

TP1: Utilisation du terminal et premiers programmes en C

Bienvenue dans ce premier TP de C ! Avant de commencer à coder en C, quelques exercices pour apprendre à utiliser un ordinateur via le terminal, c'est à dire via des commandes tapées au clavier, en n'utilisant presque pas la souris. C'est une manière assez différente d'utiliser un ordinateur par rapport à ce dont vous pouvez avoir l'habitude, mais vous verrez qu'avec un peu d'entraînement c'est bien pratique.

Machine virtuelle

Les ordinateurs du lycée sont sous Windows, mais la programmation en C (et en Ocaml plus tard) se fait plus simplement sous le système d'exploitation appelé **Linux**, qui est aussi celui utilisé lors des concours. Le logiciel **VMWare** permet de simuler des ordinateurs sous n'importe quel système d'exploitation, ce que l'on appelle des **machines virtuelles**. Nous allons utiliser ce logiciel dans Windows pour simuler un système Linux. Lorsque vous ouvrez VMWare, vous pouvez lancer la machine virtuelle "NonOS". Vous vous connectez alors à l'unique session proposée, avec le mot de passe "concours".

Exercice 1

Lancez votre session Windows et connectez vous à la machine virtuelle !

Travailler à la maison

Pour travailler chez vous, si vous avez un ordinateur sous Linux ou Mac, vous n'avez rien à faire, vous disposez déjà d'un environnement similaire à celui des machines virtuelles.

Si vous êtes sur Windows, vous pouvez **installer la machine virtuelle** sur votre ordinateur. Vous pouvez également installer **WSL** (Windows Subsystem for Linux), qui permet d'intégrer un terminal Linux sur votre ordinateur Windows, ce qui permet de toujours rester sous Windows tout en pouvant taper des commandes Linux et facilement compiler du code C.

Quel que soit votre choix pour travailler chez vous, il est fortement conseillé de **faire les TP sur la machine virtuelle**. En effet, cela vous préparera aux épreuves des concours, qui seront sur ce type d'environnement.

Sauvegarder son travail

ATTENTION, vous n'avez pas de session personnelle sur les machines virtuelles au lycée. Si vous y laissez un fichier, aucune garantie que vous le retrouverez à la session suivante. Donc, à la fin de chaque TP, **mettez votre travail sur une clé USB** ou envoyez-le vous par mail. Lorsque vous branchez votre clé USB, une fenêtre s'affiche et vous demande si vous voulez

connecter votre clé à la machine virtuelle où à Windows. Connectez-la à la machine virtuelle, et vous la verrez apparaître sur celle-ci après quelques secondes. Si ce n'est pas le cas, essayez un autre port USB. Alternativement, il est aussi possible de copier-coller des fichiers de la machine virtuelle vers Windows et inversement, avec CTRL+C / CTRL+V, et même de glisser-déposer des fichiers directement.

Exercice 2

Créer un fichier sur le bureau de la machine virtuelle et, en utilisant l'une des méthodes précédentes (clé USB, glisser-déposer ou copier-coller), le transférer vers le bureau Windows.

A Dossiers

Les *dossiers*, ou *répertoires* sont des collections de fichiers. Les ordinateurs sont organisés en dossiers, avec une *structure arborescente*, ce qui signifie que votre ordinateur contient des dossiers, qui eux même contiennent des dossiers, etc...

Il est possible de se déplacer dans l'ordinateur avec un explorateur de fichiers classique comme sur Windows ou Mac, avec la souris. Pour cela, cliquez sur "Applications", en haut à gauche, puis sélectionnez "Gestionnaire de fichiers" pour le lancer. Il y a également un raccourci sur la barre du bas.

Exercice 3

Lancez le gestionnaire de fichier. Vous vous trouvez par défaut dans `/home/candidat`. Vous devriez voir quelques fichiers et dossiers. Dans Linux, les fichiers dont le nom commence par un point sont considérés comme des fichiers cachés. Vous pouvez choisir de les voir ou pas en appuyant sur CTRL+H.

B Navigation dans le terminal

Dans les TP, on travaillera principalement dans un terminal de l'ordinateur. Cela signifie que l'on interagit avec l'ordinateur en tapant des commandes et pas en cliquant à la souris dans une interface graphique.

