1. Mon Premier Objet en C++
    1. Make & Makefiles
        1. Anatomie d'une régle
    2. Style de Codage
    3. La Classe Vector
        1. Construction
        2. Stratégie d'allocation mémoire
        3. Ajout, retrait et accès aux éléments
        4. Identificateur
        5. Affichage d'un `Vector` dans un flot de sortie
        6. Echange du contenu de deux `Vector`
        7. Petit Programme de test
    4. Iterateur
        1. Classes imbriqués
    5. Tri à bulles

Mon Premier Objet en C++

Make & Makefiles

Les programmes complexes sont décomposés en *unités de compilation* ou encore *modules*. Par exemple, une classe comme `Vector` sera associée à deux fichiers, `Vector.h` et `Vector.cpp` et un module `Vector.o`. Les modules (`.o`) doivent être recompilés lorsque leurs dépendances (`.h` ou `.cpp`) changent, c'est à dire que ces fichiers viennent d'être édités par le concepteur. On voit ainsi apparaître une relation de dépendance temporelle: le module doit être *plus récent* que les fichiers dont il dépend. Un programme complet pouvant comprendre plusieurs dizaines d'unités de modules, il est impossible de gérer manuellement sa recompilation.

Le programme **make** apporte une solution à ce problème. **make** permet de décrire un graphe de dépendances temporelles ainsi que les action à effectuer lorsqu'une de ces dépendances n'est pas vérifiée. La figure (1) fourni un petit exemple de graphe, correspondant à ce TME.

Le fichier de configuration de **make** se nomme `Makefile` et doit se trouver dans le répertoire courant dans lequel on lance la commande.

Anatomie d'une régle

Une régle se compose de trois parties:

- Une cible (ou *target*) : ce fichier doit être *plus récent* que toutes les fichiers de dépendance.
- Les dépendances : une liste de fichiers dont les dates doivent être *plus anciennes* que la cible.
- Une action : la commande à éxécuter pour satisfaire la dépendance. Dans notre cas, recompiler le module avec `g++`.

Signification de la tabulation : une ligne du `Makefile` est une action si elle commence par une tabulation.

Règle initiale (ou par défaut) : la première règle du fichier `Makefile`. Ce sera la seule à être vérifiée. On peut spécifier sur la ligne de commande de `make` la règle que l'on désire éxécuter :

```
> make clean
```

Le `Makefile` de ce TME :

```
CPPFLAGS = -Wall -g

vector: Vector.o main.o
        g++ $(CPPFLAGS) -o main Vector.o main.o

Vector.o: Vector.h Vector.cpp
        g++ $(CPPFLAGS) -c Vector.cpp

main.o: Vector.h main.cpp
        g++ $(CPPFLAGS) -c main.cpp

clean:
        rm -f *.o vector
```

Style de Codage

Le beau, le bien et le bon.

Les Grecs n'avait qu'un seul mot pour ces trois concepts, c'est à dire que pour eux ils étaient indiscernables.

Dans le cadre du développement logiciel, on adopte une approche similaire. Un programme qui fonctionne bien est un programme dont les concepts sont clairs et dont le code est aisément lisible. Il vous sera donc demandé de respecter le modèle de présentation suivant pour l'écriture de votre code.

Le point important étant *l'indentation*. Pour éviter d'avoir du texte trop large, réduisez la taille des tabulations à 2 ou 4 espaces.

La Classe Vector

L'objectif de la classe `vector` est de fournir des objets se comportants de façon identiques aux tableaux C, mais avec l'avantage d'une gestion transparente de l'allocation mémoire. Dans le cadre de ce TME, nous travaillerons sur un tableau d'entier.

Construction

Un `Vector` devra pouvoir être construit à partir de rien (il sera vide) ou à partir d'un tableau C ordinaire. On fournira aussi une implémentation du constructeur par copie.

```
int  ordered[] = { 0, 1, 2, 3, 5 };
Vector v1 ( ordered, 5 );
```

Stratégie d'allocation mémoire

Plutôt que d'allouer un tableau sous-jacent de la taille exacte du nombre des éléments contenus, le `Vector` réserve à l'avance de l'espace libre. Ceci afin de limiter le nombre d'opérations de réallocation ainsi que de trop fragmenter la mémoire.

Nous sommes donc amenés à distinguer deux quantitées:

- Le nombres d'élements réellement utilisés du `Vector`, ce nombre sera indiqué par la méthode `size()`.
- Le nombres d'élements que peut contenir le `Vector` *sans avoir à être ré-alloué*. Nombre indiqué par la méthode `capacity()`.

Le tableau sous-jacent du `Vector` aura une taille strictement croissante. Il se ré-allouera dans des zones mémoires de plus en plus grandes.

> **Attention:** lors d'une ré-allocation, la zone mémoire précédemment occupée doit être libérée, ainsi qu'a la destuction de l'objet.

La taille du vecteur doublera (sur un multiple de 2) à chaque réallocation. Ce qui revient à dire qu'un `Vector` ne pourra avoir que des tailles de: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, ...

Cas particulier: si l'on connaît la taille *à priori* du vecteur, on dispose d'une méthode `reserve(size_t)` pour le dimensionner directement à la bonne taille.

