

Mise à niveau en C

INFRES 1A

Enseignant: P. Bertin-Johannet

Introduction

Le langage C

Le langage C est utilisé lorsqu'on cherche à minimiser:

- La vitesse d'exécution.
- L'utilisation mémoire.
- Le contrôle des instructions exécutées.

Il est couramment utilisé dans:

- Les systèmes d'exploitation.
- Les drivers.
- Les navigateurs.
- Les microcontrôleurs.
- Les jeux vidéos.



Figure 1: Exemples d'utilisation
du C

Pourquoi apprendre la programmation en C

- Le C est utilisé dans pratiquement tous les composants informatiques.

Pourquoi apprendre la programmation en C

- Le C est utilisé dans pratiquement tous les composants informatiques.
- La plupart des langages de programmation sont interprétés par un programme écrit en C (Python, Java, C#, bash, etc...).

Pourquoi apprendre la programmation en C

- Le C est utilisé dans pratiquement tous les composants informatiques.
 - La plupart des langages de programmation sont interprétés par un programme écrit en C (Python, Java, C#, bash, etc...).
 - Une grande partie des failles de sécurité critiques originent de programmes écrits en C (près de 70% d'après une étude menée par Google en 2018).

Pourquoi apprendre la programmation en C

- Le C est utilisé dans pratiquement tous les composants informatiques.
 - La plupart des langages de programmation sont interprétés par un programme écrit en C (Python, Java, C#, bash, etc...).
 - Une grande partie des failles de sécurité critiques originent de programmes écrits en C (près de 70% d'après une étude menée par Google en 2018).
 - Un programme en C est plus rapide et utilise moins de mémoire en général qu'un programme écrit dans un autre langage.

Pourquoi apprendre la programmation en C

- Le C est utilisé dans pratiquement tous les composants informatiques.
 - La plupart des langages de programmation sont interprétés par un programme écrit en C (Python, Java, C#, bash, etc...).
 - Une grande partie des failles de sécurité critiques originent de programmes écrits en C (près de 70% d'après une étude menée par Google en 2018).
 - Un programme en C est plus rapide et utilise moins de mémoire en général qu'un programme écrit dans un autre langage.
 - Une majeure partie des langages utilisés aujourd'hui sont inspirés du C.

Comparaison d'utilisation des ressources

On considère ici un programme qui demande un nombre à l'utilisateur et affiche deux de ses facteurs:

Langage	Temps d'exécution	Nombre d'appels système	Mémoire utilisée	Mémoire disque nécessaire
C	8 ms	52	2.5 Mo	24 Ko
Java	86 ms	185	623 Mo	124 000 Ko
Python	1 400 ms	670	13 Mo	6 000 Ko

Particularités de la programmation en C

- On contrôle précisément la mémoire que l'on souhaite utiliser ainsi que les instructions exécutées.
- Il faut donc souvent se poser les questions suivantes :
 - Quelles instructions binaires sont exécutées et quel est leur coût ?
 - Quelle quantité de mémoire est utilisée ?
 - Quels appels systèmes sont effectués ?
 - Comment sont organisées les données dans la mémoire ?

Cela demande donc un effort supplémentaire.

Les bases du C

Compilation

- Le langage C peut être traduit en langage binaire pour être exécuté.
- On appelle ce procédé **Compilation**. Le programme effectuant la traduction est appelé **Compilateur**.

```
#include "stdlib.h"

int main(){
    int a = 5;

    if (a * 4 > a * a){
        printf("hello world !");
    }
}
```

Programme en C



```
01101100
01101111
01110110
01100101
```

Binaire

Compilateur

Compilation

- Le compilateur que nous utiliserons dans ce cours s'appelle *gcc*.
- On passe en argument le nom du fichier que l'on désire compiler puis le nom du fichier binaire à créer.

gcc main.c -o main.out

Fichier .c à compiler

Fichier binaire à créer

Les variables

- En C, une variable est définie par :
 - Un nom.
 - Un type.
- Elle permet d'associer un nom à un emplacement mémoire.
- Pendant l'exécution du programme, on pourra modifier la valeur située dans cet emplacement mémoire.
- Exemple: une variable **a** de type entier qui contiendra d'abord 5 puis 4.

```
int a = 5;
```

```
a = a - 1;
```

Types de données

- En C nous sommes obligés de préciser le type de chaque variable utilisée par notre programme
- Le type d'une variable indique :
 - La quantité de mémoire qui lui est réservée.
 - Les opérations qu'on peut lui appliquer.

