(souris & lapauvresouris)
  - ...
- Méthodes statique:
  - *eradiquerTousLesChats*()

NB :Passage de paramètre par **référence**, La méthode mangerUneSouris de la classe Chat peut modifier l'état de la souris

Différentes méthodes

- Constructeur: appelée à la création de l'objet, porte le nom de la classe, paramétrable
  - Permet d'initialiser les attributs de l'objet, de réserver de la mémoire...
- Destructeur: appelée à la destruction de l'objet, porte le nom de la classe précédé de ~
  - Permet de libérer de la mémoire...
- Accesseurs (à préfixer par get): donne accès à des valeurs d'attributs **privés**
- Manipulateurs (à préfixer par set): permet de modifier des valeurs d'attributs **privés**
- Redéfinition d'opérateur (surcharger un opérateur), ex: +,-,*,/, >>, << etc...
- Méthodes **abstraites**: ne contiennent aucun code. Le code sera défini dans les classes **filles**

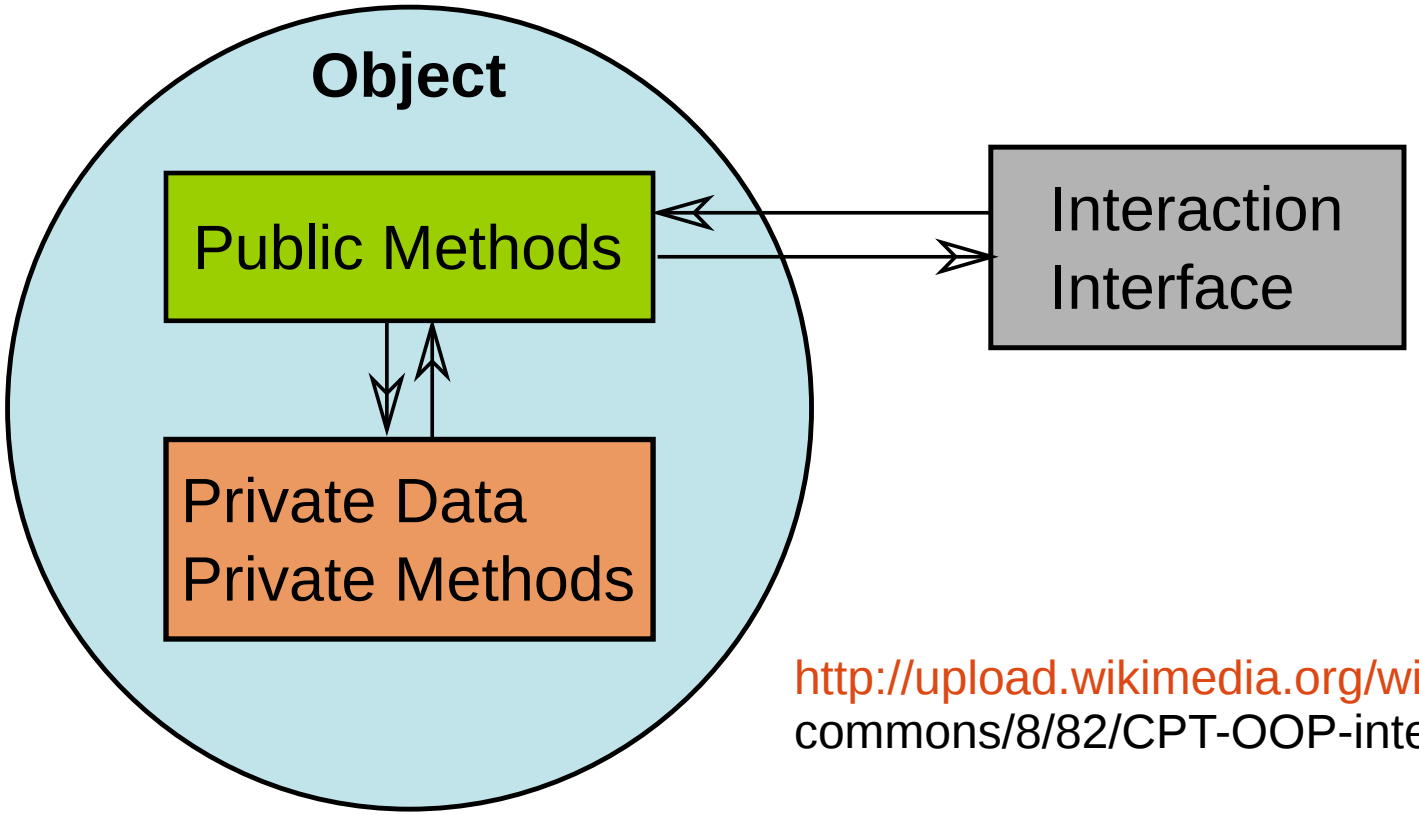
- Plusieurs méthodes avec le même nom mais des types et nombre de paramètres différents :
  - Surcharge de fonctions/méthodes et d'opérateurs
  - Attention : les types et le nombre des paramètres déterminent quelle version est utilisée, caster si besoin
- Possibilité d'utiliser des valeurs de paramètres par défaut