L'allocation mémoire sera gérée grâce aux deux méthodes privées suivantes:

- `_resize(size_t)`, assure la ré-allocation pour n'importe quelle capacité, ne fait rien si on demande une diminition de celle-çi. Dans ce dernier cas, on affichera le message d'avertissement suivant:

  ```
  [WARNING] Vector::_resize() cowardly refusing to shrink
  (16 to 7)
  ```

- `_growPolicy(size_t newcapacity)`, calcule la nouvelle capacité nécessaire pour pouvoir stocker `newcapacity`.

Ajout, retrait et accès aux éléments

Dans un premier temps, l'ajout et le retrait d'élément se fera uniquement en fin de tableau avec les méthodes suivantes:

- `void push_back(int)`, ajoute un élément.
- `int pop_back()`, renvoie et retire le dernier élément. Dans le cas ou le `Vector` est vide, afficher le message suivant:

  ```
  [ERROR] Vector::pop_back(): vector is empty."
  ```

L'accès aux éléments se fera par l'intermédiaire de l'opérateur d'accès indexé. Si l'index est hors borne, afficher le message:

```
[ERROR] Vector::operator[]():  Index 12 is out of bound (10)"
```

Identificateur

On désire, de plus marquer chaque `Vector` avec un identificateur unique, proposer une mécanique. La méthode `size_t id()` renverra l'identificateur du vecteur.

Affichage d'un `Vector` dans un flot de sortie

Ajouter la mécanique nécessaire à l'affichage d'un vecteur dans un flot. On désire obtenir l'affichage suivant:

```
<Vector id:0 5/8 [0 1 2 3 5]>
```

Ou les informations sont respectivement, l'indentificateur du vecteur, le nombre d'élements actuellement contenus, la capacité puis les valeurs des éléments.

Echange du contenu de deux `Vector`

On réalisera une fonction `void swap(Vector&)` qui échangera le contenu de deux vecteurs. Astuce: comment utiliser cette fonction pour libérer la mémoire occupée par un vecteur?

Petit Programme de test

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

#include "Vector.h"

int main ( int argc, char* argv[] )
{
  int  ordered[] = { 0, 1, 2, 3, 5 };
  Vector v1 ( ordered, 5 );

  cout << "v1[0] = " << v1[0] << endl;
  cout << "v1[5] = " << v1[5] << endl;
  cout << "v1 " << v1 << endl;

  Vector v2;
  v2.reserve ( 5 );
  for ( size_t i=0 ; i<5 ; ++i ) v2.push_back ( 4-i );
  cout << "v2 " << v2 << endl;
  v2.push_back ( 5 );
  cout << "v2 " << v2 << endl;
  for ( size_t i=0 ; i<8 ; ++i ) v2.pop_back ();
  cout << "v2 " << v2 << endl;

  cout << "Number of allocated vectors:" << Vector::getMaxId() << endl;

  return 0;
}
```

Iterateur

En première approximation, un *iterateur* (ou `iterator`) est une classe conçue de façon à imiter le comportement d'un pointeur.

La classe `iterator` comportera deux membres:

- `_vector`, le vecteur auquel il se rapporte. Peut être `NULL` s'il n'est apparié à aucun `Vector`
- `_index`, l'élement actuellement pointé dans le vecteur. Si l'itérateur est invalide, on renverra le message suivant:

  [ERROR] Vector::iterator::operator*(): invalid iterator.

La class `Vector` s'enrichi alors de deux méthodes supplémentaires:

- `iterator begin()`, renvoie un iterateur sur le premier élément du vecteur.
- `iterator end()`, renvoie un iterateur pointant sur un élement situé *virtuellement* après le dernier élément du vecteur.

Considérant le code suivant:

```
Vector::iterator it  = v1.begin ();
Vector::iterator end = v1.end   ();

cout << "v1:";
for ( ; it != end ; ++it ) {
  cout << " " << *it;
}
cout << endl;

it  = v1.begin();
it += 3;
cout << "iterator begin()+3 on v1: " << *it << endl;
while ( not v1.empty() ) v1.pop_back ();
cout << "iterator begin()+3 on v1: " << *it << endl;
```

Ecrire le code des itérateurs de vecteurs.

Classes imbriqués

Il est possible d'imbriquer une classe dans une autre, mise en pratique dans le cas d'un itérateur:

```
class Vector {
  public:
    class Iterator {
       public:
         Iterator ( Vector* v=NULL, size_t index=0 );
    };
  // ...
};

Vector::Iterator::Iterator ( Vector* v, size_t index )
{ }
```

Il faut simplement répéter le préfix `Vector::` devant les définitions des fonctions membres à l'extérieur de la classe.

Ecrire et tester les fonctions d'insertion et de deletion en position quelconque de liste:

- `iterator insert(iterator,int)`, insère *avant* l'itérateur.
- `iterator erase(iterator)`, efface l'élement pointé par l'itérateur.

Tri à bulles

Soit la classe foncteur suivante:

```
class Compare {
  public:
    bool operator() ( int& lhs, int& rhs );
};
```

Ecrire le corps de la fonction de tri à bulle en ne faisant appel qu'aux itérateurs.

```
void sort ( Vector::iterator begin, Vector::iterator end, Compare );
```