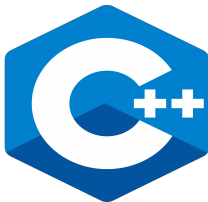


C++ : concepts de base

Achref El Mouelhi

Docteur de l'université d'Aix-Marseille
Chercheur en programmation par contrainte (IA)
Ingénieur en génie logiciel

`elmouelhi.achref@gmail.com`



1 Commentaires

2 Variables

- Typage statique
- Typage dynamique (depuis C++11)
- Dédution de type
- Taille
- Portée de variable
- Alias de type

3 Entrée/sortie

- `cout`
- `cin`

4 Références

5 Pointeurs

- 6 Opérations sur les variables
 - Opérations arithmétiques
 - Opérations sur les chaînes de caractère
- 7 Conversion de valeurs
 - Conversion implicite entre type compatible
 - Conversion explicite entre type compatible
 - Conversion entre type incompatible
- 8 Librairie `cmath`
- 9 Librairie `typeinfo`
- 10 Constantes

11 Structures conditionnelles

- `if`
- `if ... else`
- `if ... else if ... else`
- **Expression ternaire**
- `switch`

12 Structures itératives

- `while`
- `do ... while`
- `for`
- `break`
- `goto`
- `continue`

En C++

Deux types de commentaires

Commentaire sur une seule ligne

```
// commentaire
```

© Achref EL MOUELHI ©

Commentaire sur une seule ligne

```
// commentaire
```

Raccourcis VSC

- Pour commenter : `Ctrl` + `k` ensuite `Ctrl` + `c`
- Pour décommenter : `Ctrl` + `k` ensuite `Ctrl` + `u`
- Ou aussi : `Ctrl` + `:` pour commenter et décommenter

Commentaire sur plusieurs lignes

```
/* le commentaire  
   la suite  
   et encore la suite  
*/
```

© Achref EL M.

Commentaire sur plusieurs lignes

```
/* le commentaire  
   la suite  
   et encore la suite  
*/
```

Raccourci VSC

Pour commenter ou décommenter : Alt + Shift + a

Variable ?

- Représentant d'un espace mémoire
- Permettant de stocker une ou plusieurs données
- Pouvant avoir plusieurs valeurs différentes dans un programme

© Achref EL M

Variable ?

- Représentant d'un espace mémoire
- Permettant de stocker une ou plusieurs données
- Pouvant avoir plusieurs valeurs différentes dans un programme

C++ est un langage fortement typé

- Il faut préciser le type de chaque variable
- Une variable peut avoir de valeurs différentes mais ne peut changer de type.

Déclarer une variable

```
type nomVariable;
```

Principaux types de données numériques en C++

- `short int` (ou `short`) : entier sur deux octets dont la valeur est entre -32 768 et 32 767
- `int` : entier dont la valeur est entre -2 147 483 648 et 2 147 483 647
- `long int` (ou `long`) : entier codé sur 8 octets
- `float` : nombre à virgule codé sur 4 octets
- `double` : nombre à virgule codé sur 8 octets
- ...

Remarques

- À tous ces types, on peut ajouter le mot-clé `unsigned` pour avoir uniquement des valeurs positives.
- Le langage **C++** n'impose pas aux compilateurs un nombre exact d'octets pour chaque type mais impose un nombre minimal.
- Donc, le nombre d'octets réservé à un même type peut varier selon les compilateurs.

Principaux types texte en C++

- `char` : caractère **UTF-8** entouré par deux ' codé sur un octet
- `char16_t` [C++11] : caractère **UTF-16** situé entre deux ' codé sur 2 ou 4 octets
- `char32_t` [C++11] : caractère **UTF-32** situé entre deux ' codé sur 2 ou 4 octets
- `string` : une suite de caractères située entre deux "
- ...

C++

Principaux types texte en C++

- `char` : caractère **UTF-8** entouré par deux `'` codé sur un octet
- `char16_t` [**C++11**] : caractère **UTF-16** situé entre deux `'` codé sur 2 ou 4 octets
- `char32_t` [**C++11**] : caractère **UTF-32** situé entre deux `'` codé sur 2 ou 4 octets
- `string` : une suite de caractères située entre deux `"`
- ...

Type booléen en C++

`bool` : acceptant uniquement les valeurs `true` et `false`, codé sur 1 octet.

Nom de variable en C++

- Peut contenir une lettre, un chiffre ou un _ (underscore)
- Doit commencer par une lettre ou un _ (underscore)
- Sensible à la casse
- Ne peut contenir le caractère espace ou les caractères spéciaux comme #, !...
- Ne peut être un mot réservé du langage comme `for`, `int`...

C++

Nom de variable en C++

- Peut contenir une lettre, un chiffre ou un _ (underscore)
- Doit commencer par une lettre ou un _ (underscore)
- Sensible à la casse
- Ne peut contenir le caractère espace ou les caractères spéciaux comme #, !...
- Ne peut être un mot réservé du langage comme `for`, `int`...

Remarque

Donner un nom significatif aux variables.

C++

Exemple

```
int x;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Exemple

```
int x;
```

Déclaration + initialisation [**copy initialization**]

```
int x = 5;
```

© Achref EL M...

C++

Exemple

```
int x;
```

Déclaration + initialisation [**copy initialization**]

```
int x = 5;
```

Ou aussi [**direct initialization**]

```
int y(3);
```

C++

Exemple

```
int x;
```

Déclaration + initialisation [**copy initialization**]

```
int x = 5;
```

Ou aussi [**direct initialization**]

```
int y(3);
```

Ou encore (valable depuis C++11) [**value initialization**]

```
int z{2};
```

Il est possible de faire plusieurs déclarations sur la même ligne

```
int x = 5, y(3), z{2};
```

C++

Une variable non initialisé contient une valeur indéterminée

```
int x;  
cout << x;  
// affiche 6422352 (par exemple)
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Une variable non initialisé contient une valeur indéterminée

```
int x;  
cout << x;  
// affiche 6422352 (par exemple)
```

Attention ceci est considéré comme une fonction avec 1 comme valeur de retour

```
int y();  
cout << y;  
// affiche 1
```

C++

Une variable non initialisé contient une valeur indéterminée

```
int x;  
cout << x;  
// affiche 6422352 (par exemple)
```

