



Master Mathématiques, Informatique, Décision, Organisation (MIDO)  
Mention MMD, Spécialité ISF 2<sup>ème</sup> année en apprentissage

## Langage C++/VBA – Lien C++/Excel (DLL)

Maude Manouvrier

- Bases du langage C++ (4 séances de 3h)
- VBA sous Excel et DLL (2 séances de 3h)
- Compléments C++ (si le temps ...)

<http://www.lamsade.dauphine.fr/~manouvri/C++/M2ISF/>

## Documents en ligne

- *Financial Numerical Recipes in C* de Bernt Arne Ødegaard, 2007  
[http://finance.bi.no/~bernt/gcc\\_prog/recipes/recipes.pdf](http://finance.bi.no/~bernt/gcc_prog/recipes/recipes.pdf)
- *A brief introduction to C++ and Interfacing with Excel* de A. L. Hazel  
[http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)
- VB-VBA : Programmer efficacement Microsoft Excel de J.M. Rabilloud  
[http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)
- *Petit manuel de survie pour C++* de François Laroussinie, 2004-2005,  
<http://www.lsv.ens-cachan.fr/~fl/Cours/docCpp.pdf>
- *Thinking in C++* de Bruce Eckel, 2003  
<http://mindview.net/Books/TICPP/ThinkingInCPP2e.html>
- + voir sur <http://www.cplusplus.com/>,  
<http://www.librecours.org> et  
<http://www.freetechbooks.com/>

## Partie 1 : Langage C++

- **Historique**
- **Premiers pas en C++**
- **Types**
- **Déclaration de variables**
- **Opérations**
- **Structures de contrôle**
- **Fonctions**
- **Pointeurs**
- **Classes et objets (principales notions)**

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

3

## Historique du Langage C++

- Première version développée par Bjarne Stroustrup de Bell Labs AT&T en 1980
- Appelé à l'origine « Langage C avec classes »
- Devenu une norme ANSI/ISO C++ en juillet 1998 (ISO/IEC 14882)  
*ANSI : American National Standard Institute*  
*ISO : International Standard Organization*
- Nouvelle version du standard fin 2009

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

4

## Premiers pas en C++ (1/7)

```
// Programme affichant la racine carrée d'un entier saisi au clavier
// Directives préprocesseur (#) pour inclure une librairie
#include <iostream> // Librairie standard d'entrée/sortie
#include <cmath> // Librairie d'opérations mathématiques de base
using namespace std; // Espace de nom de la librairie standard

int main() // Programme principal
{
    int i; //Déclaration d'une variable de type entier
    cout << "Saisir un entier : \n"; // Affiche à l'écran
    cin >> i; // Lit un entier saisi au clavier
    if(i>=0) // Si i est positif
    { // Affichage de la racine carrée de i
        cout << "Racine carré = " << sqrt(i);
    }
    else { //Si i négatif, affichage d'un message d'erreur
        cout << "L'entier n'est pas positif!" << endl;
        // endl = saut de ligne
    }
    return 0;
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

5

## Premiers pas en C++ (2/7)

- Utilisation d'espaces de noms (*namespace*) lors de l'utilisation de nombreuses bibliothèques pour éviter les conflits de noms
- Espace de noms : association d'un nom à un ensemble de variable, types ou fonctions
 

Ex. Si la fonction *MaFonction()* est définie dans l'espace de noms *MonEspace*, l'appel de la fonction se fait par *MonEspace::MaFonction()*
- Pour être parfaitement correct :
 

```
std::cin
std::cout
std::endl
```
- Pour éviter l'appel explicite à un espace de noms : **using**

```
using std::cout
using namespace std;
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

6

## Premiers pas en C++ (3/7)

- Programme C++ généralement constitué de plusieurs modules, compilés séparément
- Fichier entête – d’extension .h (ou .hh ou .hpp)
  - Contenant les déclarations de types, fonctions, variables et constantes, etc.
  - Inclus via la commande `#include`
- Fichier source – d’extension .cpp ou .cc ou .C

*MonFichierEnTete.h*

```
#include <iostream>
char* MaChaine;
void MaFonction();
```

*MonFichier.cpp*

```
#include "MonFichierEnTete.h"
void MaFonction()
{
    cout << MaChaine << " \n " ;
}
```

*MonProgPirncipal.cpp*

```
#include "MonFichierEnTete.h"
char *MaChaine="Chaîne à afficher";
int main()
{
    MaFonction();
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

7

## Premiers pas en C++ (4/7)

- Langage C++ : langage compilé => fichier exécutable produit à partir de **fichiers sources** par **un compilateur**
- Compilation en 3 phases :
  - *Preprocessing* : Suppression des commentaires et traitement des directives de compilation commençant par # => code source brut
  - **Compilation** en fichier objet : compilation du source brut => fichier objet (portant souvent l'extension .obj ou .o sans main)
  - **Edition de liens** : Combinaison du fichier objet de l'application avec ceux des bibliothèques qu'elle utilise => fichier exécutable binaire ou une librairie dynamique ( .dll sous Windows)
- Compilation => vérification de la syntaxe mais **pas de vérification de la gestion de la mémoire** (erreur d'exécution *segmentation fault*)

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de Wikipedia

8

## Premiers pas en C++ (5/7)

### Erreurs générées


- Erreurs de compilation
  - Erreur de syntaxe, déclaration manquante, parenthèse manquante,...
- Erreur de liens
  - Appel a des fonctions dont les bibliothèques sont manquantes
- Erreur d'exécution
  - Segmentation fault, overflow*, division par zéro
- Erreur logique

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris des transparents de cours de Julien Saunier

9

## Premiers pas en C++ (6/7)

### Compilateur

- Compilateurs gratuits (*open-source*) :
  - **Plugin C++ pour Eclipse**  
<http://www.eclipse.org/cdt/>  
 Télécharger <http://wascana.sourceforge.net/> pour développer sous Windows  
 Dernière version Juin 2009
  - **Dev-C++ 5**  
<http://www.bloodshed.net/devcpp.html>  
 Apparemment pas de mise à jour depuis 2005
- Compilateurs propriétaires :
  - Visual C++ (Microsoft – disponible au CRIO INTER-UFR-version gratuite disponible Visual Express mais nécessité de s'inscrire sur le site de Windows <http://msdn.microsoft.com/fr-fr/express/>)
  - Borland C++ (version libre téléchargeable <http://www.codegear.com/downloads/free/cppbuilder>)

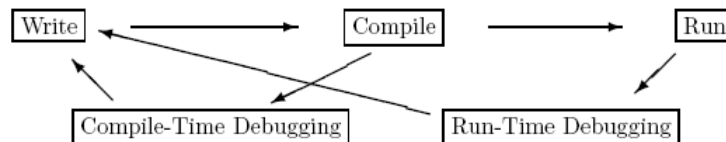
©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

10

## Premiers pas en C++ (7/7)

### Quelques règles de programmation

1. Définir les classes, inclure les librairies etc. dans un fichier d'extension .h
2. Définir le corps des méthodes et des fonctions, le programme **main** etc. dans un fichier d'extension .cpp (incluant le fichier .h)
3. Compiler régulièrement
4. Pour déboguer :
  - Penser à utiliser les commentaires et les **cout**
  - Utiliser le débogueur



©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – figure reprise de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

11

## Types (1/6)

### Types de base

```
bool this_is_true = true; // variable booléenne
```

```
int i = 0; // entier
```

```
long j = 123456789; // entier long
```

```
float f = 3.1; // réel
```

```
// réel à double précision
```

```
double pi = 3.141592653589793238462643;
```

```
char c = 'a'; // caractère
```

**Déclaration et  
initialisation de  
variables**

Instructions équivalentes :

```
int i(0) ;
```

```
long j(123456789);
```

```
...
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://finance.bi.no/~bernt/gcc\\_prog/recipes/recipes.pdf](http://finance.bi.no/~bernt/gcc_prog/recipes/recipes.pdf)

12

## Types (2/6)

Le type d'une donnée détermine :

