

Dans ce chapitre, vous allez entrer enfin dans le vif du sujet et écrire vos premiers programmes en C++. Le but sera d'avoir un aperçu du processus de compilation, d'afficher des messages et de faire quelques calculs simples.

Programme C++ minimal

Créer une application en C++ n'est pas très compliqué. Commençons par voir un code C++ minimal, qui permet de créer un programme qui ne fait rien. Même s'il ne fait rien, nous allons pouvoir aborder quelques notions importantes.

Tester l'environnement de compilation en ligne

Pour commencer, revoyons les étapes pour lancer un programme sur l'éditeur en ligne que vous allez utiliser dans ce cours (vous avez déjà réalisé cette procédure le chapitre [comment_realiser_les_exercices_de_ce_cours](#) pour tester les codes d'exemple). Cliquez sur le lien suivant, avec le bouton droit de la souris et choisissez "Ouvrir le lien dans un nouvel onglet" : [Tester le code C++ minimal](#). Ce lien permet d'ouvrir un environnement de développement en ligne, qui contient un éditeur pour écrire le code C++ et un compilateur pour transformer votre code C++ en programme exécutable.

Vous pouvez également copier le code suivant dans un éditeur en ligne (<http://coliru.stacked-crooked.com/> Coliru, <http://ideone.com/> IdeOne ou autre), dans n'importe quel éditeur installé sur votre ordinateur (Qt Creator, Visual C++, Code::Block ou autre) ou dans un simple éditeur de texte.

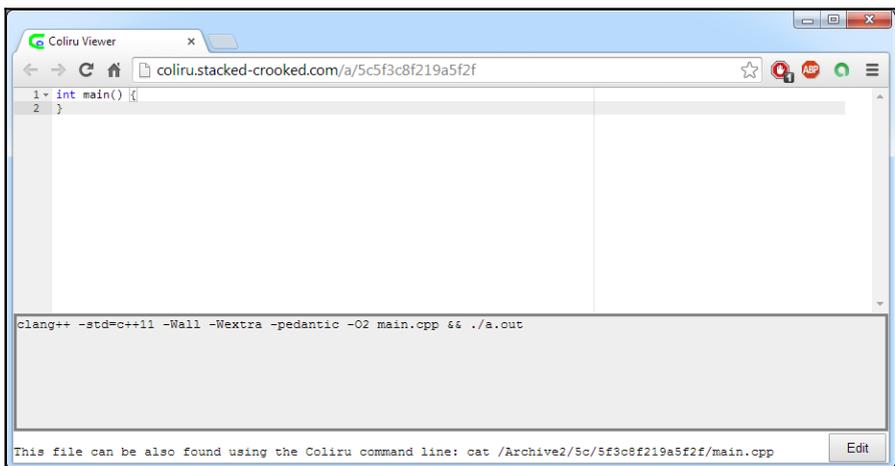
main.cpp

```
int main() {
```

```
}
```

Dans le début de ce cours, vous pouvez utiliser un éditeur en ligne, ce qui évite l'installation, dans un premier temps, d'un environnement de développement. Mais, bien sûr, la création d'un programme C++ professionnel nécessitera d'installer de nombreux outils pour faciliter le développement et apporter des garanties la qualité du logiciel. Cela sera détaillé dans la suite de ce cours.

La nouvelle fenêtre ressemble à l'image suivante :



Mettre à jour les images pour utiliser le C++14 :

```
clang++ main.cpp -std=c++14 -Wall -Wextra -pedantic -O2 &&  
./a.out
```

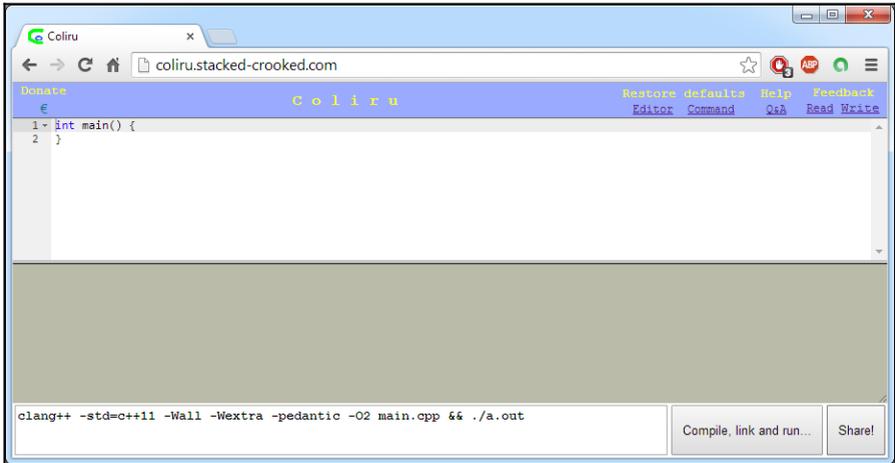
Cette fenêtre se décompose en deux parties. De haut en bas :

- le code du programme ;
- le résultat de la compilation et l'exécution.