Modificateur de membre

- Un membre (attribut ou méthode) peut être :
  - **private** : accessible uniquement à l'intérieur de la classe qui le contient
  - **protected :** accessible dans toutes les classes **amies**
  - **public :** accessible de partout
  - **static :** commun à ou indépendant de toutes les instances d'une classe
- **private/protected** permet de protéger plus ou moins les membres

Principe de **l'encapsulation**

- Protège l'information contenue dans un objet
- Propose des méthodes pour agir sur l'objet



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/CPT-OOP-interfaces.svg

Exemple d'objet : **la classe Chat**

- On veut empêcher qu'un chat *vivant* se retrouve au *paradis* ou en *enfer*... ce serait **incohérent**
- Les attributs *vivant* et e*mplacement* sont rendus **private**
- Le constructeur de chat initialise le chat sur *terre* et *vivant*
- On utilise un manipulateur pour changer l'*emplacement*
- Chat ::setEmplacement(lieu nouvelEmplacement)

```
{
emplacement=nouvelEmplacement ;
//pourrait aussi s'écrire : this->emplacement=nouvelEmplacement ;
if (nouvelEmplacement==terre)
    vivant=true ;       //éventuellement, on ressuscite le chat
else  //enfer ou paradis...
    vivant=false ;      //éventuellement, on zigouille le chat
}
```

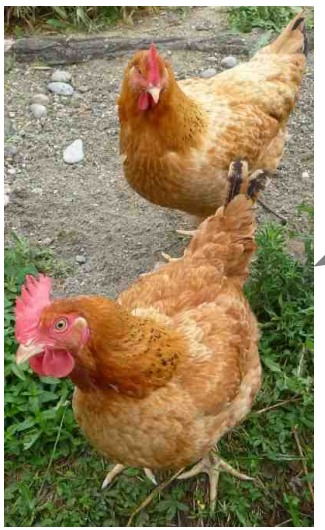
Hiérarchie de classes

- Notion d'héritage
- Classe mère et classe fille
- Différents niveaux
- Permet de mutualiser
  - code et données
- Diagramme de classe
- Documentation + simple