- La place mémoire (**sizeof()**)
- Les opérations légales
- Les bornes

Name	Description	Size*	Range*
char	Character or small integer.	1byte	signed: -128 to 127 unsigned: 0 to 255
short int (short)	Short Integer.	2bytes	signed: -32768 to 32767 unsigned: 0 to 65535
int	Integer.	4bytes	signed: -2147483648 to 2147483647 unsigned: 0 to 4294967295
long int (long)	Long integer.	4bytes	signed: -2147483648 to 2147483647 unsigned: 0 to 4294967295
bool	Boolean value. It can take one of two values: true or false.	1byte	true or false
float	Floating point number.	4bytes	+/- 3.4e +/- 38 (~7 digits)
double	Double precision floating point number.	8bytes	+/- 1.7e +/- 308 (~15 digits)
long double	Long double precision floating point number.	8bytes	+/- 1.7e +/- 308 (~15 digits)
wchar_t	Wide character.	2 or 4 bytes	1 wide character

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris des transparents de cours de Julien Saumier et de <http://www.cplusplus.com/>

13

## Types (3/6) : réel

- Représenté par un nombre à virgule flottante :
  - Position de la virgule repérée par une partie de ses bits (exposant)
  - Reste des bits permettant de coder le nombre sans virgule (mantisse)
- Nombre de bits pour le type **float** (32 bits) : 23 bits pour la mantisse, 8 bits pour l'exposant, 1 bit pour le signe
- Nombre de bits pour le type **double** (64 bits) : 52 bits pour la mantisse, 11 bits pour l'exposant, 1 bit pour le signe
- Nombre de bits pour le type **long double** (80 bits) : 64 bits pour la mantisse, 15 bits pour l'exposant, 1 bit pour le signe
- Précision des nombres réels approchée, dépendant du nombre de positions décimales, d'au moins :
  - 6 chiffres après la virgule pour le type **float**
  - 15 chiffres après la virgule pour le type **double**
  - 17 chiffres après la virgule pour le type **long double**

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de <http://www.commentcamarche.net/contents/cpp/>

14

## Types (4/6) : char

- Deux types pour les caractères, codés sur 8 bits/1 octets
  - **char** (-128 à 127)
  - **unsigned char** (0 à 255)

Exemple: `'a'` `'c'` `'$'` `'\n'` `'\t'`

- Les caractères imprimables sont toujours positifs
- Caractères spéciaux :
  - `\n` (nouvelle ligne)
  - `\t` (tabulation horizontale)
  - `\f` (nouvelle page)
  - `\b` (*backspace*)
  - EOF**, ...

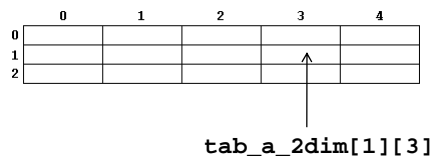
©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris des transparents de cours de Julien Saunier

15

## Types (5/6) : tableau

```
int tab1[5] ; // Déclaration d'un tableau de 5 entiers
// Déclaration et initialisation d'un tableau de 3 entiers
int tab2 [] = {1,2,3} ; // Les indices commencent à zéro
```

```
int tab_a_2dim[3][5];
```



```
char chaine[] = "Ceci est une chaîne de caractères";
// Attention, le dernier caractère d'une chaîne est '\0'
char ch[] = "abc" ; // ⇔ char ch[] = {'a','b','c', '\0'};
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/arrays.html>

16



## Types (6/6)

### Classes / Patrons de classes (*Template*) existants

- **Classe** (Wikipedia) : *(on reviendra sur cette notion!!)*
  - En programmation **orientée-objet**, déclaration des propriétés communes à un ensemble d'objets
  - Déclaration des **attributs** représentant l'état des objets et des **méthodes** représentant leur comportement.
- **Patrons de classes (*Template*)** : Définition générique d'une classe permettant au compilateur d'adapter automatiquement la classe à différents types
- Dans la **STL (*Standard Template Library*)** : Définition de structures de données et de fonctions telles que les conteneurs (vecteur, liste), d'algorithmes généraux, etc. - Incluse dans la norme C++ ISO/IEC 14882

```
#include <string> // classe chaîne de caractères
#include <vector> // patron de classes vecteur
#include <list> // patron de classes liste

// chaîne de caractères
string chaine("Ceci est une chaîne de caractères");
// autre initialisation possible : string chaine="Ceci ...";
vector<int> v1(4, 99) ; // vecteur de 4 entiers égaux à 99
vector<int> v2(7) ; // vecteur de 7 entiers
list<char> lc2 ; // Liste de caractères
```

Documentation : <http://www.cplusplus.com/reference/stl/>

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – adapté de [Delannoy, 2004] et des transparents de O. Carles et F. Darguesse

17

## Déclaration des variables : Règles d'identification et portée

- Toute variable doit être déclarée avant d'être utilisée
- Constante symbolique : **const int** *taille* = 1000;  
// Impossible de modifier *taille* dans la suite du programme
- La portée (visibilité) d'une variable commence à la fin de sa déclaration jusqu'à la fin du bloc de sa déclaration

```
// une fonction nommée f de paramètre i
void f (int i) {
    int j; // variable locale
    j=i;
}
```

- Toute double déclaration de variable est interdite dans le même bloc

```
int i,j,m; // variable globale
void f(int i) {
    int j,k; // variable locale
    char k; // erreur de compilation
    j=i;
    m=0;
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté des transparents de cours de Julien Saunier

18

## Opérations mathématiques de base

```
int i = 100 + 50;
int j = 100 - 50;
int n = 100 * 2;
int m = 100 / 2; // division entière
int k = 100 % 2; // modulo - reste de la division entière
```

```
i = i+1;
i = i-1;
```

```
j++; // équivalent à j = j+1;
j--; // équivalent à j = j-1;
```

```
n += m; // équivalent à n = n+m;
m -= 5; // équivalent à m = m-5;
j /= i; // équivalent à j = j/i;
j *= i+1; // équivalent à j = j*(i+1);
```



A utiliser avec  
parcimonie – car code  
vite illisible!!

```
int a, b=3, c, d=3;
a++; // équivalent à b++; puis a=b; => a=b=4
c=d++; // équivalent à c=d; puis d++; => c=3 et d=4
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://finance.bi.no/~bernt/gcc\\_prog/recipes/recipes.pdf](http://finance.bi.no/~bernt/gcc_prog/recipes/recipes.pdf)  
et de <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/operators.html>

19

## Autres opérations mathématiques

**cmath** : Librairie C++ de fonctions mathématiques standard en trigonométrie (cos, sin ...), fonctions exponentielles et logarithmiques, puissance, valeur absolue etc.

Voir documentation :

<http://www.cplusplus.com/reference/clibrary/cmath/>

Exemple :

```
#include <cmath>
double a = pow(7,3); // a=7³
double b = exp(1); // b=e¹
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

20

## Comparaisons

```
int i,j;
...
if(i==j) // évalué à vrai (true ou !=0) si i égal j
{
    ... // instructions exécutées si la condition est vraie
}

if(i!=j) // évalué à vrai (true ou !=0) si i est différent de j

if(i>j) // ou (i<j) ou (i<=j) ou (i>=j)

if(i) // toujours évalué à faux si i==0 et vrai si i!=0
if(false) // toujours évalué à faux
if(true) // toujours évalué à vrai
```



Ne pas confondre = (affectation) et == (test d'égalité)  
**if (i=1) // toujours vrai et i vaut 1 après**

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://finance.bi.no/~bernt/gcc\\_prog/recipes/recipes.pdf](http://finance.bi.no/~bernt/gcc_prog/recipes/recipes.pdf)  
 et de <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/operators.html>

21

## Opérations du type char

- Fonctions d'entrées/sorties de base (**stdlib.h**)
  - **c=getchar();** // lit un caractère sur l'entrée standard (clavier)
  - **putchar(c);** // envoie un caractère sur sortie standard (écran)
- Fonction de qualification de caractères :
  - **isalpha(c)** // valeur non nulle si c est une lettre
  - **isupper(c)** // valeur non nulle si c est une lettre majuscule
  - **isdigit(c)** // valeur non nulle si c est un chiffre
- Fonction de conversion de caractères:
  - toascii, toupper, tolower, atoi, atof, ...**
- Voir documentation :
  - <http://www.cplusplus.com/reference/clibrary/cctype/>

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris des transparents de cours de Julien Saunier

22

## Opérations sur les chaînes de caractères

- Sur les tableaux de caractères : fonctions de la librairie C `string.h`

Voir documentation : <http://www.cplusplus.com/reference/cstring/>

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main ()
{
    char source[]="chaîne exemple",destination[20];
    strcpy (destination,source); // copie la chaîne source dans la
                                // chaîne destination
}
```

- Sur la classe `string` : méthodes appliquées aux objets de la classe `string`

Voir documentation : <http://www.cplusplus.com/reference/string/string/>

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
int main ()
{
    string str ("chaîne test");
    cout << " str contient " << str.length() << " caractères s.\n";
    return 0;
}
```