Attention ceci est considéré comme une fonction avec 1 comme valeur de retour

```
int y();  
cout << y;  
// affiche 1
```

Une variable déclarée ainsi sans initialisation explicite est initialisée à 0

```
int z{};  
cout << z;  
// affiche 0
```

Déclaration + initialisation d'un booléen

```
bool b = true;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Déclaration + initialisation d'un booléen

```
bool b = true;
```

`true` \equiv `1`

```
cout << b << endl;  
// affiche 1
```

C++

Déclaration + initialisation d'un booléen

```
bool b = true;
```

`true` \equiv 1

```
cout << b << endl;  
// affiche 1
```

Pour afficher `true` à la place de 1

```
cout << boolalpha << b << endl;  
// affiche true
```

C++

`false` \equiv `0`

```
b = false;  
cout << b << endl;  
// affiche 0
```

© Achref EL MOU

C++

`false` \equiv `0`

```
b = false;  
cout << b << endl;  
// affiche 0
```

Pour afficher `false` à la place de `0`

```
b = false;  
cout << boolalpha << b << endl;  
// affiche false
```

Syntaxe (une variable typée dynamiquement doit être initialisée)

```
auto nomVariable = initialisation;
```

© Achref EL MOUELHI

Syntaxe (une variable typée dynamiquement doit être initialisée)

```
auto nomVariable = initialisation;
```

Exemple

```
auto str = "bonjour";
```

Une variable typée dynamiquement ne peut changer de type.

C++

Pour déclarer une variable ayant le même type d'une autre, on utilise `decltype`

```
int x;  
decltype(x) y;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Pour déclarer une variable ayant le même type d'une autre, on utilise `decltype`

```
int x;  
decltype(x) y;
```

x et y sont toutes les deux de type int.

© Achref EL M...

C++

Pour déclarer une variable ayant le même type d'une autre, on utilise `decltype`

```
int x;  
decltype(x) y;
```

x et y sont toutes les deux de type int.

On peut donc lui affecter un entier

```
y = 3;
```

C++

Pour déclarer une variable ayant le même type d'une autre, on utilise `decltype`

```
int x;  
decltype(x) y;
```

x et y sont toutes les deux de type int.

On peut donc lui affecter un entier

```
y = 3;
```

Main on ne peut lui affecter une valeur d'un autre type

```
y = "bonjour";
```

C++

Pour connaître le nombre d'octets réservés à une variable (qui varie selon le type))

```
int x = 5;  
cout << sizeof(x);  
// affiche 4
```

© Achref EL MOUELHI ©

Pour connaître le nombre d'octets réservés à une variable (qui varie selon le type))

```
int x = 5;  
cout << sizeof(x);  
// affiche 4
```

sizeof fonctionne aussi avec les types

```
cout << "Taille de char : " << sizeof(char) << endl;  
// affiche Taille de char : 1  
  
cout << "Taille de int : " << sizeof(int) << endl;  
// affiche Taille de int : 4  
  
cout << "Taille de float : " << sizeof(float) << endl;  
// affiche Taille de float : 4  
  
cout << "Taille de double : " << sizeof(double) << endl;  
// affiche Taille de double : 8
```

Remarque

Le type de la valeur de retour de `sizeof` est `size_t` : unsigned int codé sur 64 bits.

Portée (scope) de variable

- locale : déclarée dans une fonction (`main` par exemple)
- globale : déclarée en dehors de toute fonction

Dans ce programme, `l` est une variable locale et `g` est globale

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

int g = 10;

int main()
{
    int l = 2;
    return 0;
}
```

C++

Si, dans un programme, on peut déclarer une variable locale avec le nom d'une variable globale déjà existante

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

int g = 10;

int main()
{
    int g = 2;
    cout << g;
    // affiche 2
    return 0;
}
```

C++

Pour accéder au contenu de la variable globale si on a une variable locale avec le même nom

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

int g = 10;

int main()
{
    int g = 2;
    cout << ::g;
    // affiche 10
    return 0;
}
```

Remarques

- Une variable locale non-initialisée peut contenir soit 0, soit 1, soit une valeur aléatoire.
- Une variable globale non-initialisée contient
 - 0 si la variable est numérique (`int`, `float`, `double`...)
 - `NULL` si la variable est un pointeur
 - caractère vide pour `char` et `string`

C++ nous autorise à créer des alias sur les types

```
typedef string str;  
str s = "bonjour";  
cout << s << endl;  
// affiche bonjour
```

Opérations d'entrée/sortie

- Pour afficher dans la console, on utilise
 - `cout` : sortie standard
 - `cerr` : sortie d'erreur
 - `clog` : sortie technique (journalisation)
- Pour lire une donnée saisie dans la console, on utilise `cin`.

C++

Pour afficher le contenu d'une variable

```
int x = 5;  
cout << x;  
// affiche 5
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Pour afficher le contenu d'une variable

```
int x = 5;  
cout << x;  
// affiche 5
```

Pour afficher le contenu de plusieurs variables

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << y;  
// affiche 53
```

C++

Pour afficher le contenu d'une variable

```
int x = 5;  
cout << x;  
// affiche 5
```

Pour afficher le contenu de plusieurs variables

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << y;  
// affiche 53
```

On peut aussi ajouter un espace pour séparer les variables

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << " " << y;  
// affiche 5 3
```

Pour ajouter un retour à la ligne

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << endl;  
cout << y << endl;  
/* affiche  
5  
3  
*/
```

© Achref EL MOUELFI

Pour ajouter un retour à la ligne

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << endl;  
cout << y << endl;  
/* affiche  
5  
3  
*/
```

Ou en plus simple

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << endl << y << endl;  
/* affiche  
5  
3  
*/
```

Pour ajouter un retour à la ligne

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << endl;  
cout << y << endl;  
/* affiche  
5  
3  
*/
```

Ou en plus simple

```
int x = 5, y(3);  
cout << x << endl << y << endl;  
/* affiche  
5  
3  
*/
```

Le compilateur **Visual C++** ne supporte pas la dernière écriture.

C++

Pour lire un entier

```
int x;  
cin >> x;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Pour lire un entier

```
int x;  
cin >> x;
```

