

Chapitre 2 : Les bases du Langage C

Construction et maintenance de logiciels

Guy Francoeur

basé sur du matériel d'Alexandre Blondin Massé, professeur

5 septembre 2019

UQÀM | **Département d'informatique**

Table des matières

1. Le langage C
2. Variables et constantes
3. Structures de contrôle
4. Opérateurs
5. Conversions (*Cast*)

- ▶ Ce matériel n'est pas officiel il est en bêta pour 2020!

Table des matières

1. Le langage C
2. Variables et constantes
3. Structures de contrôle
4. Opérateurs
5. Conversions (*Cast*)

- ▶ **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**.

- ▶ Langage d'implémentation de certains **systèmes d'exploitation** (**Unix** et dérivés) :
- ▶ Approprié pour la construction de **bibliothèques**;
- ▶ Utilisé pour la construction de logiciels très connus;
- ▶ Utilisé construction de logiciels dit portable;
- ▶ Utilisé chez Microsoft, Oracle, Apple.

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 (2/2)

- ▶ 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 peut entraîner des problèmes de **lisibilités**;
- ▶ 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 et sont fournies par le système d'exploitation (dans le cas des entrées/sorties par exemple).

Hello sans arguments

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

Table des matières

1. Le langage C
2. Variables et constantes
3. Structures de contrôle
4. Opérateurs
5. Conversions (*Cast*)

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 vide** : 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  int main() {
3      bool valide = true;
4
5      if (valide) printf("OK\n");
6      else printf("ERREUR\n");
7
8      valide = !valide;
9
10     return 0;
11 }
```

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/devrait/doit être **initialisée** lors de la déclaration;
- ▶ **non initialisée** a un comportement **imprévisible**, puisque la valeur qu'elle contient est non déterministe;
- ▶ pendra la valeur qui est à l'adresse où elle est déclaré;

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

Constantes - Académique seulement

- ▶ 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 WEEKEND { Samedi = 7, Dimanche = 1 };  
2 // enum : Seulement des constantes entières
```

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

Affectation - différentes bases

- ▶ 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
```

Exemple

```
1 //programme Ouille
2 #include <stdio.h>
3 int main() {
4     int a = 090;
5     printf("%d", a); // affiche : ?
6     return 0;
7 }
```

```
1 //programme oh boboy
2 #include <stdio.h>
3 int main() {
4     int a = 010;
5     printf("%d", a); // affiche : ?
6     return 0;
7 }
```


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. Variables et constantes
3. Structures de contrôle
4. Opérateurs
5. Conversions (*Cast*)

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.

Différence avec Java

- ▶ **Attention**, on ne peut **déclarer le type** de l'itérateur dans l'initialisation qu'avec le standard **C99 et +**.
- ▶ Par exemple, le fragment de code suivant ne **compile pas** avec le standard **ANSI/C90** :

```
1  for (int i = 0; i < 10; ++i) {  
2      printf("Valeur %d du tableau : %d", i, tab[i]);  
3  }
```

- ▶ en C90, il faut plutôt écrire :

```
1  int i;  
2  for (i = 0; i < 10; ++i) {  
3      printf("Valeur %d du tableau : %d", i, tab[i]);  
4  }
```

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.

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

2.

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

3.

```
1      if (!valide) {
2          printf("ERREUR");
3      }
```

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**.

Boucles while et do-while

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.

Table des matières

1. Le langage C
2. Variables et constantes
3. Structures de contrôle
4. Opérateurs
5. Conversions (*Cast*)

Opérateurs arithmétiques

Opérateur	Opération	Utilisation
+	addition	$x + y$
-	soustraction	$x - y$
*	multiplication	$x * y$
/	division	x / y
%	modulo	$x \% y$

Lorsque les deux opérandes de la division sont des types **entiers**, alors la division est **entière** également.

Représentation interne

Représentation par le **complément à deux** :

	signe							
127 =	0	1	1	1	1	1	1	1
2 =	0	0	0	0	0	0	1	0
1 =	0	0	0	0	0	0	0	1
0 =	0	0	0	0	0	0	0	0
-1 =	1	1	1	1	1	1	1	1
-2 =	1	1	1	1	1	1	1	0
-127 =	1	0	0	0	0	0	0	1
-128 =	1	0	0	0	0	0	0	0

S'il y a **débordement**, il n'y a pas d'**erreur** :

```
1 signed char c = 127, c1 = c + 1;  
2 printf("%d %d\n", c, c1);  
3 // Affiche 127 -128
```

Opérateurs de comparaison et logiques

Opérateurs de **comparaison**

Opérateur	Opération	Utilisation
==	égalité	$x == y$
!=	inégalité	$x != y$
>	stricte supériorité	$x > y$
>=	supériorité	$x >= y$
<	stricte infériorité	$x < y$
<=	infériorité	$x <= y$

Opérateurs **logiques**

Opérateur	Opération	Utilisation
!	négation	!x
&&	et	$x \&\& y$
	ou	$x y$

Évaluation **paresseuse** pour && et ||.

Opérateurs d'affectation et de séquençage

- `=, +=, -=, *=, /=, %=;`