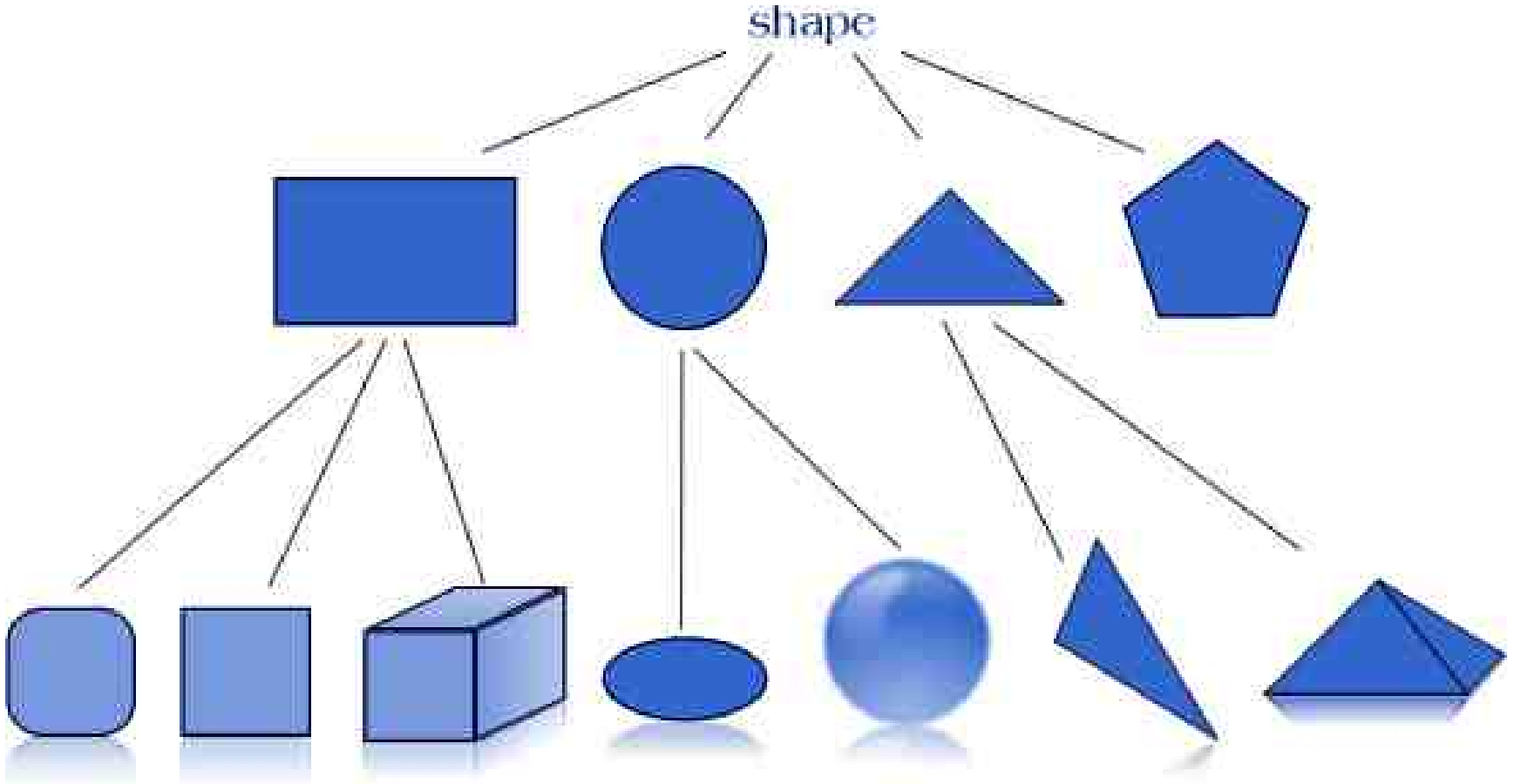
Classe mère :Définit tout ce qui est commun