Problème de `cin` avec **Code Runner** de **VSC**

- Par défaut, **Code Runner** utilise la console **Output** (en écriture seule).
- Pour les opérations de lecture, il faut utiliser **Terminal**.
- Pour cela, il faut :
 - aller dans `File > Preferences > Settings`.
 - saisir `Code Runner` dans la zone de recherche
 - chercher `Code-runner: Run In Terminal` puis cocher la case correspondante

C++

`cin` est précédé souvent d'un `cout` explicatif

```
int x;  
cout << "saisir un int ";  
cin >> x;  
cout << "La valeur saisie est " << x << endl;
```

© Achref EL MOU

C++

`cin` est précédé souvent d'un `cout` explicatif

```
int x;  
cout << "saisir un int ";  
cin >> x;  
cout << "La valeur saisie est " << x << endl;
```

Pour lire un booléen

```
bool b;  
cout << "saisir un bool ";  
cin >> b;  
cout << "La valeur saisie es t" << b << endl;
```

C++

Pour lire un caractère

```
char c;  
cout << "saisir un char ";  
cin >> c;  
cout << "La valeur saisie est " << c << endl;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Pour lire un caractère

```
char c;  
cout << "saisir un char ";  
cin >> c;  
cout << "La valeur saisie est " << c << endl;
```

Attention au cas où l'on saisit plus d'un caractère pour le stocker dans une variable de type `char`

```
char c1;  
cout << "saisir un char ";  
// si on saisit aaaa  
cin >> c1; // le premier a sera affecté à c1  
char c2;  
cin >> c2; // le deuxième a sera affecté à c2  
string str;  
cin >> str; // le reste sera affecté à str  
cout << c1 << " " << c2 << " " << str;  
// affiche a a aa
```

C++

Comment copier le contenu d'une variable dans une autre ?

```
int x (5);  
int y = x;  
  
cout << "le contenu de la variable x est " << x << endl;  
// affiche le contenu de la variable x est 5  
  
cout << "le contenu de la variable y est " << y << endl;  
// affiche le contenu de la variable y est 5
```

© Achref EL M...

C++

Comment copier le contenu d'une variable dans une autre ?

```
int x (5);  
int y = x;  
  
cout << "le contenu de la variable x est " << x << endl;  
// affiche le contenu de la variable x est 5  
  
cout << "le contenu de la variable y est " << y << endl;  
// affiche le contenu de la variable y est 5
```

Modifier l'un \nRightarrow modifier l'autre

```
y = 2;  
  
cout << "le contenu de la variable x est " << x << endl;  
// affiche le contenu de la variable x est 5  
  
cout << "le contenu de la variable y est " << y << endl;  
// affiche le contenu de la variable y est 2
```

Remarque

Pour avoir deux variables qui pointent sur le même espace mémoire, il faut utiliser les références.

Référence ?

- Étiquette (alias) d'une variable existante.
- Il est possible de créer une deuxième voire nième étiquette pour une même variable.
- Une étiquette \equiv une référence vers une zone mémoire.

Pour créer une référence, on utilise l'opérateur &

```
int &z = x;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Pour créer une référence, on utilise l'opérateur &

```
int &z = x;
```

Ou aussi

```
int & z = x;
```

© Achref EL M...

C++

Pour créer une référence, on utilise l'opérateur &

```
int &z = x;
```

Ou aussi

```
int & z = x;
```

Ou encore

```
int& z = x;
```

C++

Pour créer une référence, on utilise l'opérateur &

```
int &z = x;
```

Ou aussi

```
int & z = x;
```

Ou encore

```
int& z = x;
```

Les trois écritures sont équivalentes.

L'opérateur `&` permet de récupérer l'adresse mémoire de la variable (en hexadécimal)

```
cout << &x << endl;  
// affiche 0x61ff04
```

Les deux variables `x` et `ref` ont le même contenu et la même référence mémoire

```
int x = 5;
int &ref = x;

cout << x << endl;
// affiche 5

cout << &x << endl;
// affiche 0x61ff04

cout << ref << endl;
// affiche 5

cout << &ref << endl;
// affiche 0x61ff04
```

Modifier l'un \Rightarrow modifier l'autre (la référence reste inchangée)

```
z = 2;
```

```
cout << x << endl;
```

```
// affiche 2
```

```
cout << &x << endl;
```

```
// affiche 0x61ff04
```

```
cout << ref << endl;
```

```
// affiche 2
```

```
cout << &ref << endl;
```

```
// affiche 0x61ff04
```

On peut changer la valeur d'une référence mais pas l'adresse (**Le code suivant génère une erreur**)

```
int t = 10;  
&ref = t;
```

Exercice 1 : sans tester, qu'affiche le programme suivant ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
c = b;  
cout << c << endl  
      << b << endl  
      << a;
```

© Achrel L.

Exercice 1 : sans tester, qu'affiche le programme suivant ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
c = b;  
cout << c << endl  
      << b << endl  
      << a;
```

Réponse

5
5
5

Exercice 2 : sans tester, le programme suivant affiche t-il trois adresses identiques ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
c = b;  
cout << &c << endl  
      << &b << endl  
      << &a;
```

Exercice 2 : sans tester, le programme suivant affiche t-il trois adresses identiques ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
c = b;  
cout << &c << endl  
      << &b << endl  
      << &a;
```

Réponse

```
0x61ff08  
0x61ff04  
0x61ff08
```

Pointeur ?

- Une variable contenant l'adresse d'une autre variable de même type.
- On le déclare avec l'opérateur `*` et s'utilise conjointement avec l'opérateur de référence `&`.
- Possibilité de récupérer la valeur avec l'opérateur `*` (on appelle ça **dé-référencement**).

C++

Pour créer un pointeur, on utilise l'opérateur *

```
int x = 5;  
int* ptr = &x;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Pour créer un pointeur, on utilise l'opérateur *

```
int x = 5;  
int* ptr = &x;
```

La déclaration suivante est aussi correcte

```
int * ptr = &x;
```

© Achref EL MELHI

C++

Pour créer un pointeur, on utilise l'opérateur *

```
int x = 5;  
int* ptr = &x;
```

La déclaration suivante est aussi correcte

```
int * ptr = &x;
```

Ou encore

```
int *ptr = &x;
```

C++

Pour créer un pointeur, on utilise l'opérateur *

```
int x = 5;  
int* ptr = &x;
```

La déclaration suivante est aussi correcte

```
int * ptr = &x;
```

Ou encore

```
int *ptr = &x;
```

La première est la préférée.

Remarques

- `ptr` contient l'adresse de `x`.
- `*ptr` contient la valeur de `x`.
- `&ptr` contient l'adresse de `x`.