*On reviendra sur les notions de  
fonctions et de méthodes!!*

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté des transparents de cours de Julien Saunier et de <http://www.cplusplus.com> 23

## Structures de contrôles (1/4)

```
x = 10;
y = x > 9 ? 100 : 200; // équivalent à
                      // if(x>9) y=100;
                      // else y=200;

int main()
{
    float a;

    cout << "Entrer un réel :";
    cin >> a;

    if(a > 0) cout << a << " est positif\n";
    else
        if(a == 0) cout << a << " est nul\n";
        else cout << a << " est négatif\n";
}

// Mettre des {} pour les blocs d'instructions des if/else pour
// éviter les ambiguïtés et lorsqu'il y a plusieurs instructions
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

24

## Structures de contrôles (2/4)

```
for(initialisation; condition; incrémentation)
    instruction; // entre {} si plusieurs instructions
```

Exemples :

```
for(int i=1; i <= 10; i++)
    cout << i << " " << i*i << "\n"; // Affiche les entiers de
                                         // 1 à 10 et leur carré
```

```
int main()
{
    int i,j;
    for(i=1, j=20; i < j; i++, j-=5)
    {
        cout << i << " " << j << "\n";
    }
}
```

Résultat affiché :

```
1 20
2 15
3 10
4 5
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

25

## Structures de contrôles (3/4)

```
int main()
{ char ch;
  double x=5.0, y=10.0;
  cout << " 1. Afficher la valeur de x\n";
  cout << " 2. Afficher la valeur de y\n";
  cout << " 3. Afficher la valeur de xy\n";
  cin >> ch;

  switch(ch)
  {
      case '1': cout << x << "\n";
                break; // pour sortir du switch
                      // et ne pas exécuter les commandes suivantes
      case '2': cout << y << "\n";
                break;
      case '3': cout << x*y << "\n";
                break;
      default: cout << « Option non reconnue\n";

  } // Fin du switch

} // Fin du main
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

26

## Structures de contrôles (4/4)

```
int main ()
{
    int n=8;
    while (n>0)
    { cout << n << " ";
      --n;
    }
    return 0;
}
```

Instructions exécutées tant que  $n$  est supérieur à zéro  
Résultat affiché :  
8 7 6 5 4 3 2 1

```
int main ()
{
    int n=0;
    do
    { cout << n << " ";
      --n;
    }
    while (n>0);
    return 0;
}
```

Instructions exécutées une fois puis une tant que  
 $n$  est supérieur à zéro  
Résultat affiché :  
0

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

27

## Fonctions (1/5)

```
type_retour nom_de_la_fonction( arguments ) // signature
{ corps de la fonction }
```

- Appel de fonction toujours précédé de la déclaration de la fonction sous la forme de prototype (signature)
- Une et une seule définition d'une fonction donnée mais autant de déclaration que nécessaire

Exemples :

```
int carre(int a)
{
    return(a*a);
}

float racine(float nbr)
{
    float racine=.0; // variable locale
    while(racine*racine<nbr)
        racine+=.01;
    return(racine); // valeur retournée
}

void afficheProduit(int i, int j) // fonction ne retournant rien
{ cout << i*j;
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

28

## Fonctions (2/5)



Attention au passage des paramètres

### Passage des paramètres par valeur : par défaut en C++

```
void echange(int,int); // Déclaration (prototype) de la fonction
                        // A mettre avant tout appel de la fonction

int main()
{   int n=10, p=20;
    cout << "avant appel: n="
        << n << " p=" << p << endl;
    echange(n,p);
    cout << "apres appel: n=" << n
        << " p=" << p << endl;
}

void echange(int a, int b) // Définition de la fonction
{   int c;
    cout << "debut echange : a=" << a
        << " b=" << b << endl;
    c=a; a=b; b=c;
    cout << "fin echange : a=" << a
        << " b=" << b << endl;
}
```

Lors de l'appel **echange(n,p)**:  
**a** prend la valeur de **n**  
**b** prend la valeur de **p**  
 Mais après l'appel (à la sortie de la fonction), **n** et **p** restent inchangées

avant appel: n=10 p=20  
 debut echange: a=10 b=20  
 fin echange: a=20 b=10  
 apres appel: n=10 p=20

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine - repris et adapté de (Delannoy 2004)

29

## Fonctions (3/5)

### Passage des paramètres par référence :

*On reviendra sur la notion d'emplacement mémoire!!*

```
void echange(int&,int&); // '&' désigne l'emplacement mémoire

int main() // le main est inchangé
{   int n=10, p=20;
    cout << "avant appel: n="
        << n << " p=" << p << endl;
    echange(n,p); // l'appel est inchangé
    cout << "apres appel: n=" << n
        << " p=" << p << endl;
}

void echange(int& a, int& b) // modif. de la signature uniquement
{   int c;
    cout << "debut echange : a=" << a
        << " b=" << b << endl;
    c=a; a=b; b=c;
    cout << "fin echange : a=" << a
        << " b=" << b << endl;
}
```

Lors de l'appel **echange(n,p)**:  
**a** et **n** correspondent au même emplacement mémoire  
 idem pour **b** et **p**  
 Donc après l'appel (à la sortie de la fonction), les valeurs de **n** et **p** sont modifiées

avant appel: n=10 p=20  
 debut echange: a=10 b=20  
 fin echange: a=20 b=10  
 apres appel: n=20 p=10



Pas de conversion possible : **echange(n,p);** avec **n** et **p** de type **float** et pas d'appel avec une constante : **echange(3,4);**

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine - repris et adapté de (Delannoy 2004)

30

## Fonctions (4/5)

- Possibilité de surcharger ou sur-définir une fonction

```
int racine_carree (int x) {return x * x;}
double racine_carree (double y) {return y * y;}
```

- Possibilité d'attribuer des valeurs par défaut aux arguments

```
void MaFonction(int i=3, int j=5); // Déclaration
int x =10, y=20;
MaFonction(x,y); // Appel avec 2 argument
MaFonction(x);   // Appel avec 1 argument <=> MaFonction(x,5);
MaFonction();    // Appel sans argument <=> MaFonction(3,5);
```



Les arguments concernés doivent  
obligatoirement être les derniers de la liste  
A fixer dans la déclaration de la fonction pas  
dans sa définition

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

31

## Fonctions (5/5)

Fonction récursive : fonction qui s'appelle elle-même

```
#include <iostream>
using namespace std;
long factorial (long a)
{
    if (a > 1) // condition d'arrêt de l'appel récursif
        return (a * factorial (a-1)); // appel récursif
    else return (1);
}
int main ()
{
    long n;
    cout << "Entrer un nombre: ";
    cin >> n;
    cout << n << "! = " << factorial (n);
    return 0;
}
```

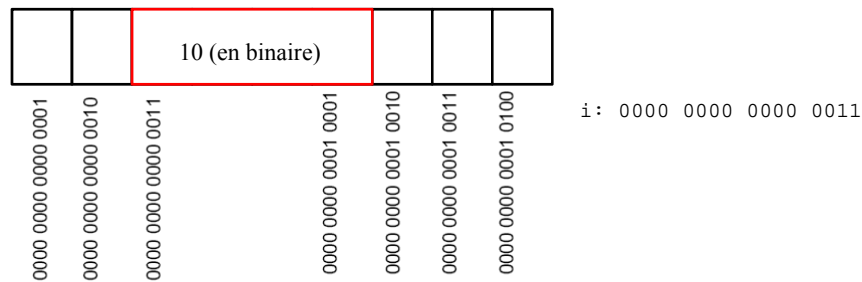
©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – exemple repris de <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/functions2.html>

32



## Pointeurs (1/8)

Mémoire décomposée en "cases" (1 octet) consécutives numérotées (ayant une adresse) que l'on peut manipuler individuellement ou par groupe de cases contigües



- `int i=10 ;`
1. Réservation d'une zone mémoire de 4 octets (la 1<sup>ère</sup> libre)
  2. Association du nom `i` à l'adresse du début de la zone
  3. Copie de la valeur en binaire dans la zone mémoire

