ISEN
ALL IS DIGITAL!
LILLE

yncréa

CIR²

Le Langage C++

Introduction

Pascal MOSBAH & Nacim IHADDADENE

Introduction

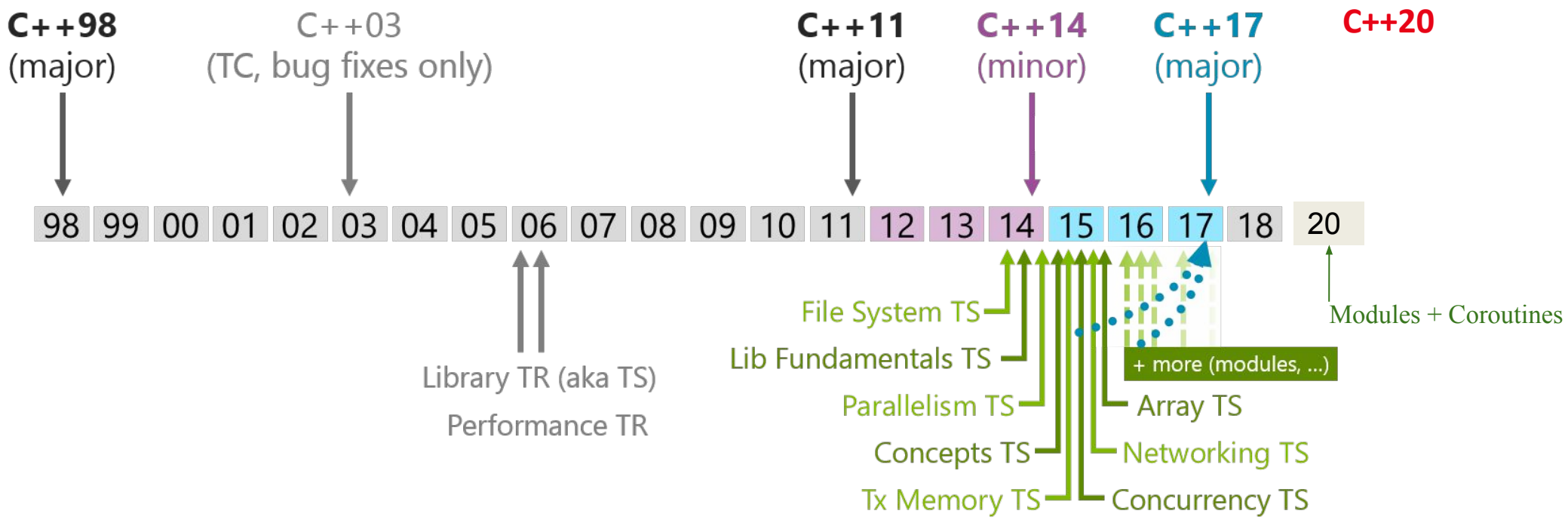
- Première version début des années 80.
- Proposé par Bjarne Stroustrup (AT&T Lab).

- Présenté comme une extension du langage C, avec:
  - Des améliorations syntaxiques (nouveaux types, opérateurs et mots clés)
  - Introduction de la Programmation Orienté Objet

- Le nom original était "C with classes".

C++ : Les révisions et les standards

- Le C++ est régulièrement révisé.
- Certaines implémentations sont toujours en cours.



Source : https://isocpp.org/std/status

Quelques nouveautés et améliorations syntaxiques

- Le type bool
- Les mots clés auto et decltype
- Le mot clé const
- Les Références
- La surcharge des fonctions
- Valeurs d'arguments par défaut
- Manipulation des flux avec << et >>
- Désallocation mémoire avec new et delete
- Les *Namespaces* et l'opérateur de portée ::

… Avant d'aborder la **P**rogrammation **O**rientée **O**bjet

La compilation

- Extensions :

  .h (headers) pour les fichiers entêtes
  .cpp pour le code source

- La fonction main() doit retourner un int
- Compilateur : **g++** (sous Linux ou environnements minGW ou cygwin).
  L'option -std=c++17 doit être éventuellement ajoutée pour le standard C++17 :

```
g++ -std=c++17 filename.cpp
```

- GCC (dans ses versions récentes) implémente au moins la version standard ISO C++14

- Pour suivre le développement ?? Aller sur
  https://gcc.gnu.org/projects/cxx-status.html

Les commentaires de ligne

En plus des commentaires /* */, le C++ permet l'usage des commentaire de ligne.

