

# Chapitre 2 : Les bases du C, partie 1

## Construction et maintenance de logiciels

Guy Francoeur

basé sur les travaux d'Alexandre Blondin Massé, professeur

29 avril 2019

**UQÀM** | **Département d'informatique**

# Table des matières

1. Le langage C
2. Makefiles
3. Développer sous Git
4. Variables et constantes
5. Structures de contrôle

# Table des matières

1. Le langage C
2. Makefiles
3. Développer sous Git
4. Variables et constantes
5. Structures de contrôle

- ▶ **Années 70.** Naissance du langage C, créé par **Ritchie** et **Kernighan**.
- ▶ Origine liée au système Unix (90% écrit en C).
- ▶ **1978** Publication du livre **The C Programming Language**, par Kernighan et Ritchie. On appelle cette première version le **C K & R**.
- ▶ **1983** ANSI forme un comité dont l'objectif est la **normalisation** du langage C.
- ▶ **1989** Apparition de la norme **ANSI-C**. Cette seconde version est appelée **C ANSI**.

# Utilisation du langage C

- ▶ Langage d'implémentation de certains **systèmes d'exploitation** (**Unix** et dérivés) :
  - ▶ Près du **langage machine**;
  - ▶ Pointeurs **typés** mais **non contrôlés**;
- ▶ Adapté aux **petits programmes** et aux **bibliothèques** :
  - ▶ **Efficacité** du code généré;
  - ▶ Compilation **séparée**;
- ▶ Langage peu utilisé pour les applications de **grande envergure** :
  - ▶ Approche archaïque de la **modularité**;
  - ▶ Typage **laxiste**.

## Caractéristiques du langage C (1/2)

- ▶ Langage **structuré**, conçu pour traiter les tâches d'un programme en les mettant dans des **blocs**;
- ▶ Il produit des programmes **efficaces** : il possède les mêmes possibilités de contrôle de la machine que le langage **assembleur** et il génère un code **compact et rapide**;
- ▶ C'est un langage **déclaratif**. Normalement, tout objet C doit être **déclaré** avant d'être utilisé. S'il ne l'est pas, il est considéré comme étant du type **entier**;
- ▶ La syntaxe est très **flexible** : la mise en page (indentation, espacement) est très libre, ce qui doit être exploité **adéquatement** pour rendre les programmes **lisibles**.

## Caractéristiques du langage C (1/2)

- ▶ Le langage C est **modulaire**. On peut donc découper une application (logiciel) en modules qui peuvent être compilés **séparément**. Il est également possible de regrouper des programmes en **librairie**;
- ▶ Il est **flexible**. Peu de **vérifications** et d'**interdits**, hormis la syntaxe. Malheureusement, dans certains cas, ceci entraîne des problèmes de **lisibilités majeurs** et de **mauvaises habitudes de programmation**;
- ▶ C'est un langage **transportable**. Les **entrées/sorties**, les **fonctions mathématiques** et les fonctions de **manipulation de chaînes de caractères** sont réunies dans des bibliothèques, parfois **externes** au langage (dans le cas des entrées/sorties par exemple).

# Exemple de programme C

```
1 // hello.c
2 #include <stdio.h> //printf()
3
4 int main(int argc, char *argv[]) {
5     printf("Bonjour le monde.");
6
7     return 0;
8 }
```



# Exemple de programme C

```
1 // Directives au preprocesseur
2 #include <stdio.h>
3 #define DEBUT -2
4 #define FIN 10
5 #define MSG "Programme de demonstration\n"
6
7 // Prototypes de fonctions
8 int carre(int x);
9 int cube(int x);
10
11 // Fonction main
12 int main() {
13     int i;
14     printf(MSG);
15     for (i = DEBUT; i <= FIN; i++) {
16         printf("%d carre: %d cube: %d\n", i, carre(i), cube(i));
17     }
18     return 0;
19 }
20
21 // Implementation
22 int cube(int x) {
23     return x * carre(x);
24 }
25
26 int carre(int x) {
27     return x * x;
28 }
```

1. **Édition** du programme source à l'aide d'un **éditeur de texte** ou d'un **environnement de développement**.  
L'extension du fichier est **.c**.
2. **Compilation** du programme source, traduction du langage C en **langage machine**. Le compilateur indique les **erreurs de syntaxe**, mais ignore les **fonctions** et les **bibliothèques** appelées par le programme. Le compilateur génère un fichier avec l'extension **.o**.
3. **Édition de liens**. Le code machine de différents fichiers **.o** est assemblé pour former un fichier **binaire**. Le résultat porte l'extension **.out** (sous Unix) ou **.exe** (sous Windows).
4. **Exécution du programme**. Soit en **ligne de commande** ou en **double-cliquant** sur l'icône du fichier binaire.