```
cout << x << endl;  
// affiche 5  
  
cout << &x << endl;  
// affiche 0x61ff04  
  
cout << ptr << endl;  
// affiche 0x61ff04  
  
cout << &ptr << endl;  
// affiche 0x61ff00  
  
cout << *ptr << endl;  
// affiche 5
```

Remarque

L'opérateur * est utilisé à la fois pour

- déclarer un pointeur.
- accéder à la valeur de la variable pointée par le pointeur.

Et si on modifie la valeur du pointeur

```
*ptr = 2;  
cout << *ptr << " " << x << endl;  
// affiche 2 2
```

© Achref EL

Et si on modifie la valeur du pointeur

```
*ptr = 2;  
cout << *ptr << " " << x << endl;  
// affiche 2 2
```

Cependant, l'adresse ne change pas.

C++

Pour créer un pointeur de type entier (sans lui affecter la référence d'une deuxième variable)

```
int * p = new int;
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Pour créer un pointeur de type entier (sans lui affecter la référence d'une deuxième variable)

```
int * p = new int;
```

Pour initialiser la valeur du pointeur (déréférencement)

```
*p = 10;
```

© Achref EL M. ELHI ©

C++

Pour créer un pointeur de type entier (sans lui affecter la référence d'une deuxième variable)

```
int * p = new int;
```

Pour initialiser la valeur du pointeur (déréférencement)

```
*p = 10;
```

Ou tout simplement

```
int * p = new int(10);
```

C++

Pour créer un pointeur de type entier (sans lui affecter la référence d'une deuxième variable)

```
int * p = new int;
```

Pour initialiser la valeur du pointeur (déréférencement)

```
*p = 10;
```

Ou tout simplement

```
int * p = new int(10);
```

N'oublions pas de libérer l'espace mémoire dès qu'on finit d'utiliser le pointeur

```
delete p;
```


Dans un programme, un pointeur peut pointer sur plusieurs variables

```
int t = 10;
ptr = &t;

cout << x << endl;
// affiche 5

cout << &x << endl;
// affiche 0x61ff04

cout << t << endl;
// affiche 10

cout << &t << endl;
// affiche 0x61fefc

cout << ptr << endl;
// affiche 0x61fefc

cout << *ptr << endl;
// affiche 10

cout << &ptr << endl;
// affiche 0x61ff00
```

Remarques

- $\text{ptr} = \&t \Leftrightarrow \text{ptr}$ pointe désormais sur t .
- $*\text{ptr} = t \Leftrightarrow$ La valeur de la variable pointée par ptr sera remplacée par celle de t .

On peut changer la valeur de la variable pointée par le pointeur en utilisant ce dernier

```
int t = 10;
ptr = &t;

cout << x << endl;
// affiche 10

cout << &x << endl;
// affiche 0x61ff04

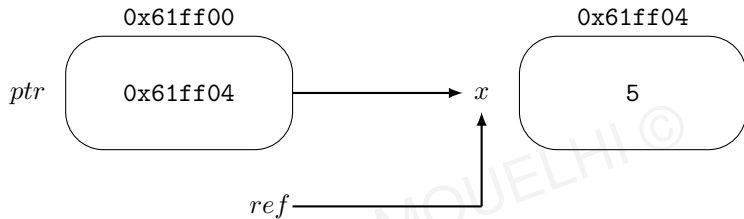
cout << t << endl;
// affiche 10

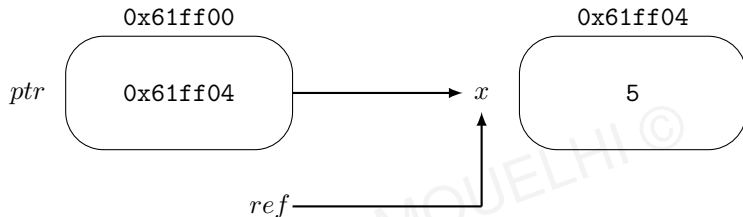
cout << &t << endl;
// affiche 0x61fefc

cout << ptr << endl;
// affiche 0x61ff04

cout << *ptr << endl;
// affiche 10

cout << &ptr << endl;
// affiche 0x61ff00
```





Référence

- Alias d'une variable déjà existante.
- Doit être initialisée à la déclaration.
- Peut référencer un seul objet.
- Ne peut contenir la valeur `NULL`.

Pointeur

- Variable contenant une adresse mémoire.
- Peut être initialisé à la déclaration ou après.
- Peut pointer sur plusieurs objets.
- Peut contenir la valeur `NULL`.

Exercice 1 : sans tester, qu'affiche le programme suivant ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
int *ptr = &c;  
c = b;  
cout << *ptr << endl  
      << c << endl  
      << b << endl  
      << a;
```

Exercice 1 : sans tester, qu'affiche le programme suivant ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
int *ptr = &c;  
c = b;  
cout << *ptr << endl  
      << c << endl  
      << b << endl  
      << a;
```

Réponse

5
5
5
5

C++

Exercice 2 : sans tester, le programme suivant affiche t-il quatre adresses identiques ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
int *ptr = &c;  
c = b;  
cout << ptr << endl  
      << &c << endl  
      << &b << endl  
      << &a;
```


C++

Exercice 2 : sans tester, le programme suivant affiche t-il quatre adresses identiques ?