Les commentaires de ligne vont du symbole // à la fin de la ligne.

```
// variables initialization
i=0; // row counter
j=0; // column counter
```

Ils peuvent aussi être utilisé dans les directives de compilation

```
#define sq(x) (x*x)  // computes the square of x
```

ISEN
ALL IS DIGITAL!
LILLE

yncréa

Ajouts syntaxiques C++

Les variables

Le type bool

- C < 99
  - Pas de support des booléens
- C > 99
  - Définis dans stdbool.h
  - Basé sur un type int et des macros TRUE et FALSE (TRUE si différent de zéro)
- C++
  - Mots clés bool, true et false
  - Conversion automatique à partir des autres types
  - Généralement stocké sur un octet (en fonction des systèmes)

Le type bool

```
bool b;
int i;

b = true;
i = b;          // i = 1

b = false;
i = b;          // i = 0

i = 3;
b = i;          // b = true

i = -2;
b = i;          // b = true

i = 0;
b = i;          // b = false
```

La declaration de variables

- Les variables locales peuvent être déclarées n'importe où dans un bloc.
- Un bloc est un ensemble d'instructions entouré de { et }.
- Les blocs anonymes (non liés à une fonction ou une boucle) sont syntaxiquement corrects
- La portée (et la vie) de la variable s'arrête à la fin du bloc.

La declaration de variables : exemple

```c
#include <stdio.h>   // for printf

int main(){
    int start = 4;

    start++;

    int end = 10;

    for(int i = start; i < end; i++){
        int k = i/2;
        printf("%d\n", k);
    }

    int j = k;

    printf("%d\n", j);

    return 0;
}
```

La variable k est utilisée en dehors de sa portée (compilation error : ‘k’ was not declared in this scope)

Le mot clé const

- Le mot clé const a plusieurs utilisations. L'une d'entre elles est la déclaration de constantes (ou variables protégées contre la modification) .
- La valeur d'une variable constante est donnée à la déclaration de cette variable.
- Les tentatives de modification génèrent des erreurs de compilation.
- Exemple :

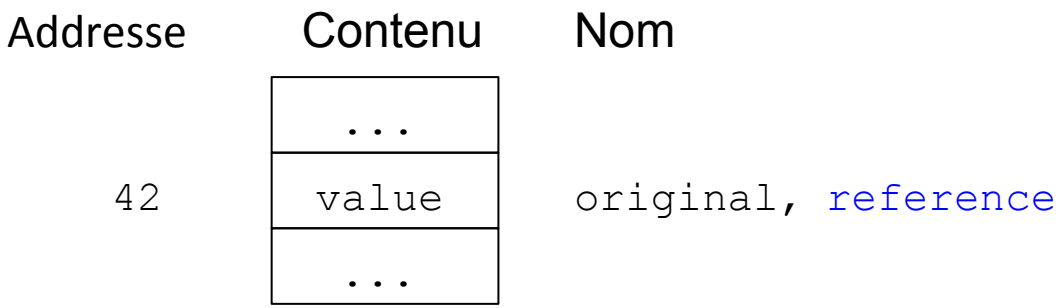
```
const int i = 1;   // OK

i++;    /* compilation error
         *error: increment of read-only variable 'i' */
```

Les références

- Une référence peut être vu comme un alias (d'une autre variable).
- Le symbole & est utilisé (placé entre le type et le nom de la référence).
- Une référence est initialisée à sa déclaration (référence à quel variable ??).
- La variable originale et sa référence pointent la même zone mémoire.
- Une amélioration syntaxique pour réduire l'usage des pointeurs.

```
variable_type original = value;
variable_type& reference = original;
```