Exercice 4

Ouvrez un terminal en cliquant sur l'icône  dans la barre des raccourcis en bas de votre écran. Vous pouvez aussi cliquer sur "Applications" en haut à gauche pour y trouver le terminal (ainsi que toutes les autres applications). Fermez la fenêtre du terminal, si un message d'erreur s'affiche, sélectionnez "ne plus afficher".

Dans un terminal, on navigue de dossier en dossier, et lorsque l'on ouvre un terminal, on se situe par défaut dans le répertoire `/home/candidat` : c'est la "page d'accueil" du système de fichier. Le répertoire où l'on se trouve lorsque l'on utilise un terminal s'appelle le **répertoire courant**, et il s'affiche sur chaque ligne à gauche de l'invite de commande.

Voyons quelques commandes utiles du terminal :

- Pour afficher le contenu actuel du dossier, on utilise la commande **ls**.
- Pour se déplacer vers un autre dossier, on utilise la commande **cd**. Par exemple, si l'on se trouve dans le dossier "parent", qui contient un sous dossier "parent/enfant", on peut accéder au sous-dossier en tapant **cd enfant** puis, pour revenir en arrière, on utilise la commande **cd ..** (les deux points font partie de la commande). En fait, ".." signifie "Le répertoire qui me contient" dans le langage du terminal.
- Pour créer un dossier, on utilise la commande **mkdir** suivi du nom du dossier à créer.
- Pour créer un fichier, on utilise la commande **touch** suivi du nom du fichier à créer.

Exercice 5

Lancez un terminal puis utilisez des commandes pour répondre aux requêtes suivantes :

- Q1.** Créez un répertoire appelé "TP1" puis accédez-y.
- Q2.** Créez dans ce répertoire un sous-répertoire appelé "terminal" et accédez y.
- Q3.** Créez un fichier texte appelé **blabla.txt**.
- Q4.** Affichez le contenu du dossier avec **ls** et vérifiez que le fichier a bien été créé.
- Q5.** Lancez la commande **ls -a**. Que voyez-vous ? A votre avis, que signifie "-a" (indice : c'est l'initiale d'un mot anglais) ? Quels sont les deux dossiers qui s'affichent ici et qui ne s'affichaient pas avec **ls** ?
- Q6.** Lancez la commande **thunar .** (le point fait partie de la commande). Vérifiez que cela a bien ouvert un gestionnaire de fichiers dans le dossier où vous vous trouvez.

C Création d'archive

Une archive permet de regrouper plusieurs fichiers et dossiers dans un seul gros fichier, afin de pouvoir facilement l'envoyer. Vous rendrez systématiquement vos TP sous ce format.

Exercice 6

1. Ouvrez un terminal, et placez vous là où vous avez créé le dossier **TP1** (c'est à dire à l'extérieur du dossier **TP1**). Tapez :

```
zip mon_archive.zip -r TP1
```


Affichez le contenu du répertoire courant avec **ls** : que voyez vous ?
2. La commande permettant de décompresser une archive est **unzip**. Créez un nouveau répertoire, appelé **cible**, puis tapez dans le terminal :

```
unzip mon_archive.zip -d cible
```


Vérifiez que le répertoire cible contient maintenant le contenu de l'archive.

Alternativement, dans l'explorateur de fichiers, vous pouvez faire clic-droit puis "créer une archive" sur le dossier que vous voulez archiver.

D Rendu de TP

Avant de continuer le TP, voici les instructions concernant ce que vous devez rendre à l'issue de chaque TP :

- A la date indiquée sur le sujet ou donnée à l'oral, avant 21h00, vous devez déposer votre rendu sur le site cahier de prépa, dans la section **Informatique**, sur la page **Transfert de documents**. Tous les exercices sont à faire, mais seuls certains exercices seront à rendre.
- Votre rendu doit être composé d'une archive (c'est à dire un .zip) contenant votre code et les réponses aux éventuelles questions écrites du TP.
- Lorsqu'un TP a plusieurs exercices, vous créerez **un sous-dossier par exercice**, dans lequel vous mettrez tout le code correspondant.
- L'archive devra également contenir un unique fichier "reponses.txt" **sans accent** (n'en parlez pas à votre prof de Lettres) contenant les réponses écrites, ainsi que d'éventuelles remarques que vous pouvez avoir (une partie du TP que vous n'avez pas réussi, un détail sur lequel vous avez une question, etc...).
- Merci de **bien respecter les consignes**, car avoir tous vos rendus sous la même forme m'aide à gagner beaucoup de temps et à automatiser ce qui peut l'être : vous êtes plus de 40 dans la classe, vous corriger représente beaucoup de travail !