Pour le moment, vous ne pouvez pas modifier ce code, cette fenêtre est en fait une simple archive du code qui a été créé pour ce cours. Pour

pouvoir modifier et tester ce code, vous devez cliquer sur le bouton "Edit" en bas à droite de la fenêtre.

L'aspect de la fenêtre change pour ressembler à l'image suivante :



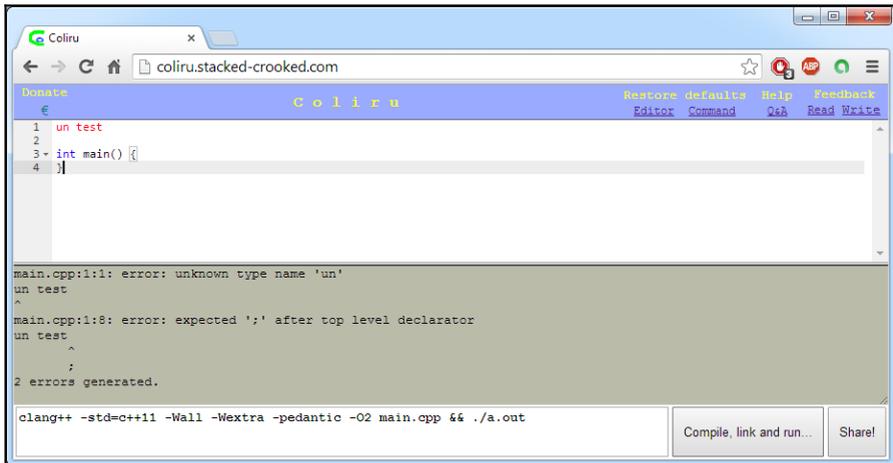
Cette nouvelle fenêtre contient maintenant trois parties. De haut en bas :

- Dans la partie du haut, l'éditeur de code, qui contient le code C++ de votre programme. Contrairement à l'étape précédente, vous pouvez maintenant modifier ce code en cliquant dessus et en tapant le code sur le clavier.
- La partie centrale grise, le résultat de la compilation et de l'exécution du programme. Pour le moment, comme vous n'avez pas lancé le programme, cette partie est vide.
- Dans la dernière partie, les instructions pour la compilation et l'exécution du programme.

Pour lancer la compilation et l'exécution, il vous suffit de cliquer sur le bouton "Compile, link and run..." en bas à droite. Si vous le faites, vous verrez que l'éditeur change de couleur quelques instants, mais rien ne change dans la partie centrale grise.

La raison est simple : le code minimal donné ne fait rien et donc rien ne s'affiche, ce qui donne l'impression que rien ne se passe. Mais faites une

petite modification du code (n'importe quoi, c'est pour tester) et relancer la compilation, vous verrez des messages s'afficher dans la partie grise :



Même sans comprendre ce qui se passe, vous pouvez voir un mot dans la partie grise qui n'est pas compliqué à comprendre : "error". Le compilateur a analysé le code C++ entré et a déterminé que ce code n'était pas valide. Il indique donc ce qu'il n'a pas compris (vous verrez par la suite, le compilateur est un ami, qui va beaucoup vous aider, en indiquant les erreurs que vous faites. Il faudra juste apprendre à le comprendre).

Ce résultat est normal, puisque l'on écrit n'importe quoi dans le code ! Vous allez apprendre à écrire du code C++ correct dans la suite de ce cours, mais avant cela, vous devez comprendre les bases de la compilation d'un code C++ et de l'exécution d'un programme.

La compilation d'un code C++

Fondamentalement, une application est une suite d'instructions donnée au processeur de votre ordinateur, qui lui indique les tâches qu'il doit accomplir. Un processeur ne connaît qu'un seul langage, appelé langage machine, spécifique à chaque type de processeur. Un langage machine est difficilement compréhensible pour les humains et il est donc très peu

utilisé. C'est pour cela que les programmes sont écrits dans des langages plus compréhensibles pour les humains, appelés *langages de programmation* (le C++ est un exemple de tel langage).

Le problème est que le processeur est incapable de comprendre autre chose que le langage machine. Il faut donc passer par une étape, qui convertit un code écrit dans un langage de programmation en programme en langage machine.