Les types de base

Durant cette séance nous utiliserons les types suivants:

Nom	Représentation mémoire	Mémoire utilisée	Intervale de valeurs
Int	Nombre entier	minimum 2 octets	si 2 octets: $[-65536 ; 65535]$
Char	Nombre entier	1 octet (8bits)	$[-128 ; 127]$
Float	Réel (Nombre à virgule)	minimum 2 octets	si 2 octets: $\pm 3.4 * 10^{38}$

Déclaration de variable

- Afin d'utiliser une variable il faut toujours la déclarer et lui donner un type, on écrit :

```
type nom_variable;
```

- Pour une variable appelée b et de type entier on écrira :

```
int b ;
```

- Pour une variable appelée c et de type caractère on écrira :

```
char c ;
```

Déclaration de variable

- On peut aussi donner une valeur à notre variable au moment de la déclaration :
- `type nom_de_la_variable = valeur;`

Par exemple :

- `ip ip_client = "192.168.1.1;"`
- `int age = 52;`

Exemple

Programme:

```
int a = 5;  
int b;  
char c = 10;  
float f = -1.8;  
b = a + c;
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
	Octet 1
	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6
	Octet 7
	Octet 8
	Octet 9

Exemple

Programme:

```
int a = 5;
```

```
int b;
```

```
char c = 10;
```

```
float f = -1.8;
```

```
b = a + c;
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
5	Octet 1
	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6
	Octet 7
	Octet 8
	Octet 9

Exemple

Programme:

```
int a = 5;
```

```
int b;
```

```
char c = 10;
```

```
float f = -1.8;
```

```
b = a + c;
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
5	Octet 1
	Octet 2
??	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6
	Octet 7
	Octet 8
	Octet 9

Exemple

Programme:

```
int a = 5;
```

```
int b;
```

```
char c = 10;
```

```
float f = -1.8;
```

```
b = a + c;
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
5	Octet 1
	Octet 2
??	Octet 3
	Octet 4
10	Octet 5
	Octet 6
	Octet 7
	Octet 8
	Octet 9

Exemple

Programme:

```
int a = 5;
```

```
int b;
```

```
char c = 10;
```

```
float f = -1.8;
```

```
b = a + c;
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
5	Octet 1
	Octet 2
??	Octet 3
	Octet 4
10	Octet 5
-1.8	Octet 6
	Octet 7
	Octet 8
	Octet 9

Exemple

Programme:

```
int a = 5;  
int b;  
char c = 10;  
float f = -1.8;
```

```
b = a + c;
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
5	Octet 1
	Octet 2
15	Octet 3
	Octet 4
10	Octet 5
-1.8	Octet 6
	Octet 7
	Octet 8
	Octet 9

Les caractères

- Le type char permet aussi de représenter des caractères (lettre/symbole).
- On l'écrit donc entre deux apostrophes:

Par exemple :

- `char a = 'i'`
- `char b = '$'`
- `char c = '*'`

La table ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

- La table ASCII associe un nombre à tous les caractères usuels (états-unien) sur 7 bits (128 positions).
- Lorsqu'on écrit un caractère dans un programme C, le nombre correspondant dans la table ascii sera utilisé.