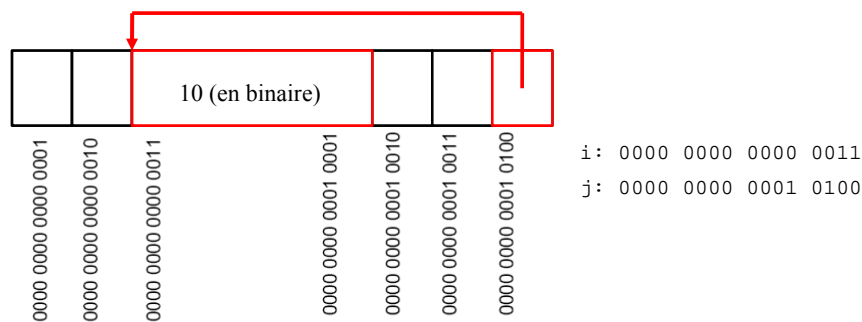
`&i` correspond à l'adresse du début de la zone mémoire où est stockée la valeur de `i`

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

33

## Pointeurs (2/8)

Pointeur = variable contenant une adresse en mémoire



```
int i=10;
int *j=&i;
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

34

## Pointeurs (3/8)

- Allocation dynamique de la mémoire :

```
// Déclaration d'un pointeur p sur réel
// et allocation d'une zone en mémoire de la taille d'un réel
// dont l'adresse est stockée dans p
float *p = new float;

// Déclaration d'un pointeur stockant l'adresse d'une zone
// mémoire pouvant contenir 20 entiers (20*sizeof(int) octets)
int *tab = new int[20];
```

- new type** : définition et allocation d'un pointeur de type **type\***
- new type [n]** : définition d'un pointeur de type **type\*** sur un tableau de *n* éléments de type **type**
- En cas d'échec de l'allocation, **new** déclenche une exception du type **bad\_alloc**

```
int main ()
{ try { int *p = new int ; }
  catch (bad_alloc) // Si le new s'est mal passé
  { cout << "exception : le new a échoué" << endl ;
    exit (-1) ;
  }
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

35

## Pointeurs (4/8)

- Manipulation de la valeur pointée :

```
int *p = new int; // p est de type int*
(*p)=3; // (*p) est de type int

int *tab = new int [20]; // tab est de type int*
// tab correspond à l'adresse du début de la zone mémoire
// allouée pour contenir 20 entiers
(*tab)=3; // équivalent à tab[0]=3
```

- Manipulation de pointeur :

```
tab++; // décalage de tab d'une zone mémoire de taille sizeof(int)
// tab pointe sur la zone mémoire devant contenir le 2ème
// élément du tableau

(*tab)=4; // équivalent à tab[1]=4
// car on a décalé tab à l'instruction précédente

*(tab+1)=5; // équivalent à tab[2]=5 sans décaler tab

tab-=2 ; // tab est repositionné au début de la zone mémoire
// allouée par new
```

- Libération de la mémoire allouée :

```
delete p;
delete [] tab;
```



Ne pas oublier de libérer la mémoire allouée

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

36

## Pointeurs (5/8)

Manipulation des pointeurs et des valeurs pointées (suite)

```
int *p1 = new int;
int *p2 = p1 ; // p2 pointe sur la même zone mémoire que p1
*p2=11; //=> *p1=11; car p1 et p2 pointe sur la même zone mémoire
int *tab = new int [20];

*tab++=3; // équivalent à *(tab++)=tab[1]=3
           // car ++ a une priorité plus forte que *
           // ⇔ tab++; *tab=3;

(*tab)++; // => tab[1]=4

int i=12;
p2=&i; // p2 pointe sur la zone mémoire où est stockée i
*p2=13; // => i=13

p2=tab; // p2 pointe comme tab sur le 2ème élément du tableau
p2++; // p2 pointe sur le 3ème élément (d'indice 2)
*p2=5; // => tab[2]=5 mais tab pointe toujours sur le 2ème élément
p1=p2; // => p1 pointe sur la même zone que p2
           // ATTENTION : l'adresse de la zone allouée par new pour p1
           // est perdue!!
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

37

## Pointeurs (6/8)

Passage des paramètres de fonction par valeur :

```
void exchange(int*,int*);
int main()
{
    int n=10, p=20;
    cout << "avant appel: n=" << n
          << " p=" << p << endl;
    exchange(&n,&p); // les adresses de n et p sont passées en
                    // paramètre pour pouvoir modifier leurs valeurs
    cout << "apres appel: n=" << n
          << " p=" << p << endl;
}

void exchange(int* a, int* b) // arguments de type pointeur
{
    int c;
    cout << "debut échange : *a=" << *a
          << " *b=" << *b << endl;
    c=*a; *a=*b; *b=c; // échange des valeurs pointées
    cout << "fin échange : *a=" << *a
          << " *b=" << *b << endl;
}
```

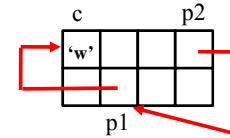
©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

38

## Pointeurs (7/8)

### ■ Pointeurs de pointeur :

```
char c='w';
char *p1=&c; // p1 a pour valeur l'adresse de c
             // (*p1) est de type char
char **p2=&p1; // p2 a pour valeur l'adresse de p1
               // *p2 est de type char*
               // **p2 est de type char
```



```
cout << c ;
cout << *p1;
cout << **p2; } // 3 instructions équivalentes qui affiche 'w'
```

### ■ Précautions à prendre lors de la manipulation des pointeurs :

- Allouer de la mémoire (**new**) ou affecter l'adresse d'une zone mémoire utilisée (&) avant de manipuler la valeur pointée
- Libérer (**delete**) la mémoire allouée par **new**
- Ne pas perdre l'adresse d'une zone allouée par **new**

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

39

## Pointeurs (8/8)

Arguments de la fonction main : pour passer des paramètres au programme

```
// argc = argument count et argv = argument value
int main( int argc, char* argv[] )
{
    cout << "Le nom du programme est : " << argv[0] << endl;
    cout << « Il y a " << argc-1 << " arguments" << endl;
    for ( int i = 1; i < argc; ++i )
        cout << argv[i] << endl;
    return 0;
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

40

## Classes et objets (1/11) : définitions

- **Classe** :
  - Regroupement de données (attributs ou champs) et de méthodes (fonctions membres)
  - Extension des structures (*struct*) avec différents niveaux de visibilité (*protected*, *private* et *public*)
- En programmation orientée-objet pure: encapsulation des données et accès unique des données à travers les méthodes
- **Objet** : instance de classe
  - Attributs et méthodes communs à tous les objets d'une classe
  - Valeurs des attributs propres à chaque objet
- **Encapsulation**
  - Caractérisation d'un objet par les spécifications de ses méthodes : interface
  - Indépendance vis à vis de l'implémentation

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

41

## Classes et objets (2/11) : 1er exemple de classe

```
#include <string>
using namespace std;
class Account
{ public: // Attributs publics (visibles de partout)
    string Name;
    double Balance;
};

int main() "
{
    // Déclaration de deux objets de la classe Account
    Account ac_001, ac_002;

    // Initialisation des attributs des objets
    ac_001.Name = "John Smith"; ac_001.Balance = 0.0;
    ac_002.Name = "Jane Jones"; ac_002.Balance = 10.0;
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

42

## Classes et objets (3/11) : 1er exemple de classe

```
class Account
{
    public:
        string Name;
        double Balance;

        // Méthode de la classe Account
        void print_balance()
        {
            cout << Name << "'s account has a balance of "
                << Balance << endl;
        }
};

int main()
{
    Account ac_001;
    ac_001.Name = "John Smith"; ac_001.Balance = 100.0;
    ac_001.print_balance(); // Appel de la méthode pour l'objet
                           // ac_001
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

43

## Classes et objets (4/11) : 1er exemple de classe

```
class Account
{
    public:
        string Name;
        double Balance;

        // Méthode de la classe Account
        void print_balance()
        {
            cout << Name << "'s account has a balance of "
                << Balance << endl;
        }

        // Prototype de la méthode - le corps peut être défini en
        // dehors de la définition de la classe
        void deposit(const double &);
};

// Définition de la méthode deposit de la classe Account (Account::)
void Account::deposit(double amount)
{
    Balance += amount;
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

44

## Classes et objets (5/11) : 1er exemple de classe