La compilation est le processus qui transforme le code C++ en programme exécutable par un ordinateur.

Cette étape est donc indispensable pour tester vos programmes écrits en C++. La compilation est en fait constituée de plusieurs étapes (qui seront détaillées dans un prochain chapitre), chaque étape nécessitant l'utilisation d'un programme dédié. Vous verrez également dans un prochain chapitre différents outils de compilation, comment les installer et les utiliser. C'est pour éviter les problèmes liés à l'installation et l'utilisation de ces outils que vous utilisez dans un premier temps dans ce cours un environnement de compilation en ligne, qui possède déjà tous ces outils.

Classifications historiques des langages

Historiquement, les langages étaient classifiés selon plusieurs critères. Par exemple, on distinguait les langages compilés et les langages interprétés. Ou les langages de haut niveau et bas niveau.

Avec un **langage compilé**, les étapes de compilation et d'exécution sont séparées dans le temps (comme vous venez de le voir pour le C++) alors que pour un **langage interprété**, la conversion en langage machine a lieu en même temps que l'exécution.

Un langage est dit de **bas-niveau** lorsqu'il est proche du langage machine, un langage est **haut-niveau** lorsqu'il est proche du langage humain. (les définitions de "haut" et "bas-niveau" ne sont pas formalisées et dépendent des auteurs. Peut importe ici, lire la suite).

De nos jours, cette distinction n'est plus forcément pertinente, beaucoup

de langages peuvent être utilisés via compilation et interprétation, voire même un mélange de deux.

Revenons sur le compilation de notre code C++ minimal. Dans l'éditeur utilisé, la compilation est réalisée en suivant les instructions données dans la partie du bas de la fenêtre. Cette partie (que vous pouvez également modifier) contient les instructions suivantes :

```
clang++ -std=c++11 -Wall -Wextra -pedantic -O2 main.cpp &&  
./a.out
```

Ces instructions sont en fait des commandes Linux (le serveur utilisé par l'éditeur tourne sous Linux - mais les commandes sur Windows ou Max OS X sont très proches). Si vous ne savez pas utiliser Linux en ligne de commande, ce n'est pas très grave (pour le moment... un développeur doit quand même avoir quelques bases sur l'utilisation des lignes de commandes).

Vous pourrez utiliser par la suite des outils qui se chargeront d'appeler ces instructions pour vous, de façon transparente. Mais gardez quand même en mémoire que quel que soit l'outil que vous utiliserez, celui-ci ne fera rien d'autre que d'appeler ces instructions, comme vous pourriez le faire vous-même (certains préfèrent d'ailleurs compiler manuellement leurs programmes en utilisant directement des lignes de commande).

Les instructions suivantes réalisent en fait deux tâches : lancer la compilation puis lancer l'exécution. Chaque étape est séparée par l'opérateur `&&` ou par un retour à la ligne. Ainsi, le code précédant peut également s'écrire :

```
clang++ main.cpp -std=c++14 -Wall -Wextra -pedantic -O2  
./a.out
```

Remarque : dans l'éditeur, pour ajouter un retour à la ligne dans la partie du bas, il faut appuyer sur les touches `Shift` + `Entrée` du clavier. Appuyer simplement sur la touche `Entrée` lance la compilation et l'exécution.

La première ligne, qui nous intéresse pour le moment, permet de lancer

la compilation. Cette ligne se décompose de la façon suivante :

```
<compilateur>           = clang++  
<fichier à compiler>    = main.cpp  
<options de compilation> = -std=c++14 -Wall -Wextra  
                          -pedantic -O2
```

Voyons ces éléments en détail. La commande `clang++` permet de lancer un programme de compilation (le compilateur - qui convertie le code C++ en langage machine) appelé Clang. Ce compilateur est gratuit et l'un des plus à jour pour le support du C++. L'éditeur Coliru permet d'utiliser un autre compilateur appelé GCC, que vous pouvez utiliser en remplaçant `clang++` par `g++`.

La valeur `main.cpp` est le nom du fichier à compiler. Par défaut, le code dans l'éditeur Coliru est enregistré dans ce fichier, il faut donc indiquer à Clang qu'il doit compiler ce fichier.

Pour terminer, les options de compilation permettent de spécifier à Clang comment il doit compiler le code. Il existe plusieurs centaines d'options de compilation, il ne sera pas possible de toutes les détailler dans ce cours. Pour résumer les options utilisées ici, sachez que l'option `-std=c++14` permet d'activer le support de la norme la plus récente du C++, les options `-Wall -Wextra -pedantic` permettent de vérifier de nombreuses erreurs de programmation dans vos codes et l'option `-O2` permet d'optimiser le programme généré.