Les références : exemples

Ecriture simplifiée en utilisant des références

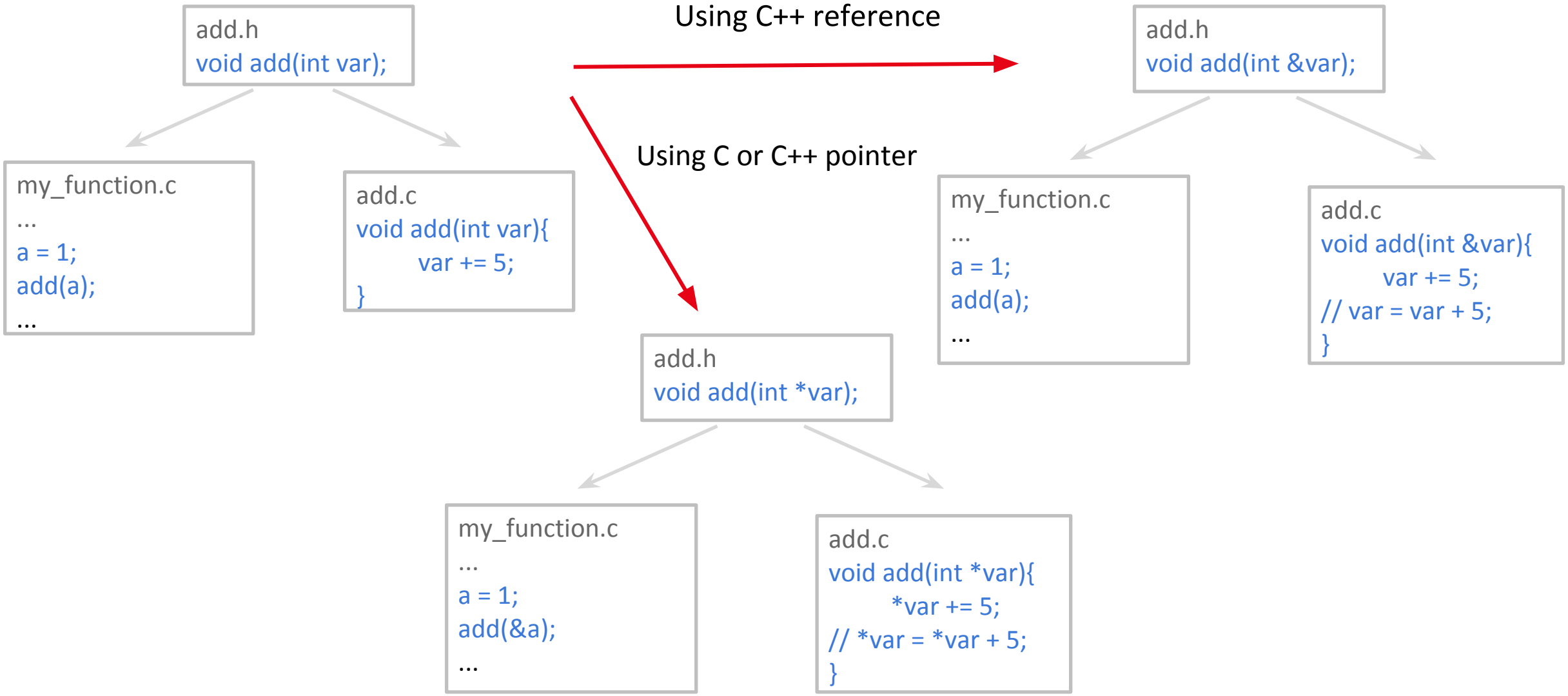
```
#include <stdio.h>
int main(){
        int i = 1;
        int *ptr = &i;
        int &ref = i;
        printf("i: %p, ref: %p, ptr: %p\n", (void *) &i, (void *) &ref, (void *) ptr);

        printf("i: %d, ref: %d, ptr: %d\n", i, ref, *ptr);
        i++;
        printf("i: %d, ref: %d, ptr: %d\n", i, ref, *ptr);
        ref++;
        printf("i: %d, ref: %d, ptr: %d\n", i, ref, *ptr);
        (*ptr)++;
        printf("i: %d, ref: %d, ptr: %d\n", i, ref, *ptr);
        return 0;
}
```

```
i: 0x7fff3152acf4, ref: 0x7fff3152acf4,
 ptr: 0x7fff3152acf4

i: 1, ref: 1, ptr: 1
i: 2, ref: 2, ptr: 2
i: 3, ref: 3, ptr: 3
i: 4, ref: 4, ptr: 4
```

Les références : exemples (passage de paramètres)