```

class Account
{
    private: // définir les attributs en privé => non manipulable en
            // dehors du corps des méthodes de la classe
        string Name;
        double Balance;

    public:
        void SetName(string s){ Name = s; }
        void SetBalance(double b){ Balance = b ; }
        string GetName() {return Name;}
        string GetBalance(); {return Balance;}
    ...
};

int main()
{
    Account ac_001;
    ac_001.SetName("John Smith"); ac_001.SetBalance(100.0);
}

```

*La bonne manière de  
définir une classe !!*

*Pour affecter des valeurs  
aux attributs privés*

*Pour accéder aux valeurs  
des attributs privés*

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

45

## Classes et objets (6/11)

### 2 méthodes particulières

- **Constructeur** : Méthode appelée implicitement à la création d'un objet pour initialiser les valeurs des attributs
  - De même nom que le nom de la classe
  - Par défaut un constructeur sans paramètre qui crée un objet sans initialiser ses valeurs
  - Méthode non typée, pouvant être redéfinie et surchargée => possibilité d'avoir plusieurs constructeurs
- **Destructeur** : Méthode appelée implicitement à la disparition d'un objet
  - De même nom que la classe mais précédé d'un tilde (~)
  - Méthode non typée et sans paramètre pouvant être redéfinie
  - Ne pouvant pas être surchargé => un seul destructeur par classe

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

46

## Classes et objets (7/11)

```
class Account
{
    private:
        string Name;
        double Balance;
    public:
        // Redéfinition du constructeur par défaut
        Account() {Balance=0.0;}
        // Surcharge du constructeur
        Account(string n) {Name=n; Balance=0.0}
        // Redéfinition du destructeur par défaut
        ~Account()
        { cout << "Closing account."; }
    ...
};

int main()
{
    Account ac_001; // Appel du constructeur par défaut
    Account ac_002("John Smith"); // Appel de Account(string n)
} // A la sortie du main :
// Appel du destructeur pour ac_001 et ac_002
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

47

## Classes et objets (8/11)

- **Héritage** : Définition de nouvelles classes « dérivées » à partir d'une classe existante « de base »
- **Super-classe** ou classe mère
- **Sous-classe** ou classe fille : spécialisation de la super-classe - héritage des propriétés de la super-classe
- Exemple :

```
// La classe SavingsAccount dérive de Account
// SavingsAccount est une sous-classe de Account
class SavingsAccount : public Account
{
    private: // Attributs spécifiques de la sous-classe
        double Interest_rate;

    public: // Méthodes spécifiques de la sous-classe
        void add_interest()
        { SetBalance(GetBalance()*Interest_rate); }
};
```

Un objet de la classe **SavingsAccount** a trois attributs **Name**, **Balance** et **Interest\_rate**

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

48



## Classes et objets (9/11)

```
class SavingsAccount : public Account
{
    private:
        double Interest_rate;

    public:
        // Le constructeur par défaut de la classe fille doit appeler le
        // constructeur de la classe mère
        SavingsAccount() : Account()
        {
            Interest_rate = 0.05;
        }

        // : Account(initial_balance) => appel du constructeur de Account
        SavingsAccount(double initial_balance) : Account(initial_balance)
        {
            //Set the interest rate
            Interest_rate = 0.05;
        }
};
```

L'appel du destructeur de la classe mère est automatique !!

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

49

## Classes et objets (10/11)

```
class Account
{
    protected:
        string Name;    // pour autoriser les sous-classes a manipuler les
        double Balance; // attributs qui restent privés pour le reste du
                        // programme (i.e. en dehors du corps des méthodes
                        // des sous-classes de Account)

    public:
        ...
};

class SavingsAccount : public Account
{
    private:
        double Interest_rate;

    public:
        ...
        void add_interest()
        {
            Balance+=Balance*Interest_rate; }
        // si private dans Account alors il faut utiliser les
        // méthodes publiques SetBalance et GetBalance
};
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adapté de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

50

## Classes et objets (11/11)

```
Account *p; // Déclaration d'un pointeur sur un objet
p = new Account (1000); // *p est un objet Account dont Balance=1000
                        // => Appel du constructeur de Account
p->SetName("John Smith"); // équivalent à (*p).SetName("John Smith");
p->print_balance(); // équivalent à (*p).print_balance();
delete p; // => appel du destructeur de Account
```

Pointeur particulier à utiliser dans les méthodes : **this**

```
Account::print_balance()
{
    cout << this->Name << "'s account has a balance of "
         << this->Balance << endl;
}
```

Utilisation de **this** en particulier quand la méthode retourne l'objet courant


## Partie 2 : DLL, VBA et Excel

- Objectif et définitions
- Développement d'une DLL C++ pour VBA
- Exemple de DLL C++
- Exemple de programme C++ utilisant une DLL de manière dynamique
- Exemple de programme C++ utilisant une DLL de manière statique
- Créer un classeur Excel appelant des fonctions d'une DLL C++
- Exemple de fichier Excel utilisant une DLL C++
- Exemple de DLL C++ contenant une classe
- Comment utiliser une classe de DLL C++ en VBA
- Compléments VBA pour Excel

## Objectif

- Objectif (pour ce cours) : Utiliser des fonctions C++ au sein d'un tableau Excel
- Comment ?
  - En créant une bibliothèque DLL (*Dynamic Link Library*) de fonctions C++
  - En appelant les fonctions de cette bibliothèque dans un tableau Excel via des commandes écrites en VBA (*Visual Basic for Application*)

## Définitions

- **Librairie ou bibliothèque** : fichier contenant plusieurs fonctions d'un programme
- **DLL** (*Dynamic Link Library*) ou bibliothèque liée dynamiquement (Windows) :
  - **Compilée**, donc prête à être utilisée, **chargée dynamiquement en mémoire** lors du démarrage d'un programme (i.e. n'étant pas incluse dans le programme exécutable)
  - Indépendante du(des) programmes qui l'utilise(nt) et pouvant être utilisée par plusieurs programmes en même temps
  - Stockée une seule fois sur le disque dur
  - Permettant aux développeurs (i) de distribuer des fonctions réutilisables par tout programme, sans en dévoiler les sources, (ii) de réduire la taille des exécutables et (iii) de mettre à jour les librairie indépendamment des programmes les utilisant
- **VBA** :
  - Implémentation de *Microsoft Visual Basic* intégrée notamment dans toutes les applications de Microsoft Office
  - Permettant d'écrire des macros sous les applications Office notamment
  -  Plus développé ni maintenu par Microsoft depuis juillet 2007 en vue de son remplacement par *Visual Studio Tools for Applications* (VSTA)
  - Toujours utilisé néanmoins dans Office 2007, même si VSTA est disponible

## Développement d'une DLL C++

- Structure d'une DLL : Code exécutable en vue d'être appelé par un programme externe
- Table d'exportation de symboles (*Symbols Export Table*) : liste de toutes les fonctions exportées (donc disponibles par un programme externe) ainsi que de leur point d'entrée (adresse du début du code de la fonction)
- Pour développer une DLL sous Visual C++ :
  - Créer un nouveau projet de type *Win32 Dynamic Link Library*
  - Choisir un projet de type « *Empty project* »
  - Créer 3 fichiers :
    - `nom_fichier.h` : contenant les inclusions de bibliothèques (au minimum la bibliothèque standard et `windows.h`) et la définition des fonctions de la bibliothèque
    - `Nom_fichier.cpp` : fichiers contenant le corps des fonctions (et incluant le fichier `nom_fichier.h`)
    - `Nom_fichier.def` : fichier de définition de module pour définir les fonctions du `.cpp` exportées (i.e. utilisables par d'autres programmes – ex. depuis Excel)
- DLL existantes : [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms723876\(vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms723876(vs.85).aspx)

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée de <http://contribs.martymac.com/dll/> et Wikipedia

55

## Exemple de DLL C++ (1/4)

- Fichier `MaDll.h`:

```
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <windows.h>

// Fonctions exportées de la DLL
extern "C" __declspec(dllexport) double __stdcall carre(double& arg);
extern "C" __declspec(dllexport) double __stdcall
    addition(double& arg1, double& arg2);
extern "C" __declspec(dllexport) double __stdcall
    soustraction(double arg1, double arg2);