```
int a(2), b(5);  
int &c = a;  
int *ptr = &c;  
c = b;  
cout << ptr << endl  
      << &c << endl  
      << &b << endl  
      << &a;
```

Réponse

```
0x61ff04  
0x61ff04  
0x61ff00  
0x61ff04
```

Remarque

- Tout pointeur créé avec l'opérateur `new` doit être supprimé avec l'opérateur `delete`, après utilisation.
- Autrement, on aura une fuite de mémoire (**Memory leak**).

© Achref EL

Remarque

- Tout pointeur créé avec l'opérateur `new` doit être supprimé avec l'opérateur `delete`, après utilisation.
- Autrement, on aura une fuite de mémoire (**Memory leak**).

Memory leak (ou fuite de mémoire)

Un espace mémoire réservé mais plus jamais utilisé.

Pour les variables numériques (`int`, `float`...)

- `=` : affectation
- `+` : addition
- `-` : soustraction
- `*` : multiplication
- `/` : division
- `%` : reste de la division

Exercice

Écrire un code **C++** qui

- demande à l'utilisateur de saisir deux entiers a et b
- affiche le résultat de l'équation $a * x + b = 0$

Quelques raccourcis

- $i = i + 1 \Rightarrow i++;$
- $i = i - 1 \Rightarrow i--;$
- $i = i + 2 \Rightarrow i += 2;$
- $i = i - 2 \Rightarrow i -= 2;$

Exemple de post-incrémentation

```
int i = 2;  
int j = i++;  
cout << i << endl; // affiche 3  
cout << j << endl; // affiche 2
```

© Achref EL MOU

C++

Exemple de post-incrémentation

```
int i = 2;  
int j = i++;  
cout << i << endl; // affiche 3  
cout << j << endl; // affiche 2
```

Exemple de pre-incrémentation

```
int i = 2;  
int j = ++i;  
cout << i << endl; // affiche 3  
cout << j << endl; // affiche 3
```


L'opérateur + permet de concaténer deux chaînes de caractère

```
string str1 = "bon";  
string str2 = "jour";  
string concatResult = str1 + str2;  
cout << concatResult << endl;  
// affiche bonjour
```

C++

Opérations sur les `string` (exemple avec une variable `str`)

- `str.length()` : retourne le nombre de caractère de la chaîne `str`.
- `str.find(str2)` : retourne l'indice de la première occurrence de la valeur de `str2` dans `str`, `string::pos` (constante) sinon.
- `str[i]` : retourne le caractère d'indice `i` dans `str`.
- `str.substr(i, j)` : permet d'extraire `j` caractères de `str` à partir de l'indice `i`
- `str.compare(str2)` : permet de comparer `str` à `str2` et retourne 0 en cas d'égalité, 1 si le code ASCII du premier caractère différent de la première chaîne est supérieur à celui de la deuxième chaîne, -1 sinon.
- `str.replace(posI, posF, str2)` : permet de remplacer les caractères situés entre `posI` et `posF` dans `str` par `str2` et retourne la nouvelle chaîne
- ...

C++

Commençons par déclarer la chaîne de caractère suivante

```
string str = "bonjour";
```

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Commençons par déclarer la chaîne de caractère suivante

```
string str = "bonjour";
```

Pour afficher la longueur de la chaîne

```
cout << str.length() << endl;  
// affiche 7
```

C++

Commençons par déclarer la chaîne de caractère suivante

```
string str = "bonjour";
```

Pour afficher la longueur de la chaîne

```
cout << str.length() << endl;  
// affiche 7
```

Pour afficher le caractère d'indice 3 (le premier caractère est d'indice 0)

```
cout << str[3] << endl;  
// affiche j
```

C++

Pour récupérer la position de la première occurrence d'une sous-chaîne dans une chaîne

```
cout << str.find("jour") << endl;  
// affiche 3
```

© Achref EL MOUELHI

C++

Pour récupérer la position de la première occurrence d'une sous-chaîne dans une chaîne

```
cout << str.find("jour") << endl;  
// affiche 3
```

find permet de chercher un caractère

```
cout << str.find('o') << endl;  
// affiche 1
```

C++

Pour récupérer la position de la première occurrence d'une sous-chaîne dans une chaîne

```
cout << str.find("jour") << endl;  
// affiche 3
```

find permet de chercher un caractère

```
cout << str.find('o') << endl;  
// affiche 1
```

Pour extraire une sous-chaîne de 4 caractères à partir de la position 3

```
cout << str.substr(3, 4) << endl;  
// affiche jour
```


Pour comparer deux chaînes de caractères

```
string str = "bonjour";  
string str2 = "bonsoir";  
  
cout << str.compare(str2) << endl;  
// affiche -1 car 'j' < 's'  
  
cout << str2.compare(str) << endl;  
// affiche 1 car 's' > 'j'  
  
cout << str.compare(str) << endl;  
// affiche 0
```

On peut aussi utiliser les opérateurs == et !=

```
cout << (str == str2) << endl;  
// affiche 0  
  
cout << (str2 == str2) << endl;  
// affiche 1  
  
cout << (str != str2) << endl;  
// affiche 1  
  
cout << (str2 != str2) << endl;  
// affiche 0
```

Remarque

D'après la documentation officielle, `operator==` retourne `lhs.compare(rhs) == 0`.

Pour remplacer une sous-chaîne dans une chaîne par une nouvelle sous-chaîne

```
cout << str.replace(3, 2, "soir") << endl;  
// affiche bonsoirur
```

Explication

- on insère la sous-chaîne `soir` dans `str` à partir de la position 3
- les deux premiers caractères dans `str`, à partir de la position 3, seront supprimés
- le reste de la chaîne sera décalé

C++

Un texte entouré par des guillemets déclaré avec le mot-clé `auto` est de type `char *` (pas `string`), donc impossible d'accéder aux caractères ainsi

```
auto str = "bonjour";  
str[0] = 'B';
```

Remarque

- Pour convertir `char *` en `string`, utiliser `string(char *)`
- Pour convertir `string` en `char *`, utiliser `c_str(string)`

C++

Conversion implicite (entre type compatible)

```
short x = 5;  
int y = x;  
cout << y << endl;  
// affiche 5
```

© Achref EL MOU

C++

Conversion implicite (entre type compatible)

```
short x = 5;  
int y = x;  
cout << y << endl;  
// affiche 5
```

Attention au dépassement

```
int x = 50000;  
short y = x;  
cout << y << endl;  
// affiche -15536
```

C++

On peut aussi spécifier le type explicitement

```
double pi = 3.14;  
int x;  
x = int (pi);  
cout << x << endl;  
// affiche 3
```

© Achref EL MOU

C++

On peut aussi spécifier le type explicitement