## Exemple de compilation (1/2)

- ▶ Reprenons le fichier **exemple.c**
- ▶ On peut directement le **compiler** en exécutable :

```
$ gcc exemple.c
```

ce qui produit le fichier **a.out**.

- ▶ Puis ensuite, on l'**exécute** :

```
$ ./a.out
```

Programme de démonstration

-2 carré: 4 cube: -8

-1 carré: 1 cube: -1

0 carré: 0 cube: 0

1 carré: 1 cube: 1

2 carré: 4 cube: 8

## Exemple de compilation (2/2)

- ▶ En général, on compile en **deux étapes**;
- ▶ D'abord, de **.c** vers **.o** :

```
$ gcc -c exemple.c
```

ce qui produit le fichier **compilé** (objet) **exemple.o**.

- ▶ Puis ensuite, la commande

```
$ gcc -o exemple exemple.o
```

produit un fichier **exécutable** nommé **exemple**.

- ▶ Il s'exécute simplement en entrant

```
$ ./exemple
```

# Table des matières

1. Le langage C
2. Makefiles
3. Développer sous Git
4. Variables et constantes
5. Structures de contrôle

- ▶ On a vu un peu plus tôt les **deux étapes** pour créer un **exécutable en C** :

- ▶ On compile le fichier **.c** en un fichier **.o**;

```
$ gcc -c exemple.c
```

- ▶ On lie les fichiers **.o** en un seul fichier **exécutable**.

```
$ gcc -o exemple exemple.o
```

- ▶ **Problème** : Il est **long** de relancer la compilation **chaque fois** qu'on apporte une modification au fichier **source**.
- ▶ **Solution** : Utilisation d'un **Makefile**.

- ▶ Existent depuis la fin des **années '70**.
- ▶ Gèrent les **dépendances** entre les différentes composantes d'un programme;
- ▶ Automatisent la **compilation** en **minimisant** le nombre d'étapes;
- ▶ Malgré qu'ils soient **archaïques**, ils sont encore **très utilisés** (et le seront sans doute pour **très longtemps** encore);
- ▶ Certaines **limitations** des Makefiles sont corrigées par des outils comme **Autoconf** et **CMake**;
- ▶ Sa simplicité est probablement sa plus grande force.

# Exemple


- ▶ Un **Makefile** pour automatiser la compilation d'**exemple.c** :

```
1  exemple: exemple.o
2      gcc -o exemple exemple.o
3
4  exemple.o: exemple.c
5      gcc -c exemple.c
```

- ▶ La **syntaxe** est **stricte** et sous la forme :

<cible>: <dépendances>

<tab><commande>

(le caractère <tab>  est très important !)



# Exécution d'un Makefile

- ▶ Pour utiliser un **Makefile**, il suffit de taper :

```
$ make exemple
```

- ▶ On obtient alors (dans le terminal) :

```
gcc -c exemple.c
```

```
gcc -o exemple exemple.o
```

et le fichier **.o** et l'**exécutable** sont produits.

- ▶ **Astuce :**

- ▶ Comme Vim interagit **directement** avec le terminal, je m'assure que les caractères **mm** déclenchent la commande **make**;

- ▶ Il est aussi possible d'ouvrir plusieurs terminal (ssh, putty).

# Table des matières

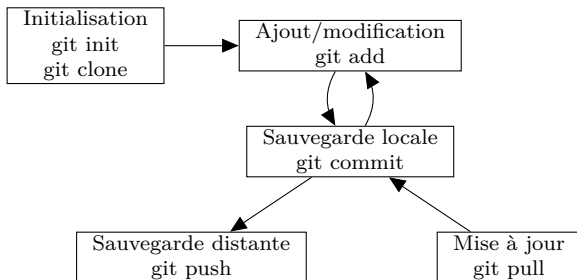
1. Le langage C
2. Makefiles
3. Développer sous Git
4. Variables et constantes
5. Structures de contrôle

# Développer seul

- ▶ On entend parfois dire **à tort** que le logiciel Git n'est utile que lorsqu'on travaille en **équipe**.
- ▶ C'est pourtant **très utile** :
  - ▶ Permet de **récupérer** une ancienne version;
  - ▶ Fournit naturellement une **copie de sauvegarde**;
  - ▶ Permet de **structurer** le développement;
  - ▶ Constitue un **aide-mémoire** de tout ce qui s'est passé, etc.
- ▶ Lors de vos travaux **TP et LAB**, vous aurez l'occasion de vous familiariser avec le gestionnaire de version de type **Git** et le développement en **solitaire**.