Passage d'arguments par référence

- En plus du passage par copie et du passage par adresse, le C++ permet de passer des paramètres par référence (en utilisant le symbole &).
- Un paramètre passé par référence peut modifier la variable originale (référencée).
- Placer le mot clé const devant le paramètre pour empêcher sa modification.
- L'usage des référence permet de lier les performances du passage par adresse au confort et la facilité d'écriture du passage par copie
- Il est aussi possible de retourner des variables par référence.

```
// declaration
return_type function_name(arg1_type&, arg1_type&, ...);

// appel
function_name(arg1, arg2, ...); // aucun symbole lors de l'appel
```

Le mot clé auto

- Détection automatique du type de la variable (Depuis C++11)

```
auto i = 0;          // i is int
auto j = 2 + 3;      // j is int
auto d = 3.14;       // d is a double
auto f = 0.0f;       // f is a float
```

Le mot clé decltype

- Introduit dans la norme C++11
- Ce mot clé signifie : le même type que …
- Le type est déduit automatiquement à partir d'un autre type ou d'une expression
- Exemple :

```
int d = 5;
float pi = 3.14;
//x is the type you get when you multiply
decltype(d*pi) x = d*pi;
```

Les autres exemples d'usage seront discutés ultérieurement.

ISEN
ALL IS DIGITAL!
LILLE

yncréa

Les nouveautés syntaxiques

Les fonctions

La surcharge de functions (Function Overloading)

- En C, les fonctions doivent avoir des noms différents.
- En C++:
  - Les fonctions peuvent avoir le même nom (dans le même espace) à conditions d'avoir des paramètres qui diffèrent en **types** ou en **nombre** (polymorphisme)
  - Lors de l'exécution, le compilateur sélectionne la fonction adéquate en comparant la liste d'arguments passés avec la liste des paramètres de chaque fonction surchargée.

La surcharge de functions (Function Overloading)

- Exemple : Déclaration des fonctions - overloaded_print.h

```
void print_params(int i1, int i2);
void print_params(int i, float f);
void print_params(float f);
```

```
int print_params(int i1, int i2);
```

Ambiguïté / Erreur de compilation
(différent par le type de retour de la fonction)

La surcharge de functions (Function Overloading)

- Définition des fonctions - overloaded_print.cpp

```
#include <stdio.h>

void print_params(int i1, int i2){
    printf("Parameters: integer %d and integer %d\n", i1, i2);
}


void print_params(int i, float f){
    printf("Parameters: integer %d and float %f\n", i, f);
}


void print_params(float f){
    printf("Parameter: float %f\n", f)
}
```

La surcharge de functions (Function Overloading)

- Exemple d'appels – test.cpp

```
#include "overloaded_print.h"

int main(){
    int i1 = 1;
    int i2 = 2;
    float f = 3.0f;

    print_params(i1, i2);

    print_params(i1, f);

    print_params(f);

    return 0;
}
```

Fonctions: arguments par défaut

- Un argument par défaut : une valeur spécifique utilisée par défaut si la valeur d'un paramètre n'est pas fournie lors de l'appel.
- Les arguments par défaut sont obligatoirement placés en dernier dans la liste des paramètres de la fonction.
- Ils peuvent être spécifiés dans la déclaration de la fonction ou dans sa définition, mais pas dans les deux.

```
int increment(int i, int step = 1);          ✔

int increment(int i = 0, int step = 1);      ✔

int increment(int i = 0, int step);          ✗
```

Mixer la surcharge et les arguments par défaut

- L'utilisation des arguments par défaut dans les fonctions surchargées peut générer des ambiguïtés.
- La règle est simple : toutes les versions induites par les arguments par défaut ainsi que les différentes surcharges de fonction ne doivent pas être en conflit.
- Exemple.

```
void increment(int i, int step = 1){}
void increment(int i, float step = 1.f){}
void increment(float step, int i = 1){}

int main(){

    increment(1,1);     ✔
    increment(1,1.f);   ✔
    increment(1);       ✗
    increment(1.f);     ✔
}
```

ISEN
ALL IS DIGITAL!
LILLE

yncréa

Ajouts syntaxiques C++

Les entrées sorties standards

Entrées/Sorties standards

- Les entrées/sorties standards du C peuvent toujours être utilisées.