Travaillez les TP régulièrement afin de ne pas devoir travailler en panique le soir de la date de rendu et de pouvoir rendre le TP en avance. En effet :

Théorème 1. Le plus tôt vous rendez un TP/DM, le plus tôt je peux le corriger et vous aider à progresser et rectifier les erreurs.

Vous êtes évidemment encouragé-e-s à m'envoyer un mail ou à venir me voir avant/après les cours si vous avez une question ou que vous bloquez sur un TP.

E Édition de texte

Pour écrire du code, on utilise un éditeur de texte. Sur la machine virtuelle, vous avez deux éditeurs de texte à disposition :

- **VSCodium**, dans **Applications - Développement - VSCodium**, est un éditeur de code assez puissant, avec un système d'autocomplétion et d'autres fonctionnalités adaptées au développement.
- **gedit**, dans **Applications - Accessoires - Text Editor**, est un éditeur de texte plus basique.

Pour ouvrir un fichier dans VSCodium directement depuis le terminal, il vous suffit de taper la commande `codium nom_du_fichier`. Pour gedit, tapez `gedit nom_du_fichier`. Si le fichier a une extension comme .c (fichiers C), .py (fichiers python), .ml (fichiers OCaml), ou autre, l'éditeur active automatiquement la coloration syntaxique du langage concerné.

Exercice 7

Dans un terminal, créez un fichier "prog.py", puis ouvrez le avec VSCodium et tapez deux lignes de python.

F Premier programme C

Un programme C a une structure un peu plus complexe qu'un programme Python. En C, il y a plusieurs choses à faire avant même de commencer à écrire le code à proprement parler.

Librairies Par défaut, un programme C ne peut pas faire grand chose. Les différentes fonctionnalités sont stockées dans des fichiers appelés des librairies (très similaires aux modules Python tels que numpy, que vous avez sûrement déjà utilisé). Par exemple, la fonction la plus simple pour afficher du texte dans le terminal, `printf`, est stockée dans la librairie ***stdio.h***, signifiant "standard in/out" (entrée/sortie standard). Si l'on veut utiliser `printf`, il faut déclarer au début du programme que l'on utilise la librairie adaptée, avec la ligne :

```
1 #include <stdio.h>
```

La fonction main Une fonction est un bloc de code auquel on a donné un nom et qui, comme un algorithme, peut avoir des entrées et une sortie. Bien qu'un programme C peut comporter de nombreuses fonctions, on n'en utilise qu'une seule pour le moment : la fonction ***main*** ("principale" en anglais). Elle est lancée au moment où l'on exécute le programme, c'est son point de départ. Un programme C **doit** avoir une fonction main, sans quoi il ne peut pas se lancer.

Ainsi, pour l'instant, nos programmes ressembleront à :

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     /*
5     Votre code ici
6     */
7     return 0;
8 }
```

Lorsque vous créez un nouveau fichier C, vous pouvez donc toujours commencer par taper ces lignes, et remplir les trous après.

La dernière ligne est la valeur de sortie de la fonction, aussi appelée sa valeur de retour. Pour la fonction main, c'est un entier indiquant comment s'est déroulé le programme. Par convention, la valeur indiquant que tout va bien est 0.

C'est parti La tradition veut que lorsque l'on apprend un nouveau langage, le premier programme que l'on écrit affiche "Hello world".

Exercice 8

Créez un fichier **hello_world.c**, et à l'aide d'un éditeur de texte, recopiez-y le code C suivant :