- ▶ Un **gestion de version** Git est simplement un répertoire muni d'un historique Git;
- ▶ Tout l'historique se trouve dans un répertoire caché nommé **.git**, disponible à la racine du projet;
- ▶ Ainsi, si vous supprimez ce dossier caché, vous supprimez par la même occasion tout l'**historique**;
- ▶ Il existe des plateformes qui permettent d'**héberger** des dépôts : GitHub, Bitbucket, GitLab, etc.
- ▶ On communique avec ces plateformes via des connexions **SSH** ou **HTTPS**.

# Flux opérationnel (*workflow*)



Dans le cadre du TP1 :

- Pourquoi devrais-je faire un **git pull**;
- Pourquoi ou quand devrais-je faire un **git push**;

- ▶ Il y a **deux façons** possibles d'initialiser un **répertoire** versionné par Git :
  - ▶ Avec la commande `git init`, lorsqu'on démarre un **nouveau** projet;
  - ▶ Avec la commande `git clone`, lorsqu'on souhaite récupérer une copie d'un projet **existant**.
- ▶ Lors de vos travaux (labos et pratiques) vous devrez créer des projets de type git;
- ▶ Si vous travaillez sur votre **machine personnelle** et que vous souhaitez vérifier le comportement de votre projet sur **Malt** ou **Java**, il suffira de **cloner** votre projet.

## Commit (1/2)

- ▶ Un *commit* est une **sauvegarde** de l'état de votre projet;
- ▶ `git add` pour **ajouter** un fichier ou une **modification**;
- ▶ **Avant** de faire un *commit* :
  - ▶ Vérifier l'**état** de votre projet avec `git status`;
  - ▶ Au besoin, vérifiez les modifications avec `git diff`;
- ▶ **Après** avoir fait un *commit* :
  - ▶ Le projet devient en état **propre** (*clean*);
  - ▶ Il est ensuite possible de faire `git push`, mais pas **nécessaire**.

- ▶ Le **message** de *commit* est **très** important :
  - ▶ La première ligne doit être **courte** (50 caractères ou moins);
  - ▶ Si nécessaire, on ajoute des **paragraphes**;
  - ▶ Il faut laisser une **ligne vide** entre chaque paragraphe.
  - ▶ Éviter les messages **bilingues** : choisir une langue et s'y tenir.
- ▶ Il faut faire des *commits* **souvent**, mais **sans exagérer**
- ▶ **git log** devrait bien résumer l'**histoire** du projet;



# Table des matières

1. Le langage C
2. Makefiles
3. Développer sous Git
4. Variables et constantes
5. Structures de contrôle

# Types de base

## ► Types numériques :

Type	Taille
char (signé ou pas)	1 octet
short (signé ou pas)	2 octets
int (signé ou pas)	2 ou 4 octets
long (signé ou pas)	4 ou 8 octets
float	4 octets
double	8 octets
long double	16 octets
__int128 signé ou pas	16 octets
int * ou char *	8 octets

- La grandeur du type (en octets) peut varier en fonction du processeur (ARM/intel/486)
- **Type void** : void. Définit le type d'une fonction sans valeur de **retour** ou la valeur nulle pour les **pointeurs**.

# Booléens

- ▶ Pas de type **booléen natif**.
- ▶ En C, la valeur 0 est considérée comme **faux** alors que toutes les autres valeurs **entières** sont considérées comme **vrai**.
- ▶ Depuis le standard **C99**, il existe la librairie `stdbool.h` qui définit les constantes **true** et **false** ainsi que le type **bool**.

```
1  #include <stdbool.h>
2  ...
3  bool valide = true;
4  if (valide) {
5      printf("OK\n");
6  } else {
7      printf("ERREUR\n");
8  }
9  valide = !valide;
```

# Déclaration des variables

## Une **variable**

- ▶ doit être **déclarée** avant son **utilisation**, en début de bloc;
- ▶ est **visible** seulement dans le **bloc** où elle est déclarée;
- ▶ peut être **initialisée** lors de la déclaration;
- ▶ **non initialisée** a un comportement **imprévisible**, puisque la valeur qu'elle contient peut être **quelconque**;

```
1  char c = 'e';  
2  int a, b = 4;  
3  float x, y;  
4  unsigned int d = fact(10);
```

# Constantes

- ▶ À l'aide de l'instruction `#define` :

```
1 #define PI 3.141592654
```

- ▶ Avec le mot réservé `const` :

```
1 const float PI = 3.141592654;  
2 const int x = 4;  
3 // Ne fonctionne pas pour définir les dimensions de  
  tableaux
```

- ▶ À l'aide d'un `type énumératif` :

```
1 enum {  
2     MAX_SIZE = 34  
3 };  
4 // enum : Seulement des constantes entières
```

- ▶ Il est essentiel de déclarer des **constantes** plutôt que des **valeurs (magiques) directement** dans les programmes.