Animal

Classe fille :(Re)définit tout ce qui est particulier

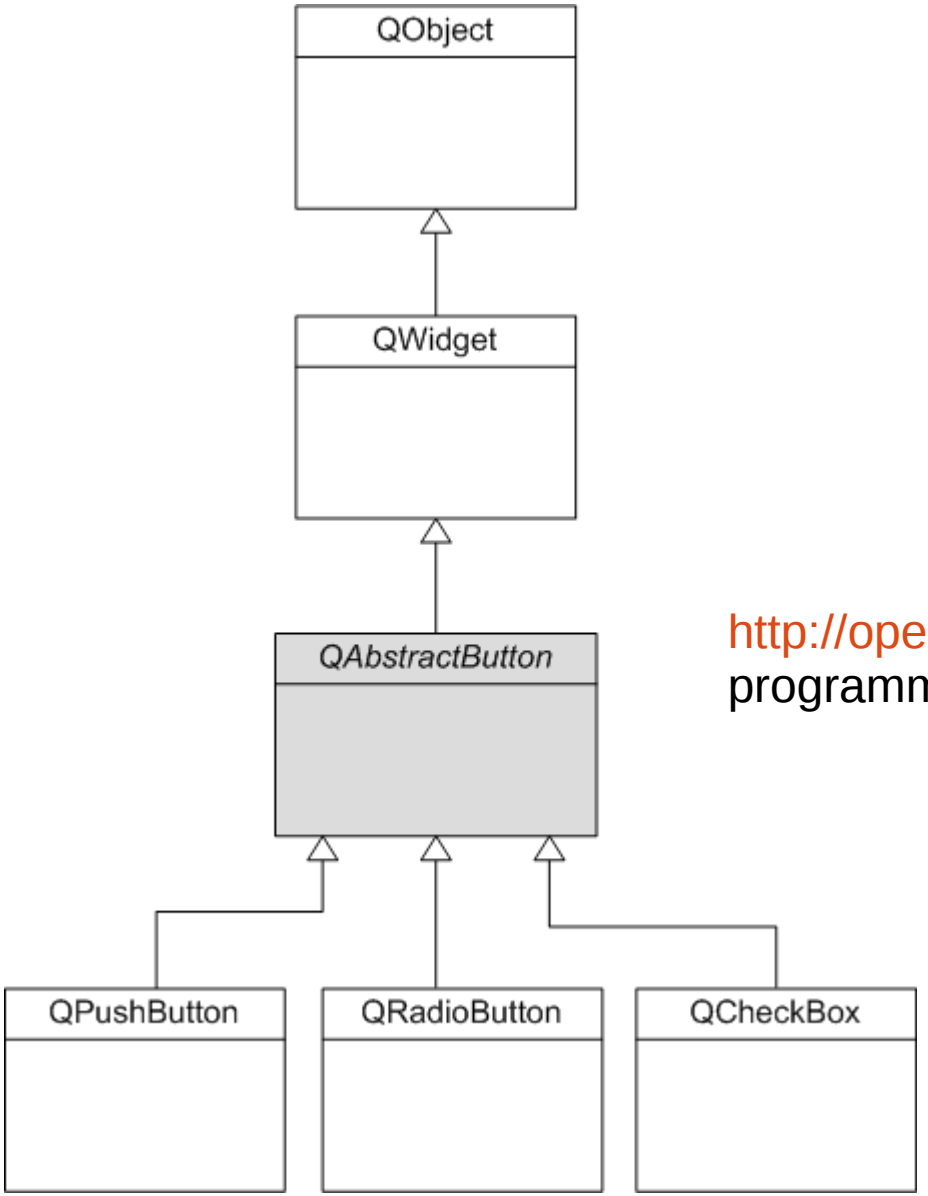


Hiérarchie de classes



http://www.ibs.ro/~bela/Teachings/OOP/oop.html

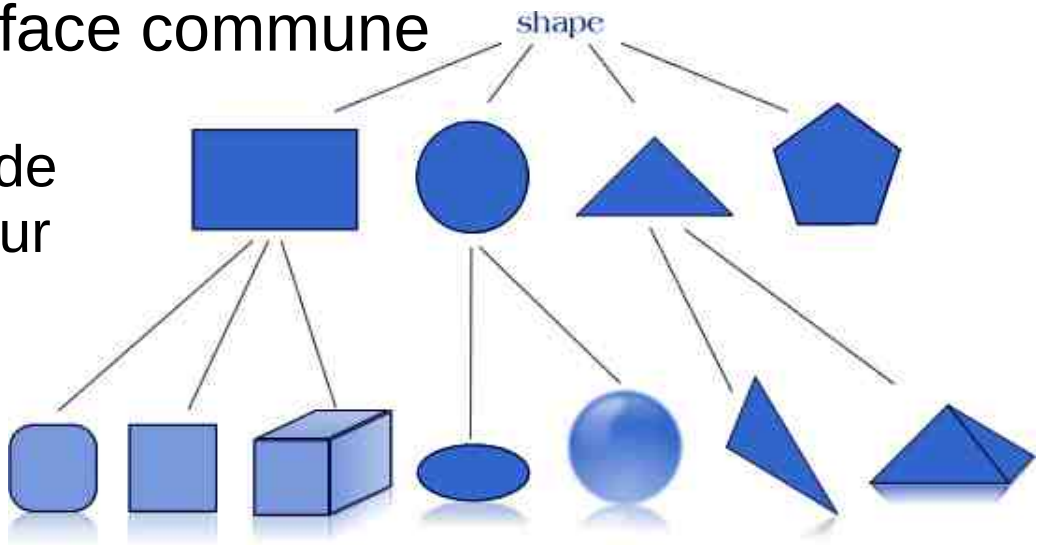
Hiérarchie de classes



http://openclassrooms.com/courses/
programmez-avec-le-langage-c/les-principaux-widgets-2