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
33	21	!	65	41	A	97	61	a
34	22	"	66	42	B	98	62	b
35	23	#	67	43	C	99	63	c
36	24	\$	68	44	D	100	64	d
37	25	%	69	45	E	101	65	e
38	26	&	70	46	F	102	66	f
39	27	'	71	47	G	103	67	g
40	28	(72	48	H	104	68	h
41	29)	73	49	I	105	69	i
42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
48	30	0	80	50	P	112	70	p
49	31	1	81	51	Q	113	71	q
50	32	2	82	52	R	114	72	r
51	33	3	83	53	S	115	73	s

Exemple

Programme:

```
char a = 56;  
char b = '8';  
char c = 'a' + 4;  
char d = 'e';
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
	Octet 1
	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6

Exemple

Programme:

```
char a = 56;
```

```
char b = '8';
```

```
char c = 'a' + 4;
```

```
char d = 'e';
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
56	Octet 1
	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6

Exemple

Programme:

```
char a = 56;
```

```
char b = '8';
```

```
char c = 'a' + 4;
```

```
char d = 'e';
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
56	Octet 1
56	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6

Exemple

Programme:

```
char a = 56;
```

```
char b = '8';
```

```
char c = 'a' + 4;
```

```
char d = 'e';
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
56	Octet 1
56	Octet 2
101	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6

Exemple

Programme:

```
char a = 56;
```

```
char b = '8';
```

```
char c = 'a' + 4;
```

```
char d = 'e';
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
56	Octet 1
56	Octet 2
101	Octet 3
101	Octet 4
	Octet 5
	Octet 6

Opérations simples sur les entiers

Le C propose les opérateurs suivants sur les entiers :

- Les opérations classiques : (*, +, /, -)
 - $1 + 2 * 3 - 4 = 3$
- Le reste de la division euclidienne (ou “modulo”) : %
 - $18 \% 14 = 4$

Opérations binaires sur les entiers

Le C propose aussi:

- des opérateurs binaires qui appliquent une opération booléenne à chaque bit des deux entiers donnés ($|$, $\&$, \wedge)
 - $1 | 2 = 3$
 - $31 \& 16 = 16$
 - $5 \wedge 30 = 25$
- Des opérateurs qui déplacent les bits d'une variable dans un sens (\gg , \ll)
 - $3 \ll 2 = 12$
 - $40 \gg 3 = 5$
- Le complément à 1 (négation bit à bit) ou “tilde”
 - $\sim 7 = 248$ (sur 8 bits)

Écrire dans le terminal

- Pour afficher dans le terminal on utilisera la fonction printf (pour print format).
- La syntaxe est la suivante : `printf(format, variables) ;`
- Exemple: afficher un jour et une température

Programme:

```
int jour = 27;  
float temperature = 25.4;  
printf("il fait %f le %d\n", temperature, jour);
```

Sortie:

```
> il fait 25.4 le 27
```

Écrire dans le terminal

Durant cette séance, nous utiliserons les formats suivants :

- `%d` : `int`
- `%f` : `float`
- `%c` : `char` (affiche le caractère dans la table ASCII)



Attention

Dans la plupart des environnements, le texte ne sera pas affiché tant que vous n'aurez pas envoyé un saut de ligne : `"\n"`

Example

Programme:

```
char a = 56;  
float b = 8.1;  
int c = 4;  
printf("%c - %f - %d\n", a, b, c);
```

Exemple

Programme:

```
char a = 56;  
float b = 8.1;  
int c = 4;  
printf("%c - %f - %d\n", a, b, c);
```

Sortie:

> 8 - 8.1 - 4

Lire depuis le terminal

- Pour lire dans le terminal on utilisera la fonction `scanf` (pour scan format)
- La syntaxe est la suivante : `scanf(format, &variable)` ;
- Exemple: lire un age et une taille

```
int age;  
float taille;  
scanf("%d %f", &age, &taille);
```

Formats de scanf

Les formats de scanf sont les mêmes que printf

- `%d` : `int`
- `%f` : `float`
- `%c` : `char` (scanne le caractère dans la table ASCII)



Attention

un espace dans scanf permet de sauter tous les caractères “transparents” (tabs, espaces, sauts de lignes) jusqu’au prochain caractère non “transparent”

La condition if

- L’instruction `if` (en anglais : “si”) permet d’exécuter du code uniquement si une condition est vraie.

```
if(condition){  
    code  
}
```

- Les lignes de code entre les accolades ne seront exécutées que si la condition est vraie

Exemple

```
int temperature;  
printf("Quelle est la température dehors ?\n");  
scanf("%d", &temperature);  
  
if (temperature < 7){  
    printf("Il vaut mieux se couvrir !\n");  
}
```

La condition else

L'instruction `else` (“sinon” en anglais) placée après un `if` permet d'exécuter du code si la condition était fausse.