```
double pi = 3.14;  
int x;  
x = int (pi);  
cout << x << endl;  
// affiche 3
```

Ou aussi

```
double pi = 3.14;  
int x;  
x = (int) pi;  
cout << x << endl;  
// affiche 3
```

C++

Conversion de chaîne de caractère en entier (string to int : stoi)

```
string str = "100";  
int x = stoi(str);  
cout << (x * 20) << endl;  
// affiche 2000
```

© Achref EL MOU

C++

Conversion de chaîne de caractère en entier (string to int : `stoi`)

```
string str = "100";  
int x = stoi(str);  
cout << (x * 20) << endl;  
// affiche 2000
```

Si la chaîne contient un caractère non numérique, on aura l'erreur `std::invalid_argument`

```
string str = "a";  
int x = stoi(str);  
cout << x << endl;
```

Si la chaîne commence par des caractères numériques et ensuite d'autres non numériques, alors pas d'erreur

```
string str = "100a";  
int x = stoi(str);  
cout << x << endl;  
// affiche 100
```

© Achref EL M...

Si la chaîne commence par des caractères numériques et ensuite d'autres non numériques, alors pas d'erreur

```
string str = "100a";  
int x = stoi(str);  
cout << x << endl;  
// affiche 100
```

Si le début est alphabétique et la suite est numérique, on aura aussi l'erreur `std::invalid_argument`

```
string str = "a100";  
int x = stoi(str);  
cout << x << endl;
```

Conversion d'un entier en chaîne de caractères [C++11]

```
int x = 100;  
string s = to_string(x);  
cout << s.length() << endl;  
// affiche 3
```

C++

Conversion d'un caractère en entier

```
char c = '7';  
int x = (int)c - 48;  
cout << x << endl;  
// affiche 7
```

© Achref EL MOU

Conversion d'un caractère en entier

```
char c = '7';  
int x = (int)c - 48;  
cout << x << endl;  
// affiche 7
```

Attention, le code suivant retourne le code ASCII

```
char c = '7';  
int x = (int)c;  
cout << x << endl;  
// affiche 55
```


Conversion d'un entier en caractère

```
int x = 8;  
string s = to_string(x);  
char c = s[0];  
cout << c << endl;  
// affiche 7
```

Librairie `cmath`

= { fonctions mathématiques prédéfinies }

© Achref EL MOU

Librairie `cmath`

= { fonctions mathématiques prédéfinies }

Pour l'utiliser, il faut commencer par l'inclure

```
#include <cmath>
```

Quelques fonctions de `cmath`

- `abs(x)` : retourne la valeur absolue de `x`
- `pow(x, y)` : retourne la `x` puissance `y`
- `max(x, y)` : retourne le max de `x` et `y`
- `min(x, y)` : retourne le min de `x` et `y`
- `sqrt(x)` : retourne la racine carré de `x`
- `floor(x)`, `ceil(x)` et `round(x)` : retournent l'arrondi de `x`
- ...

Exemple avec `sqrt`

```
int x = 9;  
cout << sqrt(x) << endl;  
// affiche 9
```

Exemple avec `floor(x)`, `ceil(x)` **et** `round(x)`

```
cout << round(1.9) << endl; // affiche 2
cout << round(1.5) << endl; // affiche 2
cout << round(1.4) << endl; // affiche 1
cout << ceil(1.9) << endl; // affiche 2
cout << ceil(1.5) << endl; // affiche 2
cout << ceil(1.4) << endl; // affiche 2
cout << floor(1.9) << endl; // affiche 1
cout << floor(1.5) << endl; // affiche 1
cout << floor(1.4) << endl; // affiche 1
```

La librairie `typeinfo`

elle permet de déterminer le type d'une valeur

© Achref EL MOU

La librairie `typeinfo`

elle permet de déterminer le type d'une valeur

Il faut commencer par l'inclure

```
#include <typeinfo>
```


Exemple avec types différents

```
int i = 7;
string str = "bonjour";

cout << (typeid(i).name() == typeid(int).name()) << endl;
// affiche 1

cout << (typeid(str).name() == typeid(string).name()) << endl;
// affiche 1

cout << (typeid(i).name() == typeid(string).name()) << endl;
// affiche 0

cout << (typeid(2).name() == typeid(int).name()) << endl;
// affiche 1

cout << (typeid(2).name() == typeid(float).name()) << endl;
// affiche 0
```

Constante ?

- Élément qui ne peut changer de valeur
- Déclaré avec les mot-clé `const` ou `#define`

© Achref EL MOUELHI

Constante ?

- Élément qui ne peut changer de valeur
- Déclaré avec les mot-clé `const` ou `#define`

Déclaration d'une constante

```
const double PI = 3.1415;
```

Constante ?

- Élément qui ne peut changer de valeur
- Déclaré avec les mot-clé `const` ou `#define`

Déclaration d'une constante

```
const double PI = 3.1415;
```

L'instruction déclenche l'erreur suivante : **error : assignment of read-only variable 'pi'**

```
PI = 5;
```

Dans le contexte global, la déclaration pourrait être simplifiée ainsi

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

#define PI 3.1415

int main()
{

    cout << PI;
    // affiche 3.1415
    return 0;
}
```

Exécuter si une condition est vraie

```
if (condition)
{
    ...
}
```

C++

Exemple

```
int x = 3;  
if (x > 0)  
{  
    cout << x << " est strictement positif" << endl;  
}
```

© Achref

Exemple

```
int x = 3;  
if (x > 0)  
{  
    cout << x << " est strictement positif" << endl;  
}
```

Pour les conditions, on utilise les fonctions ou les opérateurs de comparaisons

Opérateurs de comparaison

- `==` : pour tester l'égalité
- `!=` : pour tester l'inégalité
- `>` : supérieur à
- `<` : inférieur à
- `>=` : supérieur ou égal à
- `<=` : inférieur ou égal à

Opérateurs de comparaison

- `==` : pour tester l'égalité
- `!=` : pour tester l'inégalité
- `>` : supérieur à
- `<` : inférieur à
- `>=` : supérieur ou égal à
- `<=` : inférieur ou égal à

En **C++**, on ne peut comparer deux valeurs de type incompatible.