// Fonction d'entrée de la DLL
BOOL APIENTRY DllMain( HANDLE hModule,
                      DWORD ul_reason_for_call,
                      LPVOID lpReserved)
{
    return TRUE;
}
```

- `__stdcall` pour les fonctions C++ devant être utilisées sous Excel
- `extern "C" __declspec(dllexport)` pour pouvoir tester les fonctions dans des programmes C++

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

56

## Exemple de DLL C++ (2/4)

- Fichier **MaDll.cpp**:

```
#include "MaDll.h"

double _stdcall carre (double& arg)
{return arg*arg;}

double _stdcall addition (double& arg1, double& arg2)
{return arg1+arg2;}

double _stdcall soustraction (double arg1, double arg2)
{return arg1-arg2;}
```

- Fichier **MaDll.def**:

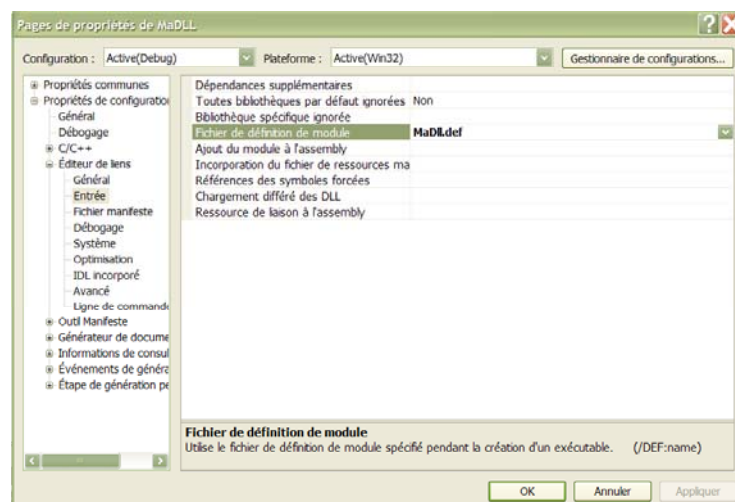
```
LIBRARY MaDll
EXPORTS
    carre
    addition
    soustraction
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

57

## Exemple de DLL C++ (3/4)

Bien spécifier **MaDll.def** dans la propriété *Fichier de Définition de Modules* de l'*Editeur de Liens* (obtenu par un clic droit de la souris sur le nom du projet)



©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

58

## Exemple de DLL C++ (4/4)

- Fichiers générés :
  - `Nom_Dll.dll` : fichier de la bibliothèque dynamique
  - `Nom_Dll.lib` : fichier permettant de faire la liaison avec la bibliothèque (i.e. pour qu'un programme puisse accéder aux fonctions de la bibliothèques)
- Possibilité de lier la bibliothèque au programme C++ l'utilisant :
  - De manière statique : déclaration explicite dans le programme (via `#include`) et résolution de liens effectuée par l'éditeur de lien au moment de la phase de compilation du programme
  - De manière dynamique : demande explicite du chargement d'une bibliothèque durant l'exécution du programme
- Sous linux : bibliothèque dynamique d'extension `.so`

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée de Wikipedia

59

## Exemple programme C++ utilisant une DLL de manière dynamique

```
// Définition d'un type pointeur sur fonction
typedef double (__stdcall * importFunction)(double&,double&);
int main(void)
{
    // Déclaration d'une variable de type pointeur sur fonction
    importFunction AddNumbers;
    double r=5,d=7,result;
    // Chargement de la DLL
    HINSTANCE hinstLib = LoadLibrary(TEXT("C:\\Chemin_d_acces\\MaDLL.dll"));
    // Si le chargement s'est mal passé!
    if (hinstLib == NULL) { cout << "ERROR: unable to load DLL\n";
        return 1;
    }
    // Récupération de la fonction de la librairie via le pointeur
    AddNumbers = (importFunction)GetProcAddress(hinstLib, "addition");
    // Si la récupération de la fonction s'est mal passée!
    if (AddNumbers == NULL) { cout << "ERROR: unable to find DLL function\n";
        FreeLibrary(hinstLib); // Libération de l'espace de chargement de la DLL
        return 1;
    }
    // Appel de la fonction
    result = AddNumbers(r,d);
    FreeLibrary(hinstLib); // Libération de l'espace de chargement de la DLL
    cout << result << endl;
}

```

*Ne pas oublier d'inclure <iostream>  
et <windows.h> !!*

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

60

## Exemple programme C++ utilisant une DLL de manière statique (1/4)

```
#include "MaDll.h" // Inclusion du .h de la DLL
using namespace std;
int main()
{
    double r,d;
    cin >> r;
    cin >> d;
    cout <<"carre(" << r << ")=" << carre(r) << endl;
    cout <<"addition(" << r << ", "<< d << ")=" << addition(r,d) << endl;
}
```

Pour que ça compile et que cela tourne, indiquer dans les propriétés du projet :

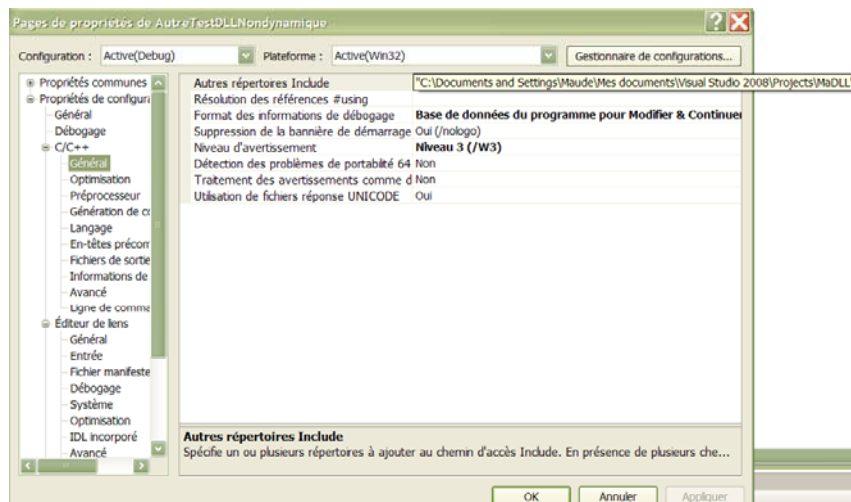
- Où trouver le .h de la bibliothèque (dans *C/C++/Général/Autres Répertoires Include* – avec des guillemets)
- Où trouver le .lib de la bibliothèque (dans *Editeur de Liens/Entrée/Dépendances Supplémentaires*)
- Où trouver le .dll de la bibliothèque (dans *Débogage/Environnement* taper *PATH=chemin\_accès\_au\_fichier\_dll*)

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

61

## Exemple programme C++ utilisant une DLL de manière statique (2/4)

- Où trouver le .h de la bibliothèque :

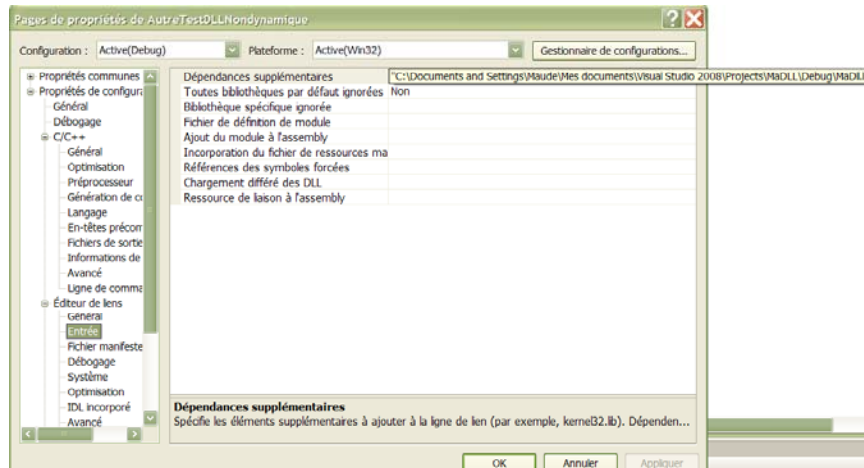


©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

62

## Exemple programme C++ utilisant une DLL de manière statique (3/4)

- Où trouver le .lib de la bibliothèque :



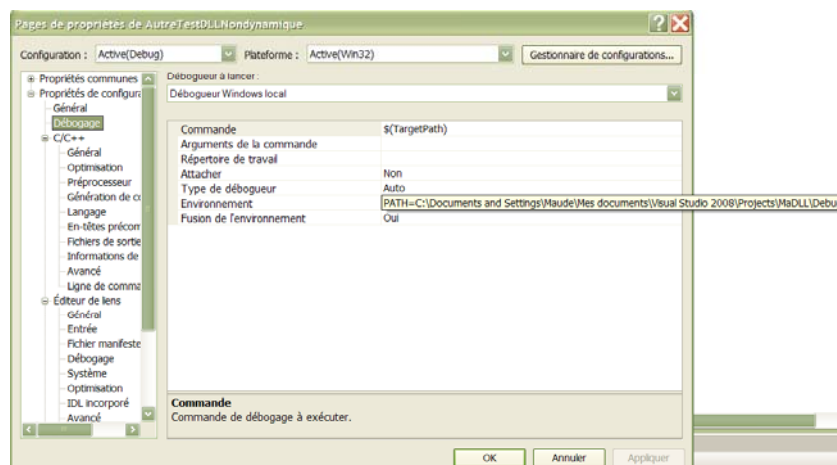
Bien spécifier le chemin d'accès au fichier .lib en mettant des guillemets !!