Il est important de connaître le processus et les options de compilation, cela sera détaillé dans la suite du cours. Cependant, pour les codes d'exemple et les exercices donnés dans ce cours, les instructions de compilation seront données, vous n'aurez pas besoin de les modifier.

Pour en savoir plus sur ces compilateurs, vous pouvez consulter les pages correspondantes de Wikipédia : [Clang](#) et [GCC](#). Vous pouvez également consulter les sites officiels : [Clang](#) et [GCC](#), en particulier les documentations pour connaître les options de compilation utilisables.

Notez aussi qu'il existe un dernier compilateur très utilisé, celui fourni par Microsoft : [Visual Studio](#). Ce n'est pas le compilateur qui fournit le meilleur support du C++14 - bien qu'ils ont fait de grands progrès sur ce point - mais il reste incontournable sur Windows.

L'exécution d'un programme C++

Par défaut, le programme généré par la compilation s'appelle `a.out`. L'instruction `./a.out` permet donc de lancer son exécution. (Pour rappel, le code actuel ne fait rien, l'exécution ne produit aucun message dans la fenêtre de sortie de Coliru pour le moment).

Le schéma suivant résume l'ensemble des étapes de compilation et d'exécution :



Il est possible de changer le nom du programme généré en utilisant l'option `-o` (pour *output*, qui signifie *sortie*), par exemple :

```
clang++ main.cpp -o mon_programme -std=c++1y -Wall -Wextra  
-pedantic -O2  
./mon_programme
```

La fonction main

Revenons maintenant sur le code C++ de notre programme. Ce code minimal définit une fonction appelée `main`, qui ne fait rien :

```
int main() {  
}
```

Pour le moment, vous ne savez pas créer une fonction en C++ et ce code peut vous paraître obscur. Savoir créer des fonctions est un point

important de votre apprentissage du C++, mais il n'est pas possible de voir cela en détail dans un seul chapitre. Cela sera détaillé par la suite.

Mais pas de panique. Maîtriser les fonctions n'est pas nécessaire pour créer une fonction `main`. En effet, la façon d'écrire une fonction `main` (on parle de sa *signature*) est définie par la norme C++. Donc, en pratique, vous devrez simplement copier à l'identique cette fonction pour créer un programme C++ de base.

Fondamentalement, un programme est simplement une suite d'instructions que l'on donne à l'ordinateur, pour réaliser une tâche. Tout comme il est souvent possible de décomposer une tâche en plusieurs sous-tâches plus simples, un programme sera décomposé en fonctions, qui sont des suites d'instructions destinées à réaliser une sous-tâche particulière.

Une fonction pourra appeler d'autres fonctions, qui pourront à leur tour appeler d'autres fonctions, jusqu'à ce que l'ensemble des fonctions appelées réalisent le travail demandé.

La fonction `main` est un peu particulière puisque qu'elle est appelée par le système d'exploitation. Elle est obligatoire dans un programme. Si vous ne créez pas de fonction `main` ou si vous en créez plusieurs, le système d'exploitation ne saura pas comment lancer votre application et produira une erreur. Par contre, vous ne pouvez pas vous-même appeler cette fonction, seul le système peut l'appeler.

Vous apprendrez par la suite à créer des fonctions et leurs syntaxes en détail, mais pour comprendre la fonction `main`, voici quelques explications. Comme indiqué ci-dessus, une fonction est une suite d'instructions, qui peut être appelée par une autre fonction. L'appel d'une fonction se déroule en trois étapes :

- le code appelant appelle la fonction à partir de son nom, en lui transmettant des informations si besoin ;
- la suite d'instructions correspondant à la fonction appelée est exécutée ;
- la fonction se termine en transmettant éventuellement une

réponse à la fonction appelante.

Ces trois étapes apparaissent dans la déclaration d'une fonction, avec la syntaxe suivante :

```
InformationsRetournées NomDeLaFonction(InformationsEnvoyées)
BlocDeCode
```

- La déclaration d'une fonction commence par définir les informations retournée par le fonction (encore appelé paramètre de retour de la fonction) lorsqu'elle se termine. Dans le cas de la fonction `main`, celle-ci retourne toujours une information de type `int`, qui signifie un nombre entier (*integer* en anglais).
- Ensuite vient le nom de la fonction, `main` dans ce cas.
- Les informations d'entrée sont définies à la suite du nom de la fonction, entre parenthèses. Lorsqu'il n'y a pas d'informations envoyées, il faut mettre les parenthèses avec rien dedans.
- La fonction se termine en indiquant la suite d'instructions dans un bloc de code. Chaque instruction se termine par un point-virgule, un bloc est encadré par des accolades. Dans notre code d'exemple minimal, le bloc d'instruction est vide, il n'y a que les accolades.