Exercice

Écrire un code **C++** qui demande à l'utilisateur de saisir un entier positif et qui affiche ensuite sa parité (sans `else`).

Exécuter un premier bloc si une condition est vraie, un deuxième sinon (le bloc `else`)

```
if (condition)
{
    ...
}
else
{
    ...
}
```

Exemple

```
int x = 3;

if (x > 0)
{
    cout << x << " est strictement positif" << endl;
}
else
{
    cout << x << " est strictement négatif ou nul" << endl;
}
```

Exercice

Écrire un programme **C++** qui permet de déterminer si une chaîne de caractères saisie par l'utilisateur contient un nombre pair ou impair de caractères.

C++

Exécuter un premier bloc si une condition est vraie, un deuxième sinon (voire un troisième ... nième)

```
if (condition1)
{
    ...
}
else if (condition2)
{
    ...
}
...
else
{
    ...
}
```

C++

Exemple

```
int x = -3;

if (x > 0)
{
    cout << x << " est strictement positif" << endl;
}
else if (x < 0)
{
    cout << x << " est strictement négatif" << endl;
}
else
{
    cout << x << " est nul" << endl;
}
```


C++

Exemple

```
int x = -3;

if (x > 0)
{
    cout << x << " est strictement positif" << endl;
}
else if (x < 0)
{
    cout << x << " est strictement négatif" << endl;
}
else
{
    cout << x << " est nul" << endl;
}
```

On peut tester plusieurs conditions à la fois en utilisant les opérateurs logiques.

Exercice

Écrire un code **C++** qui

- demande à l'utilisateur de saisir trois entiers a , b et c
- affiche le résultat de l'équation $ax^2 + bx + c = 0$.

On peut tester plusieurs conditions à la fois en utilisant les opérateurs logiques.

© Achref EL MOUELHI ©

On peut tester plusieurs conditions à la fois en utilisant les opérateurs logiques.

Opérateurs logiques

- `&&` : et
- `||` : ou
- `!` : non
- `^` : ou exclusif

Tester plusieurs conditions

```
if (condition1 && !condition2 || condition3)
{
    ...
}
[else ...]
```

Exercice 1

Écrire un code **C++** qui

- demande à l'utilisateur de saisir une année (un entier),
- affiche si l'année saisie est bissextile (voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Ann%C3%A9e_bissextile).

Exercice 2

Écrire un code **C++** qui

- demande à l'utilisateur de saisir deux entiers *a* et *b* différents de zéro,
- affiche le signe du résultat de la multiplication sans calculer le produit.

Exercice 3

Écrire un code **C++** qui

- demande à l'utilisateur de saisir deux entiers a et b ,
- détermine et affiche si le résultat de l'addition (sans calculer la somme) est pair ou impair.

L'opérateur ternaire (Elvis Operator) est supporté par C++

```
condition ? traitementsSiConditionVraie : traitementsSiConditionFausse;
```

© Achref EL MOUELHI

L'opérateur ternaire (Elvis Operator) est supporté par C++

```
condition ? traitementsSiConditionVraie : traitementsSiConditionFausse;
```

Exemple

```
int z {2};  
string b = z % 2 == 0 ? "pair" : "impair";  
cout << b << endl;  
// affiche pair
```

Structure conditionnelle `switch` : syntaxe

```
switch (nomVariable)
{
    case constante-1:
        groupe-instructions-1;
        break;
    case constante-2:
        groupe-instructions-2;
        break;
    ...
    case constante-N:
        groupe-instructions-N;
        break;
    default:
        groupe-instructions-par-défaut;
}
```

Remarques

- Le `switch` permet **seulement** de tester l'égalité.
- Le `break` permet de quitter le `switch` une fois le bloc `case` est vérifié.
- Le `break` nous évite d'entourer le bloc d'instructions de `case` par des `{ }` \Rightarrow possibilité de regrouper plusieurs `case`.
- Le bloc `default` est facultatif, il sera exécuté si la valeur de la variable ne correspond à aucune constante de `case`.
- En **C++**, la variable de `switch` doit être de type entier.

Structure conditionnelle `switch` : exemple

```
int x = 2;
switch (x)
{
    case 1:
        cout << "un" << endl;
        break;
    case 2:
        cout << "deux" << endl;
        break;
    case 3:
        cout << "trois" << endl;
        break;
    default:
        cout << "autre" << endl;
}

// affiche deux
```

En l'absence du `break`, le `case` suivant sera aussi exécuté

```
int x = 2;
switch (x)
{
    case 1:
        cout << "un" << endl;
        break;
    case 2:
        cout << "deux" << endl;
    case 3:
        cout << "trois" << endl;
        break;
    default:
        cout << "autre" << endl;
}

// affiche deux trois
```

C++

Exemple avec regroupement de case

```
int x = 5;
switch (x)
{
    case 1:
    case 2:
    case 3:
        cout << "un, deux ou trois" << endl;
        break;
    case 4:
        cout << "quatre" << endl;
        break;
    case 5:
    case 6:
        cout << "cinq ou six" << endl;
        break;
    default:
        cout << "autre" << endl;
}

// affiche cinq ou six
```

Exercice

Écrire un programme qui demande à l'utilisateur de saisir l'indice d'un mois (entier compris entre 1 et 12) et qui retourne le nombre de jours de ce mois

- si l'entier est égal à 1, 3, 5, 7, 8, 10 ou 12 le programme affiche 31
- sinon si l'entier est égal à 4, 6, 9 ou 11 le programme affiche 30
- sinon si l'entier est égal à 2, le programme demande à l'utilisateur de saisir l'année et lui retourne 29 si l'année est bissextile, 28 sinon (voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Ann%C3%A9e_bissextile)
- pour toute autre valeur, le programme affiche une erreur

Boucle `while` : à chaque itération on teste si la condition est vraie avant d'accéder aux traitements

```
while (condition[s]) {  
    ...  
}
```

© Achref EL

Boucle `while` : à chaque itération on teste si la condition est vraie avant d'accéder aux traitements

```
while (condition[s]) {  
    ...  
}
```

Attention aux boucles infinies, vérifier que la condition d'arrêt sera bien atteinte après un certain nombre d'itérations.