En C

```
#include <stdio.h>
stdin, stdout, stderr
printf, scanf, …
```

En C++

```
#include <iostream>
std::cin, std::cout, std::cerr,
les opérateurs << et >>
```

Exemple 1

C

```c
#include <stdio.h>

int main(){
   int i = 1;
   printf("i is %d\n", i);
   return 0;
}
```

C++

```cpp
#include <iostream>
int main(){
 int i = 1;
 std::cout << "i is " << i << std::endl;
 return 0;
} (1)
```

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;
int main(){
 int i = 1;
 cout << "i is " << i << endl;
 return 0;
} (2)
```

```cpp
#include <iostream>
using std::cout;
using std::endl;
int main(){
 int i = 1;
 cout << "i is " << i << endl;
 return 0;
} (3)
```

Exemple 2

C

```c
#include <stdio.h>

int main(){
 int i = 1;
 float f = 1.f;
 scanf("%d\n", &i);
 scanf("%f\n", &f);
 return 0;
}
```

C++

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

int main(){
 int i = 1;
 float f = 1.f;
 cin >> i;
 cin >> f;
 return 0;
}
```

Les fichiers

- `#include <fstream>`
- Types prédéfinis : ftream, iftream, oftream, …
- Des modes d'accès (qui peuvent être combinés avec |):

```
ios::in
ios::out
ios::app
ios::trunc
ios::binary
```

- Des méthodes pour manipuler les fichier :

```
Open(), close(), is_open(), eof(), read(), write(), getline(), ...
```

- Les flux fichiers sont compatibles avec les opérateurs << et >>.

Les fichiers : écriture dans un fichier

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

int main(){
    ofstream file; // or fstream file; ofstream, fstream are classes
    char filename[] = "example.txt";
    file.open(filename); // or file.open(filename, ios::out );

    if(file.is_open()){
        file << "First line" << endl;
        file << "Second line" << "\n";
        file.close();
    } else {
       cout << "The file " << filename <<" cannot be opened"<<endl;
    }

    return 0;
}
```

Les fichiers : lecture à partir d'un fichier

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>

using namespace std;
int main(){
	char buffer[100];
	string cpp_buffer; //string is a c++ class
	ifstream file;
	file.open("example.txt");
	if(file.is_open()){
		while(!file.eof()){
			file.getline(buffer, 100);
		  //	getline(file, cpp_buffer);
			cout << buffer << endl;
		  //	cout << cpp_buffer << endl;
		}
	}
	file.close();
	return 0;
}
```

ISEN
ALL IS DIGITAL!
LILLE

yncréa

Ajouts syntaxiques C++

La mémoire

(Dés)Allocation de la mémoire

En C

```
#include <stdlib.h>
malloc(), calloc(), realloc(), free()
```

En C++

Rien à inclure

Les operateurs new et delete

⚠ Ne pas mixer les functions et les opérateurs C/C++

Exemples

```
int* i = new int;          /* allocates 1 int, left uninitialized */
int* j = new int();        /* equivalent syntax */
int* k = new int(3);       /* allocates 1 int, and initializes it to 3 */
float* f1 = new float[2];     /* allocates 2 floats, left uninitialized */
delete i, j, k;
delete[] f1;
```

ISEN
ALL IS DIGITAL!
LILLE

yncréa

Nouveautés syntaxiques C++

Les espaces de noms (Namespaces)

L'opérateur de résolution de portée ::

- Syntaxe :

```
scope::variable
```

- `Scope` peut être
  - Vide (variables globales)
  - Un espace de nom
  - Le nom d'une classe
  - …

- Exemples

Les espaces de noms : Namespaces

- Définissent un contexte
- Réduisent les problèmes de conflits de noms
- Similaires au *packages* dans d'autres langages
- Les mots clés namespace et using sont utilisés pour déclarer des espaces de noms ou de les utiliser dans un programme.

Déclaration

```
namespace mynamespace{
   /* identifiers here */

}
```

Utilisation

```
mynamespace::identifier
or
using mynamespace::identifier
```

Utilisation du contexte

```
using namespace mynamespace;
```

Namespaces : Exemple

```
namespace f2{
   int factor = 2;

   int mult(int i){ return i*factor; }
}


namespace f4{
   float factor = 4.0;

   float mult(int i){ return i*factor; }
}
```

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


int main(){
   int i = 3;

   i = f2::mult(i);
   cout << "i = " << i << endl;

   i = f4::mult(i);
   cout << "i = " << i << endl;

   i = f2::factor;
   cout << "i = " << i << endl;
}
```