```
1 #include<stdio.h>
2
3 int main(){
4     // Afficher une salutation
5     printf("Hello world");
6     return 0;
7 }
```

En C, tout ce qui est écrit entre `/*` et `*/` n'est pas pris en compte, y compris sur plusieurs lignes. Idem pour les lignes commençant par `//`. On appelle ces lignes des **commentaire**, elles permettent de donner toutes sortes d'informations aux personnes qui lisent votre code, y compris à vous-même. On verra au fil des TP comment faire de bons commentaires.

G Compilation de code C

Le programme que l'on a écrit n'est pas utilisable en tant que tel, car votre ordinateur n'est pas capable d'exécuter directement du code C. Un programme C doit d'abord être traduit en langage machine, par un logiciel appelé **compilateur**. Le compilateur le plus connu pour le C s'appelle **GCC**, ce qui signifie **GNU C Compiler**¹.

Pour compiler un fichier, il suffit de lancer le compilateur sur ce programme. Par exemple, pour compiler le fichier **mon_programme.c**, on tape dans le terminal² :

```
gcc mon_programme.c
```

Cette commande va créer un nouveau fichier, le résultat de la compilation, qui n'est plus lisible facilement pour les humains, mais que la machine peut exécuter. On appelle un tel fichier un **exécutable** ou un **binnaire**. Tous les programmes que l'on utilise dans la vraie vie (Firefox, PowerPoint, Fortnite, Spotify, etc...) sont des exécutables !

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     printf("Bonjour\n");
5     return 0;
6 }
```

```
eleve@ordi:~/TP1$ ls
mon_programme.c
eleve@ordi:~/TP1$ gcc mon_programme.c
eleve@ordi:~/TP1$ ls
a.out mon_programme.c
eleve@ordi:~/TP1$ ./a.out
Bonjour
```

FIGURE 1 – mon_programme.c

FIGURE 2 – Compilation et exécution

Remarque. Sans options supplémentaires, le programme exécutable compilé s'appelle **a.out**. On peut spécifier un nom en utilisant l'option **-o** (comme **output**). On tape donc :

```
gcc fichier_source.c -o nom_executable
```

Une fois que le programme a été compilé, pour l'exécuter il faut taper **./nom_executable** et pas juste **nom_executable** !

Exercice 9

Q1. Compilez le fichier "hello_world.c", en nommant l'exécutable **hello**.

Q2. Lancez l'exécutable en tapant **./hello**.

On remarque qu'il manque un retour à la ligne. En C, le retour à la ligne s'écrit **"\n"** (comme **newline**), et s'insère directement dans le texte à afficher.

Q3. Modifiez votre code pour rajouter un retour à la ligne au texte affiché et relancez votre programme. N'oubliez pas de recompiler avant !

Q4. Rajoutez votre nom et la date dans un commentaire multiligne.

1. GNU est un des premiers système d'exploitation, je vous laisse chercher la signification de l'acronyme.
2. Attention, il faut que vous soyez dans le répertoire où se trouve le fichier à compiler !

Remarque 1. Un programme C qui n'est pas compilé ne sert à rien. Compiler et exécuter est le seul moyen de pouvoir tester votre programme, de voir et corriger les bugs, et mieux comprendre la programmation C. Pensez donc à compiler et tester le code que vous écrivez régulièrement, et **ne rendez jamais de code que vous n'avez pas compilé** !

H Un langage impératif

Le C est un langage impératif, ce qui signifie qu'un programme C est une suite d'instructions que l'on donne à la machine. Par exemple, dans le programme que vous venez d'écrire, `printf("Hello world !\n");` est une instruction.

Un langage impératif utilise également des *variables*, c'est à dire des boîtes dans lesquelles on peut stocker des valeurs afin de les réutiliser. Par exemple, en C, si l'on écrit :

```
1 x = 5;
```

on stocke le nombre 5 dans la variable appelée x . Ainsi, si plus tard dans le code on écrit $2 * x$, on trouvera bien 10. On peut évidemment modifier la valeur stockée dans une variable :

```
1 x = 5;
2 x = 2*x; // x vaut 10
3 x = 2*x*x - 5*x + 1; // x vaut 151
```

Vous remarquerez que chaque ligne se termine par un point-virgule. En C, les retours à la ligne ne comptent pas, et la différence entre les différentes parties du programme est faite grâce aux accolades `{` et `}`, et aux points virgules. Même si l'on peut techniquement écrire tout programme C sur une seule ligne, on s'assure en pratique de faire un retour à la ligne entre chaque instruction, et de sauter des lignes entre les différents blocs de code.

Remarque. Il existe des compétitions sur internet pour écrire des programmes en utilisant le moins de caractères possible (le **code-golf**). Le cours d'informatique n'en est **pas** une.