# Notation

- ▶ le suffixe **u** ou **U** pour indiquer une valeur **non signée**;
- ▶ le suffixe **l** ou **L** pour indiquer une valeur **longue**.
- ▶ le préfixe **0** indique une **valeur octale**; Par exemple, 064 dénote le nombre décimal  $6 \times 8^1 + 4 \times 8^0 = 52$ .
- ▶ le préfixe **0x** indique une **valeur hexadécimale**; Par exemple, 0X34 dénote ce même décimal  $3 \times 16^1 + 4 \times 16^0 = 52$ .
- ▶ Un **caractère**, entre apostrophes **'**, est un **nombre**; Par exemple, '4' correspond au décimal 52 (code ASCII).

```
1 char i = 52, j = 064, k = 0X34, l = '4';
2 printf("%d %d %d %d\n", i, j, k, l);
3 // affiche : 52 52 52 52
```

Quelques caractères utiles :

- ▶ `\n`, le caractère de **fin de ligne**;
- ▶ `\t`, le caractère de **tabulation**;
- ▶ `\\`, le caractère **“backslash”**;
- ▶ `\'`, l'**apostrophe**;
- ▶ `\"`, les **guillemets**.

# Table des matières

1. Le langage C
2. Makefiles
3. Développer sous Git
4. Variables et constantes
5. Structures de contrôle



# Instruction for

```
for (<initialisation >; <condition >; <incrementation >)
{
    <instruction 1>
    <instruction 2>
    ...
    <instruction n>
}
```

- ▶ **<initialisation>** est évaluée **une seule fois**, avant l'exécution de la boucle.
- ▶ **<condition>** est évaluée lors de **chaque passage**, avant d'exécuter les instructions dans le corps de la boucle;
- ▶ **<incrémentation>** est évaluée lors de **chaque passage**, **après** avoir exécuté les instructions dans le corps de la boucle.

- ▶ **Attention**, on ne peut **déclarer le type** de l'itérateur dans l'initialisation qu'avec le **standard C99**.
- ▶ Par exemple, le fragment de code suivant ne **compile pas** avec le standard **ANSI** :

```
for (int i = 0; i < 10; ++i) {  
    printf("Valeur %d du tableau : %d", i, tab[i]);  
}
```

- ▶ Il faut **plutôt** écrire

```
int i;  
for (i = 0; i < 10; ++i) {  
    printf("Valeur %d du tableau : %d", i, tab[i]);  
}
```

# Instructions if, else if and else

```
if (<condition>) {  
    <instruction>  
}
```

```
if (<condition>) {  
    <instruction 1>  
} else {  
    <instruction 2>  
}
```

```
if (<condition 1>) {  
    <instruction 1>  
} else if (<condition 2>) {  
    <instruction 2>  
}
```

- ▶ Un **bloc** est un ensemble d'instructions délimitées par des **accolades**;
- ▶ Les accolades sont **facultatives** dans les structures **conditionnelles** s'il n'y a qu'**une seule instruction**;
- ▶ Ainsi, les fragments suivants sont **équivalents** :

1.

```
if (!valide) printf("ERREUR");
```

2.

```
if (!valide)  
    printf("ERREUR");
```

3.

```
if (!valide) {  
    printf("ERREUR");  
}
```

# Instruction switch

```
switch (<variable>) {  
    case <valeur 1> : <instruction 1>  
    case <valeur 2> : <instruction 2>  
    ...  
    case <valeur n> : <instruction n>  
    default : <instruction n + 1>  
}
```

- ▶ Les instructions case sont parcourues **séquentiellement**, jusqu'à ce qu'il y ait une correspondance.
- ▶ Si c'est le cas, l'instruction correspondante est exécutée, ainsi que toutes les instructions suivantes, tant que le mot réservé **break** n'est pas rencontré.
- ▶ L'**ordre** d'énumération n'est pas important si on trouve une instruction break dans chaque cas.
- ▶ Le cas **default** est **optionnel**.

## Syntaxe :

```
while (<condition>) {  
    <instruction 1>  
    <instruction 2>  
    ...  
    <instruction n>  
}
```

```
do {  
    <instruction 1>  
    <instruction 2>  
    ...  
    <instruction n>  
} while (<condition>);
```

# Instruction break et continue

- ▶ `break` permet de **sortir** de la boucle;
- ▶ `continue` permet de **passer** immédiatement à l'itération **suivante**;
- ▶ Il est généralement à éviter d'utiliser **plusieurs** instructions `break` et `continue` dans la même boucle.