C++

Exemple

```
auto i = 0;
while (i < 5) {
    cout << i << endl;
    i++;
}
```

© Achref EL MOU

C++

Exemple

```
auto i = 0;
while (i < 5) {
    cout << i << endl;
    i++;
}
```

Le résultat est

```
0
1
2
3
4
```

Étant donnée la chaîne de caractères suivante

```
string maChaine = "hello les holoulos";
```

© Achref EL MOUELTAM

Étant donnée la chaîne de caractères suivante

```
string maChaine = "hello les holoulos";
```

Exercice

Écrire un code **C++** qui permet de remplacer chaque caractère d'indice impair dans `$ma_chaine` par son équivalent en majuscule.

C++

Solution

```
int i = 0;
while (i < maChaine.length())
{
    maChaine[i] = (maChaine[i] - 32);
    i += 2;
}
cout << maChaine << endl;
```

La Boucle `do ... while` **exécute le bloc au moins une fois ensuite elle vérifie la condition**

```
do {  
    ...  
}  
while (condition[s]);
```

© Achref

La Boucle `do ... while` **exécute le bloc au moins une fois ensuite elle vérifie la condition**

```
do {  
    ...  
}  
while (condition[s]);
```

Attention aux boucles infinies, vérifier que la condition d'arrêt sera bien atteinte après un certain nombre d'itérations.

C++

Exemple

```
auto i = 0;  
do {  
    cout << i << endl;  
    i++;  
} while (i < 5);
```

© Achref EL MOU

C++

Exemple

```
auto i = 0;  
do {  
    cout << i << endl;  
    i++;  
} while (i < 5);
```

Le résultat est

```
0  
1  
2  
3  
4
```

Boucle `for`

```
for (initialisation; condition[s]; incrémentation) {  
    ...  
}
```

© Achref EL M...

Boucle `for`

```
for (initialisation; condition[s]; incrémentation) {  
    ...  
}
```

Attention aux boucles infinies si vous modifiez la valeur du compteur à l'intérieur de la boucle.

C++

Exemple

```
for (auto i = 0; i < 5; i++) {  
    cout << i << endl;  
}
```

© Achref EL MOUËL

C++

Exemple

```
for (auto i = 0; i < 5; i++) {  
    cout << i << endl;  
}
```

Le résultat est

```
0  
1  
2  
3  
4
```

C++

Exercice

Écrire un code **C++** qui permet d'afficher les nombres pairs compris entre 0 et 10.

© Achref EL MOUELHI ©

C++

Exercice

Écrire un code **C++** qui permet d'afficher les nombres pairs compris entre 0 et 10.

Première solution

```
for (auto i = 0; i < 10; i++) {  
    if (i % 2 == 0) {  
        cout << i << endl;  
    }  
}
```

C++

Exercice

Écrire un code **C++** qui permet d'afficher les nombres pairs compris entre 0 et 10.

Première solution

```
for (auto i = 0; i < 10; i++) {  
    if (i % 2 == 0) {  
        cout << i << endl;  
    }  
}
```

Deuxième solution

```
for (auto i = 0; i < 10; i += 2) {  
    cout << i << endl;  
}
```

Étant donnée la chaîne de caractères suivante

```
string maChaine = "Une première phrase. Et voici une  
deuxième.";
```

© Achref EL MOUËZ

Étant donnée la chaîne de caractères suivante

```
string maChaine = "Une première phrase. Et voici une  
deuxième.";
```

Exercice

Écrire un code **C++** qui permet de compter le nombre de mots et de phrases dans `maChaine`.

Remarques

Dans ces structures itératives, on peut utiliser :

- `break` : pour quitter la boucle
- `continue` : pour ignorer l'itération courante
- `goto` : pour renvoyer vers un label.

C++

Exemple avec `break`

```
int j = 5;
do
{
    cout << j << endl;
    if (j == 3)
    {
        break;
    }
    j--;
} while (j > 0);
```

C++

Exemple avec `break`

```
int j = 5;
do
{
    cout << j << endl;
    if (j == 3)
    {
        break;
    }
    j--;
} while (j > 0);
```

Résultat

```
5
4
3
```

C++

Considérons le code suivant

```
for (int i = 0; i < 5; i++)  
{  
    for (int j = 0; j < i + 1; j++)  
    {  
        cout << "*";  
    }  
    cout << endl;  
}
```

© Achret L

C++

Considérons le code suivant

```
for (int i = 0; i < 5; i++)  
{  
    for (int j = 0; j < i + 1; j++)  
    {  
        cout << "*";  
    }  
    cout << endl;  
}
```

Résultat

```
*  
**  
***  
****  
*****
```

C++

Si nous voulions ajouter une condition avec un `break`, dans le deuxième `for`, qui permet de quitter les deux boucles

```
int limit = 6, compteur = 0;
for (int i = 0; i < 5; i++)
{
    for (int j = 0; j < i + 1; j++)
    {
        cout << "*";
        compteur++;
        if (compteur == limit)
        {
            break;
        }
    }
    cout << endl;
}
```

Problème

Malheureusement, le résultat reste inchangé car le `break` permet de quitter seulement la deuxième boucle.

© Achref EL M...

Problème

Malheureusement, le résultat reste inchangé car le `break` permet de quitter seulement la deuxième boucle.

Solution

Définir un label et utiliser `goto`.

C++

Solution avec goto

```
int limit = 6, compteur = 0;
for (int i = 0; i < 5; i++)
{
    for (int j = 0; j < i + 1; j++)
    {
        cout << "*";
        compteur++;
        if (compteur == limit)
        {
            goto exit;
        }
    }
    cout << endl;
}
exit : return 0;
```

C++

Exemple avec `continue`

```
int j = 5;
while (j > 0)
{
    if (j == 3)
    {
        j--;
        continue;
    }
    j--;
    cout << j << endl;
}
```

C++

Exemple avec `continue`

```
int j = 5;
while (j > 0)
{
    if (j == 3)
    {
        j--;
        continue;
    }
    j--;
    cout << j << endl;
}
```

Résultat

```
4
3
1
0
```

Remarque

`break`, `goto` et `continue` rendent le code difficile à lire, à l'exception de l'utilisation de `break` dans `switch`, ils ne doivent pas être utilisés.