I Un langage typé

Le C est un langage typé, ce qui signifie que toutes les variables et les valeurs que l'on y manipule ont un type. Ce type doit être nécessairement indiqué lorsque l'on crée une variable : il indique au compilateur la taille nécessaire au stockage des données et lui permet aussi de détecter certaines erreurs. Voici deux types de base du C :

- **int** : c'est le type des entiers. Il permet de représenter des nombres entre -2 147 483 648 et 2 147 483 647, c'est à dire entre -2^{31} et $2^{31} - 1$. On verra pourquoi en cours, et on verra que cela en fait un type sur 32 bits.
- **float** : c'est le type qui se rapproche le plus des nombres réels. Il signifie "nombre à virgule flottante", ou *nombre flottant* par abus de langage. Il tient également sur 32 bits.

Pour créer une variable flottante s'appelant *coco* par exemple, on écrit :

```
1 float coco;
```

On appelle cela une **déclaration de variable**. On dit que l'on a déclaré `coco`. Lors d'une déclaration, on peut directement assigner une valeur initiale à la variable. Ainsi, les deux bouts de code suivants se comportent pareil :

```
1 float x = 5.25;
```

```
1 float x;
2 x = 5.25;
```

Exercice 10

Sur Cahier de Prépa, dans les documents à télécharger, vous trouverez une archive pour le TP1. Cette archive contient un fichier `a_completer.c` contenant le code suivant :

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     // créer une variable entière x, initialement nulle
5     int x =
6
7     // créer une variable entière y, valant 5 initialement
8
9     // modifier x en lui assignant x+y
10
11    // modifier y en lui assignant y+x
12
13    // répéter les deux dernières étapes une fois de plus
14
15    // afficher x et y
16    printf("x vaut %d, y vaut %d\n", x, y);
17    return 0;
18 }
```

- Q1.** Décompressez l'archive et copiez le fichier dans votre répertoire de TP (dans le sous-dossier correspondant à cet exercice).
- Q2.** Complétez ce programme en suivant les requêtes des commentaires.
- Q3.** Compilez et exécutez votre programme, et vérifiez qu'il affiche "x vaut 15, y vaut 25".

J Manipulation des nombres

Commençons à écrire quelques programmes qui utilisent les types *int* et *float*. Nous avons vu qu'en C, une variable doit être **déclarée**, tout comme son type. Par exemple, pour créer une variable x entière valant 5, on écrit :

```
1 int x = 5;
```

De même, pour créer une variable *zouzou* flottante qui vaut 6.549, on écrit :

```
1 float zouzou = 6.549;
```

Pour afficher les entiers et les flottants, on utilise à nouveau la fonction **printf**. La syntaxe est un peu particulière : on utilise “%d” ou “%f” pour indiquer dans le texte que l’on souhaite insérer un entier ou un flottant, respectivement, puis on spécifie les nombres à afficher, dans le même ordre.

Exercice 11

Lisez le code suivant :

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     int n = 15 ;
5     float prix = 6.99 ;
6
7     printf("J'ai acheté %d t-shirts à %f euros\n", n, prix);
8
9     return 0;
10 }
```

- Q1. Qu'afficherait le programme une fois compilé et exécuté ?
- Q2. Créez un nouveau fichier C, recopiez le programme ci-dessus, compilez et exécutez. Le résultat est-il bien ce que vous aviez prévu ?

Le type d'une variable permet d'indiquer son comportement lié à certaines opérations. Par exemple, la division n'aura pas le même effet sur les *int* et les *float*.

Exercice 12

- Q1. Créez un nouveau fichier C.
- Q2. Créez deux variables flottantes x et y valant respectivement 5 et 2.
- Q3. Créez une nouvelle variable flottante z contenant $\frac{x}{y}$ (en C, la division se fait grâce au symbole $/$). Affichez la valeur de cette variable.
- Q4. Compilez et exécutez le programme, et vérifiez qu'il affiche bien 2.5.
- Q5. Recommencez en utilisant des variables entières à la place. Que remarquez vous ?

Sur les entiers et les flottants, on peut donc utiliser les opérations mathématiques classiques (+, −, ×, /) comme sur une calculatrice. Le symbole pour la multiplication est l'astérisque *.