```
if(condition){  
    code_a  
}  
else{  
    code_b  
}
```

Le code `code_b` sera exécuté uniquement si la condition est fausse.

Example

```
if (age > 17){  
    printf("Tarif : 8€ \n");  
}  
else {  
    printf("Tarif : 6€ \n");  
}
```

Les conditions

- En C, une condition est un entier. On la considère comme vraie ou fausse ainsi :
 - $0 \Rightarrow \text{FAUX}$
 - N'importe quoi d'autre $\Rightarrow \text{VRAI}$
- Les opérations suivantes renvoient 1 ou 0 pour vrai ou faux :
 - Comparaison de nombres : $>$, $<$, $==$, $>=$, $<=$
 - Algebre de bool : $||$ (ou), $\&\&$ (et), $!$ (not)

Les opérateurs d'affectation

Les opérateurs d'affectation permettent de changer la valeur d'une variable et de renvoyer le résultat:

- `c = b` => affecte la valeur de b à c et renvoie la nouvelle valeur.
- `c += b` => ajoute b à c (existe aussi pour *, /, -).
- `c++` => ajoute 1 à c et renvoie l'ancienne valeur.
- `c--` => ajoute 1 à c et renvoie l'ancienne valeur.
- `++c` => ajoute 1 à c et renvoie la nouvelle valeur.
- `--c` => enlève 1 à c et renvoie la nouvelle valeur.

Exemple

Programme:

```
char a = 5;  
char b = (a = 2);  
b *= 2;  
a = --b + 4;  
char c = (b = a) + 1
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
	Octet 1
	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5

Exemple

Programme:

```
char a = 5;
```

```
char b = (a = 2);
```

```
b *= 2;
```

```
a = --b + 4;
```

```
char c = (b = a) + 1
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
5	Octet 1
	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5

Exemple

Programme:

```
char a = 5;
```

```
char b = (a = 2);
```

```
b *= 2;
```

```
a = --b + 4;
```

```
char c = (b = a) + 1
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
2	Octet 1
2	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5

Exemple

Programme:

```
char a = 5;  
char b = (a = 2);  
b *= 2;  
a = --b + 4;  
char c = (b = a) + 1
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
2	Octet 1
4	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5

Exemple

Programme:

```
char a = 5;  
char b = (a = 2);  
b *= 2;  
a = --b + 4;  
char c = (b = a) + 1
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
7	Octet 1
3	Octet 2
	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5

Exemple

Programme:

```
char a = 5;  
char b = (a = 2);  
b *= 2;  
a = --b + 4;  
char c = (b = a) + 1
```

Mémoire:

Valeurs	Octets
7	Octet 1
7	Octet 2
8	Octet 3
	Octet 4
	Octet 5

Priorité des opérateurs

- Les opérateurs avec la priorité la plus élevée sont évalués en premier.
- Par exemple dans $2 + 3 * 5$ on évalue la multiplication en premier : $2 + (3 * 5)$.
- Tous les opérateurs C ont une priorité associée.

Priorité des opérateurs

Du plus prioritaire au moins prioritaire:

Parenthèses	()
Opérateurs unaires	++ -- -
Multiplication et division	/ * %
Addition et soustraction	+ -
Déplacement de bits	<< >>
Comparaison	> >= < <=
Égalité	== !=
Opérateurs Binaires (chacun une priorité différente)	& puis ^ puis
Logique booléenne	&&
Affectation	+= -= *= /=

Programme complet en C

- Dans cette séance les programmes seront de la forme suivante :

```
#include "stdio.h"
int main(){
    code
}
```

Exemple

```
#include "stdio.h"
int main(){
    printf("C'est la fin ! \n");
}
```

Mise en pratique

```
printf("< TP 1 >  
-----  
      \  ^  ^  
        ^  
      \ (oo)\_____  
        (__) \      ) \/  
           ||-----w ||  
           ||         ||  
")
```