Polymorphisme

- Permet d'utiliser le même code pour manipuler des objets différents
- Plus simple pour l'utilisateur, qui n'a pas à se poser la question du type d'objet précis qu'il manipule
- **Classe abstraite** : classe qui ne sera pas directement instanciée mais qui sera utilisée comme classe mère
  - Permet de définir une interface commune
- Exemple :
  - Implémentation de la méthode de calcul de surface différentes pour chacune des classes :
    - Cercle ::calculeSurface() ;
    - Cube ::calculeSurface() ;
    - ...
  - Mais invocation **identique** objet.calculeSurface() ;



Espaces de noms (namespace)

- Permet de « ranger » des termes (variables, constantes, fonctions….)
- Permet à plusieurs variables ou fonctions d'avoir des mêmes noms, dans des espaces de noms différents
- Pratique lorsque l'on utilise des librairies :
  - Par exemple 2 librairies qui définiraient 2 fonctions ou variables portant le même nom :
    - Librairie standard std pour le flot de sortie standard cout
    - Librairie de comptabilité utilisant une variable cout
  - Spécification de l'espace de noms lors de l'utilisation :
    - Std::cout << "hello";
    - LibrairieCompta::cout= 42 ;
  - Spécification de l'espace de noms jusqu'à nouvel ordre :
    - using namespace std;
    - cout << "hello";

Instanciation

- Instanciation comme une variable
  - NomClasse nomObjet(paramètres effectifs du constructeur)
  - Accès aux méthodes et attributs avec l'opérateur .
    - nomObjet.methode(paramètres effectifs de la méthode) ;
    - nomObjet.attribut=33 ;
- Instanciation via un pointeur
  - NomClasse * ptrNomObjet ;
  - Allocation/construction avec opérateur new
    - ptrNomObjet =new NomClasse(paramètres effectifs du constructeur)
  - Accès aux méthodes et attributs avec l'opérateur ->
    - ptrNomObjet->methode(paramètres effectifs de la méthode) ;
    - ptrNomObjet->attribut=33 ;
  - Libération/destruction avec opérateur delete
    - delete(ptrNomObjet)

Implémentation

- Implémentation des méthodes de la classe

  type_retour NomClasse::nomMethode(paramètres)

  { du super code…

  }

- A l'intérieur des méthodes de l'objet :
  - On peut manipuler les méthodes et attributs de la classe directement
  - this désigne un pointeur sur l'objet :
    - this-> permet d'expliciter le fait qu'on manipule les méthodes et attributs de l'objet en cours

Allocation statique

- Variables décrites de manière statique, construites par le compilateur, par exemple :
  - Un tableau de caractères pour ranger une chaîne : char **chaine**[1000]
  - Souvent, on ne connaît pas la taille réellement nécessaire pour le tableau à la compilation, il faut dimensionner au pire cas
  - La mémoire occupée par **chaine** n'est pas disponible pour le reste du programme (à l'intérieur de la fonction où chaine est définie)

- Que se passe-t-il si en fait si :
  - On a besoin d'une chaîne plus grande ?
  - On a besoin de la mémoire pour autre chose ?
  - ...

Allocation/libération dynamique

- L'allocation/libération dynamique permettent de « construire » et « détruire » les variables en fonction des besoins.
  - Définition d'une variable pointeur dans le programme, il pointe initialement sur rien de particulier
  - Demande d'une zone mémoire libre pour créer l'objet
  - Le pointeur est mis à jour pour indiquer cette zone allouée
  - Invocation de la méthode constructeur de la classe
- Il faut gérer proprement la libération de la mémoire par le programme
  - Demande de libération de la zone mémoire à partir du pointeur
  - Appel de la méthode destructeur de la classe
  - Pour les fainéants, éventuellement ramasse miette (garbage collector) en langage JAVA ou Python, mécanisme proche avec les smart-pointers en C++11 ?

Allocation/libération dynamique C/C++

- En C : fonctions malloc / free

  type * ptr_var;

  ptr_var=(type*)malloc(sizeof(type)*nbelements);

  free(ptr_var);

- En C++ : new /delete

  classe * ptr_var;

  ptr_var=new classe(paramètres éventuels du constructeur) ;

  delete(ptr_var);

  - Invocation automatique des constructeurs et destructeurs de la classe
  - Pour des tableaux :

    int * ptr_tableau = new int[nbelements] ; // alloue un tableau de «nbelements» entiers

    delete [] ptr_tableau; // ATTENTION : ne pas oublier les crochets []

    - Mais on peut aussi utiliser la classe std::vector pour gérer des nombres d'éléments variant dynamiquement