Exercice 13

Essayons de mélanger les types. Créez un nouveau fichier C.

- Q1. Déclarez une variable `x` entière, valant 3
- Q2. Déclarez une variable `y` flottante, valant 0.25
- Q3. Déclarez une variable `somme_f` flottante valant $x + y$
- Q4. Déclarez une variable `somme_i` entière valant $x + y$
- Q5. Affichez le contenu des 4 variables. Que remarquez vous ?

K Interaction avec le terminal

La fonction `printf` permet aux programmes d'afficher des informations formatées, d'où son nom : "print" signifie "afficher", et le f signifie "formaté".

La fonction `scanf` permet de lire dans le terminal. Elle s'utilise de manière similaire à `printf` en précisant avec `"%d"` et `"%f"` ce qu'il faut scanner.

Exercice 14

Q1. Lisez le code suivant :

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(){
4      int x, y; // permet de déclarer deux variables en même temps
5
6      printf("Entrez x: ");
7      scanf("%d", &x); // Attention: avec scanf, on précède
8                        // les variables du symbole '&'
9      printf("Entrez y: ");
10     scanf("%d", &y);
11
12     printf("x vaut %d, y vaut %d, la somme vaut %d\n", x, y, x+y);
13     return 0;
14 }
```

Que fait-il à votre avis ?

- Q2. Recopiez ce code dans un nouveau fichier C et exécutez le. Testez avec plusieurs valeurs de `x` et `y`.
- Q3. Essayez de rentrer autre chose que des nombres pour faire bugger le programme. Que se passe-t'il ?

Remarque. Un programme qui bug peut avoir un comportement totalement inattendu, et peut même avoir des comportements différents d'une exécution à l'autre !

Exercice 15

Q1. Recopiez et exécutez le programme suivant :

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(){
4      int x, y, z;
5      printf("Entrez des valeurs pour x, y et z:\n");
6      scanf("%d %d %d", &x, &y, &z);
7      printf("La somme des trois nombres est %d\n", x+y+z);
8      return 0;
9  }
```

Q2. Modifier le programme précédent pour qu'il fasse la multiplication de deux flottants plutôt que la somme de trois entiers.

On remarque que dans les arguments de `scanf`, lorsque l'on donne les variables où stocker les nombres lus, on les précède par le signe `&`. Ce symbole, que nous étudierons plus en détail au chapitre 3, permet d'obtenir l'adresse d'une variable, c'est à dire son emplacement dans la mémoire de l'ordinateur.

L Conditions

On rajoute de nouvelles instructions qui permettent de complexifier nos programmes. Ces instructions vont permettre de tester des conditions, et d'exécuter différentes parties du code selon si une condition est vérifiée ou pas.

Exercice 16

Lisez le code suivant :

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main()
4  {
5      int x;
6      int y;
7
8      printf("Entrez x: ");
9      scanf("%d", &x);
10     printf("Entrez y: ");
11     scanf("%d", &y);
12
13     if (x < y){
14         printf("oui\n");
15     } else {
16         printf("non\n");
17     }
18
19     return 0;
20 }
```

En vous appuyant sur vos connaissances en anglais, prédisez ce qu'affiche ce programme. Recopiez le dans un nouveau fichier C afin de vérifier.

Ce nouvel élément du langage s'appelle *instruction conditionnelle*, ou *if-then-else*, ou encore *if-else*. La syntaxe est simple :

```
1  if (CONDITION){
2      /*
3      CODE SI VRAI
4      */
5  } else {
6      /*
7      CODE SI FAUX
8      */
9  }
```

On appelle les morceaux de code à exécuter dans un cas ou dans l'autre les *branches*.

Il est même possible de ne pas spécifier de code à exécuter lorsque la condition est fausse, dans ce cas la syntaxe est :