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

63

## Exemple programme C++ utilisant une DLL de manière statique (4/4)

- Où trouver le .dll de la bibliothèque :



©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

64



## Créer un fichier Excel utilisant une DLL

- Créer un classeur Excel
- Faire *Alt + F11* pour ouvrir l'éditeur Visual Basic
- Faire *Alt + I + M* pour créer un Module
- Ecrire dans le module pour chaque fonction de la DLL devant être utilisée dans le fichier Excel, une commande VBA de la forme :

```
Private Declare Function NomFonction _
Lib "C:\Chemin_d_acces\NomDll.dll" _
(arg1 As Type, arg2 as Type, ...) As Type

ou sur une seule ligne (sans les _)
Private Declare Function NomFonction Lib
"C:\Chemin_d_acces\NomDll.dll" (arg1 As Type, arg2
as Type, ...) As Type
```



⚠ Sauvegarder le fichier en Fichier Excel (*prenant en charge les macros*)

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée de [http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL\\_C++.pdf](http://www.maths.manchester.ac.uk/~ahazel/EXCEL_C++.pdf)

65

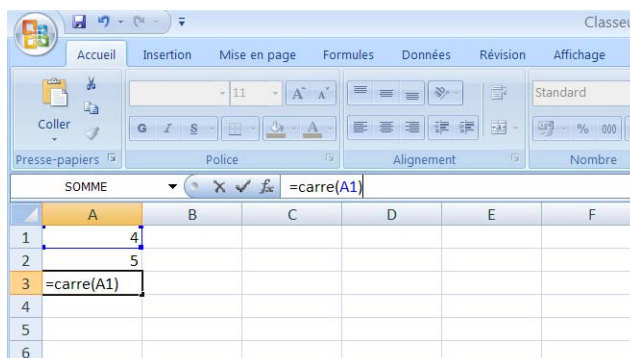
## Exemple de fichier Excel utilisant une DLL

```
Private Declare Function carre _
Lib "C:\Chemin_d_acces\MaDll.dll" (arg As Double) As Double

Private Declare Function addition _
Lib "C:\Chemin_d_acces\MaDll.dll" _
(arg1 As Double, arg2 As Double) As Double

Private Declare Function soustraction _
Lib "C:\Chemin_d_acces\MaDll.dll" _
(ByVal arg1 As Double, ByVal arg2 As Double) As Double
```

Dans le  
module VBA  
(fenêtre  
Microsoft  
Visual Basic)



Dans le  
classeur  
Excel

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

66

## Exemple de DLL C++ contenant une classe (1/2)

- Fichier **MaDll.h**:

```
#include <iostream>
#include <windows.h>
using namespace std;

class ClasseDynamique
{
public:
    _declspec(dllexport) ClasseDynamique();
    _declspec(dllexport) ~ClasseDynamique();
    void _declspec(dllexport) SetAttribut(int a);
    int _declspec(dllexport) GetAttribut();
    void _declspec(dllexport) Afficher();
private:
    int attribut;
};
```

*Classe C++ pouvant être utilisée dans un programme C++ liée à la DLL de manière statique ou dynamique*

**extern "C" \_declspec(dllexport)** pour les méthodes de la classe devant être exportées

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

67

## Exemple de DLL C++ contenant une classe (2/2)

- Fichier **MaDll.cpp**:

```
#include "MaDll.h"
ClasseDynamique::ClasseDynamique() { attribut=0; }
ClasseDynamique::~ClasseDynamique() {}
int ClasseDynamique::GetAttribut() { return attribut; }
void ClasseDynamique::SetAttribut(int a) { attribut=a; }
void ClasseDynamique::Afficher()
{ cout << "attribut=" << attribut << endl; }
```



**Ne rien mettre dans le .def – on verra plus tard comment utiliser cette classe en VBA**

- Dans le programme utilisant la DLL (de manière statique par exemple) :

*La DLL peut être liée de manière statique ou dynamique*

```
#include "MaDll.h"
int main()
{
    ClasseDynamique o;
    o.SetAttribut(5);
    o.Afficher();
}
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

68

## Comment utiliser une classe de DLL C++ en VBA (1/5)

- VBA pas objet (possible en VBA.NET – hors programme cette année et pas de lien avec Office)
- Possibilité de « manager » les objets via des fonctions (en utilisant des pointeurs)
- Pour utiliser une classe de DLL C++ dans un programme VBA :
  - Définir dans la DLL C++ des fonctions manipulant les objets de la classe via des pointeurs en les définissant avec `_stdcall`
  - Exporter ces fonctions dans le `.def`
  - Utiliser ces fonctions dans des modules VBA

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

69

## Comment utiliser une classe de DLL C++ en VBA (2/5)

- Exemple de `fichier.h` d'une classe de DLL C++ - en vue d'une utilisation en VBA :

```

#include <iostream>
#include <windows.h>
using namespace std;

class ClasseDynamique
{
public:
    _declspec(dllexport) ClasseDynamique();
    _declspec(dllexport) ~ClasseDynamique();
    void _declspec(dllexport) SetAttribut(int a);
    int _declspec(dllexport) GetAttribut();
    void _declspec(dllexport) Afficher();
private:
    int attribut;
};

extern "C" _declspec(dllexport)
    ClasseDynamique * _stdcall ClasseDynamique_Constr();
extern "C" _declspec(dllexport)
    int _stdcall ClasseDynamique_Destr(ClasseDynamique* Objet);
extern "C" _declspec(dllexport)
    int _stdcall ClasseDynamique_SetAttribut
        (ClasseDynamique* Objet, int a);
extern "C" _declspec(dllexport)
    int _stdcall ClasseDynamique_GetAttribut(ClasseDynamique* Objet);
  
```

*Définition de la classe*

*Fonctions manipulant les objets de la classe (en vue de les utiliser en VBA)*

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

70

## Comment utiliser une classe de DLL C++ en VBA (3/5)

- Exemple de **fichier.cpp** d'une classe de DLL C++ - en vue d'une utilisation en VBA :

```


ClasseDynamique * __stdcall ClasseDynamique_Constr()
{ return (new ClasseDynamique); } // retourne l'adresse d'un objet
                                // en mémoire

int __stdcall ClasseDynamique_Destr(ClasseDynamique* Objet)
{ delete Objet; // supprime l'objet en mémoire
  return 1;
}

int __stdcall ClasseDynamique_SetAttribut
(ClasseDynamique* Objet, int a)
{ Objet->SetAttribut(a); // Applique la méthode SetAttribut
  return 1;              // à l'objet situé en mémoire
}

int __stdcall ClasseDynamique_GetAttribut(ClasseDynamique*
Objet) // Applique la méthode GetAttribut à l'objet situé en mémoire
{ return Objet->GetAttribut(); }

```

*+ ajouter le corps des méthodes de la classe dans le .cpp !!* 

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

71

## Comment utiliser une classe de DLL C++ en VBA (4/5)

- Exemple de **fichier.def** d'une classe de DLL C++ - en vue d'une utilisation en VBA :

```

LIBRARY MaDll
EXPORTS
    ClasseDynamique_Constr
    ClasseDynamique_Destr
    ClasseDynamique_SetAttribut
    ClasseDynamique_GetAttribut

```

- Exemple de déclaration en VBA :