Gestion des exceptions

- Permet de gérer plus facilement les cas problématiques
  - Exemple : allocation mémoire
    - En C : malloc renvoie NULL en cas de problème
      - Il faut tester la valeur de retour et programmer ce qui doit se passer pour chaque cas.
    - En C++ : new **lève une exception** en cas de problème
      - C'est équivalent à exécuter de manière automatique la méthode std::bad_alloc (un peu comme une interruption en réponse à un problème)
  - Exemple pour gérer la division par 0 :

https://openclassrooms.com/fr/courses/1894236-programmez-avec-le-langage-c/1903837-gerez-des-erreurs-avec-les-exceptions

```
int division(int a,int b){
    try    {
        if(b == 0)
            throw string("Division par zéro !");
        else
            return a/b;
    }   catch(string const& chaine)   {
        std ::cerr << chaine << endl;
    }
}
```

Gestion de flux

- Opérateurs << et >>
- Rappels **cin** et **cout**: http://openclassrooms.com/courses/du-c-au-c/premier-programme-c-avec-cout-et-cin
- Exemple si on a redéfinit les opérateurs << et >> sur la classe C*hat* pour manipuler l'attribut *nom*:

```
Chat minouche(...) ;
cout << "quel est le nom du chat ? "
cin >> minouche ;
cout << "le plus beau chat est " << minouche<< " << endl;
```

- Lecture/écriture sur : la console, des fichiers, des interfaces...

Généricité

- Classes et fonctions **template** (modèle)
- Exemple de définition d'une fonction template qui renvoie le plus grand entre A et B (de type quelconque du moment que l'on peut les comparer avec l'opérateur >)

```
template<typename T>
const T & Max( const T & A, const T & B )
    {   if (A > B) return A ; else  return B;}
```

- Exemples d'utilisation :

```
int a=3,b=5;     float c=3.142,d=1.618; Chat minouche(….) ; Chat felix(….) ;
cout << "le plus grand entier entre " << a<< " et " << b<< " est " << Max( a,b ) << endl;
cout << "le plus grand flottant entre " << c<< " et " << d<< " est " << Max( c,d ) << endl;
cout << "le plus grand chat entre " << minouche<< " et " << felix<< " est " << Max( minouche,felix ) << endl;
```

http://cpp.developpez.com/faq/cpp/?page=Les-templates#Qu-est-ce-qu-un-template

Organisation des fichiers en C++

- L'organisation du code d'une classe est normalisée pour permettre son intégration en tant que librairie
- Fichier h ou hpp
  - Contient la définition de la classe :
    - Nom, héritage, méthodes, attributs, méthodes inlinées (ex : templates)
  - Contient les macros
    - #define ...
- Fichier cpp
  - Inclus le .h : #include « librairie.h »
  - Contient l'implémentation des méthodes de la classe (le code)

QT et QTcreator

- Ensemble de librairies (gestion fenêtres, réseau, temps, E/S, …)
- Outil de développement : Qtcreator
  - Éditeur
  - Débogueur
  - Outils de dessin d'interface graphique
  - Outils de gestion de version
- Multi plate-forme (PC Linux, windows ou MAC, Smartphone Android ou iOS)
- Gratuit
- Simple à installer
- Simple pour gérer les projets (utilise qmake)

QT :Programmation par événements

- La boucle principale While(...) est cachée
- Mécanisme proche des interruptions matérielles
- C'est un logiciel qui se charge d'appeler les bonnes méthodes en fonction des événements :
  - Ex : slots QT, méthode d'un bouton appelée automatiquement quand on clique dessus
- Gestionnaire de signaux déjà implémenté par la librairie
- Exemple: un programme avec une fenêtre graphique
  - Créer une classe de fenêtre personnalisée qui hérite d'une fenêtre générique déjà décrite par la librairie.

Mise en œuvre

- Exemple: Implémentation d'une FIFO
  - https://bvdp.inetdoc.net/wiki/doku.php?id=fifo_objet
  - 3 approches différentes pour les comparer :
    - Approche purement impérative avec variables globales
    - Approche impérative utilisant une structure pour la gestion d'une FIFO
    - Approche objet

Mise en œuvre

- Exemple : Implémentation d'un compteur générique
  - Compteur générique vu en VHDL
  - Adaptation à l’approche Objet
    - Encapsulation
    - Réglage du modulo du compteur

The End