```
1  if (CONDITION){
2      /*
3      CODE
4      */
5  }
```

Il existe plusieurs types de conditions :

- Le test d'égalité s'écrit `x == y`
- Le test d'inégalité s'écrit `x != y`
- Le test d'infériorité stricte (" $<$ ") s'écrit `x < y`
- Le test d'infériorité large (" $\leq$ ") s'écrit `x <= y`
- Le test de supériorité stricte (" $>$ ") s'écrit `x > y`
- Le test de supériorité large (" $\geq$ ") s'écrit `x >= y`

Exercice 17

Écrivez les programmes suivants (il faut donc un fichier C par question) et testez les sur plusieurs entrées :

1. Un programme demandant de rentrer un entier, et qui dit s'il vaut 0 ou pas.
2. Un programme demandant de rentrer un nombre, et qui dit "cas A", "cas B" ou "cas C" selon si le nombre est :
 - A Strictement plus petit que -0.33
 - B Entre -0.33 et 7.89 au sens large
 - C Strictement plus grand que 7.89

Pensez à bien tester vos programmes, en particulier pour le deuxième regardez ce qui se passe lorsque l'on rentre l'une des deux valeurs critiques.

Afin d'éviter de faire des if imbriqués, on peut combiner les conditions. Il existe 3 opérateurs logiques permettant de faire ces combinaisons :

- Le “ou”, noté `||`. Par exemple : `x = 0 || x = 3` sera vérifiée si, et seulement si, l'une des deux conditions **au moins** est vérifiée, donc si x vaut 0 ou 3.
- Le “et”, noté `&&`. Par exemple : `0 < x && x < 3` sera vérifiée si, et seulement si, les deux conditions sont vérifiées, donc si x est strictement compris entre 0 et 3.
- Le “non”, noté `!`. Par exemple : `!(0 < x && x < 3)` sera vérifiée si, et seulement si, la condition intérieure ne l'est pas, donc si et seulement si x n'est pas strictement contenu entre 0 et 3.

Exercice 18

Écrivez les programmes suivants. Essayez de minimiser le nombre de fois où vous utilisez `if`, en utilisant les opérateurs logiques à bon escient :

1. Un programme demandant de rentrer trois nombres et qui affiche celui qui est entre les deux autres (i.e. la médiane). Vérifiez que votre programme fonctionne toujours si plusieurs valeurs sont identiques
2. Un programme demandant de rentrer un entier n , et affichant :
 - “ga” si n est multiple de 3 mais pas de 5
 - “bu” si n est multiple de 5 mais pas de 3
 - “gabu” si n est multiple de 3 et de 5
 - n si n n'est multiple ni de 3 ni de 5

Vérifiez que dans tous les cas le retour à la ligne s'effectue comme il faut. **Aide** : `a % b` permet d'obtenir le reste modulo b de a .

Exercice 19

Reprenons le programme réalisé dans la question 2 de l'exercice 18. On souhaite le modifier pour qu'il lise un entier n et réalise différents affichages selon la divisibilité de n par 3, 5 et 7 :

Divisible par 3 ?	Divisible par 5 ?	Divisible par 7 ?	Affichage
X	X	X	n
✓	X	X	”ga”
X	✓	X	”bu”
✓	✓	X	”gabu”
X	X	✓	”zo”
✓	X	✓	”gazo”
X	✓	✓	”buzo”
✓	✓	✓	”gabuzo”

- Q1.** Déterminer la logique sous-jacente, et l'implémenter dans un programme le plus court possible, i.e. sans avoir 8 “si-sinon” testant les huit lignes possibles de la table.
- Q2.** Créer une nouvelle version du programme, dans laquelle on teste aussi la divisibilité par 11, en l'associant à la syllabe “meu”, en suivant la logique établie précédemment. La taille de votre programme ne doit pas doubler !

M Gestion du temps et de l'aléatoire

Exercice 20

La librairie **time.h** fournit des fonctions en rapport avec le temps. En particulier, la fonction **time** donne la date actuelle. Cependant elle la donne sous un format particulier : elle donne le nombre de secondes écoulées depuis le *1er janvier 1970 à 00h00m00s*. Pour l'utiliser, on écrit :

```
1 t = time(NULL);
```

ne vous préoccupez pas de ce que veut dire NULL pour le moment, on verra ça plus tard.

Q1. Ce nombre peut-il tenir dans une variable de type int ? En quelle année environ dépasserait-t-il la limite sur un int (voir partie I) ?

Sur la plupart des machines modernes, la fonction time ne renvoie en fait pas un int, mais un **long int** de 64 bits, qui peut représenter les nombres de l'intervalle $[-2^{63}, 2^{63} - 1]$. C'est le cas des machines du lycée. Il faut donc stocker le résultat dans une variable du même type. De plus, le format pour afficher ce type est `%ld` au lieu de `%d` :