```
1 int x = 1, y, z, t;  
2 t = y = x;      // Equivaut à t = (y = x)  
3 x *= y + x;     // Equivaut à x = x * (y + x)
```

- Incrémentation et décrémentation : `++` et `--`;

```
1 int x = 1, y, z;  
2 y = x++;        // y = 1, x = 2  
3 z = ++x;        // z = 3, x = 3
```

- Opération de **séquençage** : évalue d'abord les expressions et retourne la dernière.

```
1 int a = 1, b;  
2 b = (a++, a + 2);  
3 printf("%d\n", b);  
4 // Affiche 4
```

Opérateur ternaire

```
1 <condition> ? <instruction si vrai> : <instruction si faux>
```

► Très **utile** pour alléger le code;

► Très **utilisé**.

Quelles sont les valeurs affichées par le programme suivant ?

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main() {
4     int x = 1, y, z;
5     y = (x-- == 0 ? 1 : 2);
6     z = (++x == 1 ? 1 : 2);
7
8     printf("%d %d\n", y, z);
9     return 0;
10 }
```

Opérations bit à bit

Opérateur	Opération	Utilisation
&	et	$x \& y$
	ou	$x y$
^	ou exclusif	$x \wedge y$
~	not	$x = \sim n$
<<	<i>shift</i> gauche	$x = x << 1$
>>	<i>shift</i> droit	$x = x >> 1$

Opérations bit à bit exemple

```
1 // bitwise.c
2 #include <stdio.h>
3
4 int main() {
5     int a = 9, b = 65; // x00001001, x01000001
6     unsigned char c = 0;
7     c = ~c;
8     unsigned short d = 8;
9
10    printf(" Bitwise AND Operator a&b = %d \n", a & b);
11    printf(" Bitwise OR Operator a|b = %d \n", a | b);
12    printf(" Bitwise EXCLUSIVE OR Operator a^b = %d \n", a ^ b);
13
14    printf(" Bitwise NOT Operator ~c = %d \n", c);
15
16    printf(" LEFT SHIFT Operator d<<1 = %d \n", d << 1);
17    printf(" RIGHT SHIFT Operator d>>1 = %d \n", d >> 1);
18
19    return 0;
20 }
```

Table des matières

1. Le langage C
2. Variables et constantes
3. Structures de contrôle
4. Opérateurs
5. Conversions (*Cast*)

Conversion en C

Les **conversions** (*cast*) implicite agissent selon la promotion suivante :

► *char* → *short* → *int* → *unsigned int* → *long* → *long long* → *unsigned long long* → *float* → *double* → *long double*

```
1 //exo3.c
2 #include <stdio.h>
3
4 int main() {
5     printf("%lu, ", sizeof(1 + 1L));
6     printf("%lu, ", sizeof((float) 1 + 1.1));
7     printf("%lu, ", sizeof((int) 1 + (long double)100))
8     ;
9     printf("%lu \n", sizeof((char) 1 + (short)100));
10    // Affiche 8, 8, 16, 4
11    return 0;
12 }
```

Conversions implicites

Attention aux conversions implicites entre types **signés** et **non signés**.

```
1 // exo4.c
2 #include <stdio.h>
3 int main() {
4     char x = -1, y = 20, v;
5     unsigned char z = 254;
6     unsigned short t;
7     unsigned short u;
8
9     t = x;
10    u = y;
11    v = z;
12    printf("%d %d %d\n", t, u, v);
13    // Affiche 65535 20 -2
14    return 0;
15 }
```

Conversions explicites

```
1 //exo7.c
2 #include <stdio.h>
3 int main() {
4     unsigned char x = 255;
5     printf("%d\n", x);
6     // Affiche 255
7     printf("%d\n", (signed char)x);
8     // Affiche -1
9     int y = 3, z = 4;
10    printf("%d %f\n", z / y, ((float)z) / y);
11    // Affiche 1 1.333333
12    return 0;
13 }
```

Priorité des opérateurs

Arité	Associativité	Par priorité décroissante
2	gauche, droite	(), []
2	gauche, droite	->, .
1	droite, gauche	!, ++, --, +, -, (int), *, &, sizeof
2	gauche, droite	*, /, %
2	gauche, droite	+, -
2	gauche, droite	<, <=, >, >=
2	gauche, droite	==, !=
2	gauche, droite	&&
2	gauche, droite	
3	gauche, droite	? :
1	droite, gauche	=, +=, -=, *=, /=, %=
2	gauche, droite	,