Dans le cas de la fonction `main`, les paramètres d'entrée et de retour de la fonction sont définie par la norme du langage et ne peuvent pas prendre n'importe quelle forme. Dans la majorité des cas, vous n'utiliserez que les deux syntaxes suivantes :

```
int main() {}
int main(int argc, char* argv[]) {}
```

La seconde syntaxe permet d'envoyer des informations au programme lors du lancement de l'application. L'utilisation de ces arguments sera détaillée dans la suite de ce cours.

Mise en forme du code

Dans un code C++, les espaces et les retours à la ligne ne sont pas pris en compte dans la compilation (sauf bien sûr si vous accoler deux termes ensembles, comme par exemple écrire `intmain` sans espace, ce qui ne sera pas compris pas le compilateur). Vous pouvez donc ajouter des espaces et des retours à la ligne de façon à rendre votre code le plus lisible possible, sans que cela ne change votre programme.

Un code sera plus souvent lu qu'il ne sera écrit. Prendre le temps de le présenter correctement permet de gagner du temps au final. Ainsi, le programme d'exemple peut s'écrire selon la façon suivante :

```
int main(){}
```

```
int  
main()  
{  
}
```

```
int    main    (    )    {    }
```

En pratique, pour qu'un code soit facilement lisible par plusieurs personnes, il est possible de définir des règles d'écriture du code. Il existe plusieurs conventions pour ces règles, à vous de choisir celles qui vous conviennent.

Peu importe les règles de codage que vous choisissez, le plus important est surtout d'avoir des règles et de les respecter.

En particulier, un point important est le respect de l'indentation. L'indentation correspond aux espaces placés en début d'une ligne. Le début des lignes doit être alignés selon leur niveau hiérarchique.

Vous trouverez des exemples de styles d'indentation du code dans [la page de Wikipédia](#) correspondante. Dans ce cours, j'utiliserais le

style K&R.

Il existe des outils permettant de mettre en forme le code et vérifier que la présentation du code respect les règles que vous avez fixé. Ces outils seront présentés dans la suite de ce cours.

Commentaires du code

Dans la majorité des cas, les noms utilisés dans vos codes seront suffisant pour pouvoir comprendre ce qu'ils sont sensé faire (en fait, il faudra choisir des noms suffisamment clairs pour rendre le code compréhensible). Mais parfois, cela ne sera pas suffisant, il faudra ajouter des commentaires dans le code, qui ne sont pas lus par le compilateur et sont destinés uniquement aux développeurs.

Il existe deux formes de commentaires, les commentaires sur une ligne et les commentaires sur plusieurs lignes. Les commentaires peuvent être placés n'importe où dans votre code. Pour écrire un commentaire sur une ligne, vous devez utiliser deux barres obliques `//` suivies du commentaire. Pour un commentaire sur plusieurs lignes, il faut commencer le commentaire par une barre oblique puis un astérisque `/*` et terminer le commentaire par un astérisque puis une barre oblique `*/`.

```
// un commentaire sur une ligne

int main() { // un commentaire en fin d'une ligne
    /* un
    commentaire
    sur
    plusieurs
    lignes */
}
```

Exercices

Compilation et exécution

Dans les commandes de compilation et d'exécution, il est possible d'utiliser la commande `echo` suivie d'un texte pour afficher un message.

- Modifier les instructions de compilation pour afficher un message avant la compilation et un autre après l'exécution :

```
**** Compilation du programme C++ ****
...
**** Exécution du programme C++ ****
...
```

- Modifier le code de compilation pour compiler deux fois le programme, avec les options d'avertissement et sans les options d'avertissement :

```
**** Compilation du programme C++ avec les avertissements
****
...
**** Compilation du programme C++ sans les avertissements
****
...
**** Exécution du programme C++ ****
...
```

- Modifier le code de compilation et d'exécution pour nommer le programme "mon_programme" au lieu de "a.out".

La fonction main

En fait, en plus des deux syntaxes possible pour la fonction `main`, il existe une troisième syntaxe.

- Trouvez dans la [documentation du langage C++](#) la page correspondant à la fonction `main`.

- Trouvez ensuite la troisième syntaxe possible pour la fonction `main`.
- Il est courant d'écrire au début de chaque code la licence d'utilisation du code, les coordonnées de l'auteur, la date de modification et d'autres informations utiles. Modifier le code de la fonction `main` pour ajouter ces informations sous forme de commentaires.

Chapitre précédent	Sommaire principal	Chapitre suivant
------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------

Cours, C++