```
1 long int t;  
2 t = time(NULL);  
3 printf("Le nombre de secondes depuis le 01/01/1970 est %ld\n", t);
```

Q2. Jusqu'à quelle date environ peut-on utiliser ce format ?

Q3. En utilisant la fonction time, écrivez un programme qui donne l'année et le mois actuel. *Aide : une année fait environ 365.24 jours en moyenne, un mois fait environ 30.44 jours en moyenne.*

Exercice 21

La librairie `stdlib.h` contient de nombreux outils, dont des fonctions permettant de générer des nombres aléatoires. Dans un programme utilisant de l'aléatoire, il faut initialiser le générateur de nombre en lui fournissant une *graine* / *seed*. Une bonne solution³ est de choisir comme seed la valeur renvoyée par la fonction `time` car elle change souvent (une fois par seconde).

Q1. Recopiez, et compilez le code suivant :

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  #include <time.h>
4
5  int main()
6  {
7      // choix de la seed pour l'aléatoire
8      srand(time(NULL));
9
10     int x = rand();
11     int y = rand();
12
13     printf("x: %d, y: %d\n", x, y);
14
15     return 0;
16 }
```

Exécutez maintenant plusieurs fois le programme compilé, à quelques secondes d'intervalle. Qu'observez-vous ?

Q2. Exécutez le programme compilé plusieurs fois en une seconde. Que constatez-vous ? (*Aide* : la flèche du haut permet de remonter l'historique du terminal, vous pouvez donc répéter rapidement une commande en faisant HAUT puis ENTRÉE.)

Q3. Enlevez la ligne `srand(time(NULL));` et regardez comment le programme se comporte à présent.

Pour générer un nombre aléatoire entre 0 et $k - 1$ avec $k \in \mathbb{N}^*$, on prend le résultat de `rand()` modulo k . On considère que le nombre obtenu est choisi de manière uniforme (mais en réalité ce n'est pas exactement le cas).

Q4. Écrivez un programme qui tire et affiche un nombre aléatoire entre 0 et 99 inclus.

Q5. Écrivez un programme qui tire et affiche un nombre aléatoire entre 10 et 20 inclus.

A retenir L'instruction `srand(time(NULL));` s'utilise une seule fois au début de la fonction `main`, et sert à initialiser le générateur d'aléatoire. Dans tout le reste du programme, écrire `rand()%a` permet d'obtenir un nombre aléatoire entre 0 et $a - 1$ inclus.

3. C'est une bonne solution dans le cadre du cours pour apprendre à coder en C, mais dans un vrai programme ça serait très dangereux car des utilisateurs malveillants pourraient "prédire l'aléatoire" !

N Exercice libre

Exercice 22

Imaginez et implémentez un programme qui utilise les notions suivants :

- Les types int/float
- Des opérations arithmétiques
- Un ou plusieurs if-else
- De la saisie et de l’affichage

Commentez ce programme pour expliquer succinctement ce qu’il fait, en segmentant les étapes principales, en décrivant les variables cruciales, etc... Si vous n’avez pas d’idées, vous pouvez piocher dans la liste suivante :

- Un jeu demandant de résoudre une grosse addition, et qui affiche le temps mis pour la résoudre.
- Un programme calculant les solutions d’une équation du second degré
- Un quiz chronométré sur les trois œuvres du programme de français.
- Un comparateur de prix : on saisit le poids en kilogrammes et le prix en euros de deux articles, et le programme dit lequel coûte le moins cher au kilo.
- Un programme demandant de rentrer un chiffre entre 1 et 9, et qui affiche ce chiffre en toutes lettres.

Si vous souhaitez calculer des racines, des cosinus, ou d’autres opérations mathématiques classiques, vous aurez besoin de la librairie `<math.h>`. Pour l’utiliser, il faut non seulement écrire `#include <math.h>` au début de votre programme C, mais aussi rajouter l’option `-lm` (comme **Link Math**) à la fin de la commande de compilation :

```
gcc mon_programme.c -o nom_executable -lm
```

Si vous êtes déjà à l’aise en C, vous pouvez évidemment utiliser des notions que l’on n’a pas encore vu : fonctions, boucles, pointeurs, structures, fichiers...