```

Declare Function ClasseDynamique_Constr Lib "MaDll.dll" () As Long
Declare Function ClasseDynamique_Destr Lib "MaDll.dll" _
    (ByVal Adresse As Long) As Long
Declare Function ClasseDynamique_SetAttribut Lib "MaDll.dll" _
    (ByVal Adresse As Long, ByVal a As Long) As Long
Declare Function ClasseDynamique_GetAttribut Lib "MaDll.dll" _
    (ByVal Adresse As Long) As Long

```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine

72

## Comment utiliser une classe de DLL C++ en VBA (5/5)

- Exemple de programme VBA :

```

Sub Main()
    Dim Adresse As Long, r As Double
    Dim a As Integer, result As Long
    a = 4
    Adresse = ClasseDynamique_Constr()
    MsgBox ("Nouvel objet instancié à l'adresse : " &
    Adresse)
    result = ClasseDynamique_SetAttribut(Adresse, a)
    MsgBox (a & " a été affecté à l'objet " & Adresse)
    result = ClasseDynamique_GetAttribut(Adresse)
    MsgBox ("L'objet a pour valeur " & result)
End Sub

```

MsgBox(paramètres) affiche une boîte de dialogue affichant les paramètres de la fonction

## Complément VBA pour Excel (1/13)



! VBA ≠ Excel (fonctions de même nom avec un comportement différent)

- Programation procédurale et événementielle i.e. : lancement d'un sous programme
  - Par un autre sous-programme
  - A la suite d'un événement (ex. clic)
- Pas de programme principal
- Sites intéressants :
  - <http://ericcrenaud.fr/>
  - [http://pagesperso-orange.fr/jml85/Pages/cours\\_VBA.htm](http://pagesperso-orange.fr/jml85/Pages/cours_VBA.htm)

## Complément VBA pour Excel (2/13)

- Début et fin de programme :
 

```
Public Sub nom_du_programme()
    ' séquences d'instructions
End Sub
```
- 12 types dont les plus utilisés :
  - String pour stocker des chaînes de caractères
  - Integer pour stocker des valeurs entières
  - Double pour stocker des valeurs décimales
  - Long pour stocker des grandes valeurs entières
  - Boolean pour stocker soit un 0 soit un 1 (un bit)

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

75

## Complément VBA pour Excel (3/13)

- Correspondance de type C++ / VBA :
 

Type C/C++	Equivalent Visual Basic
INT	LONG
UINT	LONG
WORD	INTEGER
BYTE	BYTE
CHAR	BYTE
CHAR*	STRING
- Pas d'obligation de déclaration de variables – mais vivement conseillé
 

```
Dim nom As String
Dim revenu As Long
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

76

## Complément VBA pour Excel (4/13)

- Opérateurs : + - \* / etc.

```
Public Sub mon_prog ()
    Dim a As Integer, b As Integer, c As Integer, d As Integer
    a = 5
    b = 7
    c = a + b
    d = a * b
End Sub
```

- Tableaux : deux variantes

- `Dim tabl1(0 To 12) As Integer`  
13 emplacements pour des entiers  
`tabl1(0) = 14`  
`tabl1(2) = 17`
- `Dim tabl2 As Variant`  
+ Utilisation de la fonction `Array`  
`tabl2 = Array("Janvier", "Février", "Mars")`

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

77

## Complément VBA pour Excel (5/13)

- Affichage du contenu d'un tableau :

```
Dim mois As Variant, m As Variant
mois = Array("Janvier", "Mars", "Août", "Décembre")
For Each m In mois
    MsgBox m
Next m
```

OU

```
Dim mois As Variant, i As Integer
mois = Array("Janvier", "Mars", "Août", "Décembre")
For i = 0 To 3
    MsgBox mois(i)
Next i
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

78

## Complément VBA pour Excel (6/13)

- Fonctions de manipulation de tableaux :
  - **Lbound** : plus petit index du tableau
  - **Ubound** : plus grand index
  - **Array(...)** retourne un tableau (doit être affecté à un **Variant**)
  - **Erase** efface le tableau de la mémoire
- Instructions conditionnelles :
 

```
Dim a As Integer, b As Integer
a = 5
If a < 10 Then
    b = 1
Else
    b = 2
End If
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

79

## Complément VBA pour Excel (7/13)

- Boucle **For** :
 

```
Dim a As Integer
For a = val1 To val2
Next a
```
- Boucle **While** :
 

```
Dim a As Integer
a = val1
While a < val2
    ...
    a=a+1
Wend
```

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

80



## Complément VBA pour Excel (8/13)

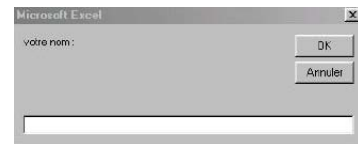
### ■ Entrées/Sorties :

- Pas d'exécution dans un terminal
- Lecture et écriture dans une cellule d'Excel
- Utilisation de boîtes de Dialogue
- Exemples :

`msgbox("bonjour")`



`Nom = InputBox("votre nom :")`



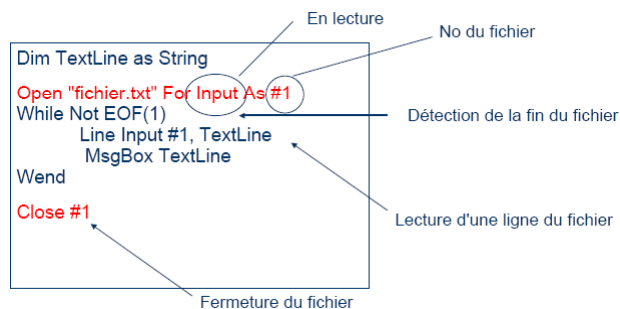
©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

81

## Complément VBA pour Excel (9/13)

### ■ Gestion de fichiers – Possibilités de :

- Créer des fichiers
- Compléter des fichiers
- Effacer des fichiers
- Lire des fichiers
- Créer et supprimer des répertoires
- Exemple de lecture :



©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

82

## Complément VBA pour Excel (10/13)

- Fonctions mathématiques :
  - Valeur absolue: **Abs (-9)** retourne 9
  - Signe: **Sgn(-18)** retourne -1 (ou 0 ou 1)
  - Partie entière:
    - Fix(-18.3) = -18**
    - Fix(18.3) = 18**
    - Enlève la partie décimale
  - **Sqr, Exp, Log**
    - Sqr(4)** retourne 2, **Exp(5)** retourne 148.413...,
    - Log(9)** retourne 2.197224... (en base e)
  - Nombres aléatoires
    - Rnd** retourne un nombre aléatoire entre 0 (compris) et 1 (non compris)
    - a = Rnd**
  - **Sin, Cos, Tan, Atn** (arc-tangente)

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

83

## Complément VBA pour Excel (11/13)

- Définition de fonction :
 

```
Public Function nom_fonct (variable As
String) As Integer
--- instructions
'valeur de retour:
nom_fonct=val
End Function
```
- Appel de fonction :
 

```
b= nom_fonct("test")
call nom_fonct(param)
```
- Passage des paramètres : Par défaut passage par référence  
Pour faire du passage de paramètre par valeur : **ByVal**

©Maude Manouvrier - Univ. Paris Dauphine – repris et adaptée des transparents de Julien Saunier

84

## Complément VBA pour Excel (12/13)

Manipulation des éléments (ou « objets ») d'Excel :

- **Application** : contient des **Workbooks**
- **Workbook** : représente un classeur Excel et contient des **Worksheets**
- **Worksheet** : représente une feuille de calcul Excel
- **Cells** : représente une cellule dont on précise le numéro de ligne et de colonne
- **Range** : représente une cellule ou une plage de cellules dont on précise le nom

*Voir l'Aide VBA sous Excel!!*

## Complément VBA pour Excel (13/13)

Exemple de manipulation de cellules :

```
Public Sub Main()
    Randomize 'Initialise le générateur de nombres aléatoires
    For i = 1 To 5
        Cells(i, 1) = Rnd ' Affecte un nombre aléatoire entre 0 et 1
                          ' à la cellule située à la ligne i, colonne 1
    Next i

    Dim r As Double

    For i = 1 To 5
        ' Affecte à r la différence entre la valeur de la cellule C1
        ' et la cellule située à la ligne i, colonne 1
        r = (Range("C1")) - Cells(i, 1)
        MsgBox(r) ' affiche la valeur de r dans une boîte de dialogue
    Next i
End Sub
```

*Voir l'Aide VBA sous Excel !!*