

# Chapitre 7 : Maintenance et modules

## Construction et maintenance de logiciels

Guy Francoeur

basé sur les travaux d'Alexandre Blondin Massé, professeur

6 janvier 2019

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

# Table des matières

1. Documentation
2. Introduction à la maintenance
3. Modification : précompilation, trace, debug
  - Précompilation
  - Trace
  - GNU gdb
4. Modules en C

1. Documentation
2. Introduction à la maintenance
3. Modification : précompilation, trace, debug
4. Modules en C

# Plusieurs types de documentation

- ▶ En-tête de **fonctions** (*docstrings*);
- ▶ En-tête de **fichiers** (auteurs, license, version, etc.);
- ▶ Guide de l'**utilisateur**;
- ▶ **Tutoriels**;
- ▶ Guide du **développeur**;
- ▶ Documentation des **modifications** apportées;
- ▶ Code **source**, etc.

- ▶ Il existe de nombreux **compilateurs** C/C++ :
  - ▶ **gcc**;
  - ▶ **Borland C++**;
  - ▶ **Intel C++**;
  - ▶ **Microsoft (Visual Studio/Code) C/C++**;
  - ▶ etc.
- ▶ C a été **standardisé** dans les années **80** (norme **ANSI**);
- ▶ En particulier, il n'y a aucun **standard** de **documentation** qui a été proposé;
- ▶ Plusieurs conviennent d'utiliser les **“doctrings”** comme dans le langage **Java** compatibles avec le générateur de documentation **javadoc**.

# Documentation des fonctions

- ▶ L'**en-tête** de chacune des **fonctions** devrait toujours être documentée :
- ▶ Exemple :

```
/**  
 * Retourne une valeur non nulle si le point  
 * donné se trouve à l'intérieur du triangle  
 * donné.  
 *  
 * @param t    Un triangle  
 * @param p    Un point  
 * @return     Une valeur non nulle si le point  
 *             donné se trouve à l'intérieur du  
 *             triangle, 0 sinon  
 */  
int estDansTriangle(Triangle t, Point2D p);
```

- ▶ De la même façon, il est important de documenter l'**en-tête des fichiers** :
- ▶ Exemple :

```
/**  
 * Fichier geometrie.h  
 *  
 * Ce module fournit différents services de  
 * manipulation de figures géométriques en  
 * dimension 2.  
 *  
 * Exemples typiques d'utilisation :  
 * ...  
 *  
 * @author Alexandre Blondin Masse  
 * @version 1.0  
 */
```

# Étiquettes Javadoc

Étiquette	Description
@author	Auteur du module ou de la fonction
@deprecated	Indique que la fonction ou le module ne devrait plus être utilisé
@exception	Décrit le type d'exception qui peut être soulevée
{@link}	Insère un lien vers un autre module, fonction, etc.
@param	Une brève description d'un paramètre de fonction
@return	Une brève description de la valeur de retour d'une fonction
@see	Indique une fonction ou un module relié
@version	Indique le numéro de version de la fonction ou du module
etc.	



- ▶ Site officiel;
- ▶ Dépôt sur Github;
- ▶ Système de **documentation** pour **plusieurs langages**, dont C/C++;
- ▶ Il permet de générer une documentation **en ligne** sous format **HTML**;
- ▶ Aussi un **manuel de documentation** sous format **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X**;
- ▶ Sous licence **GPL**;
- ▶ **Portable** et **configurable**.

- ▶ **Étape 1** : Installation.
  - ▶ Dépend des **systèmes**;
  - ▶ Sous les systèmes **Unix**, s'assurer que le **binaire** soit accessible depuis n'importe où (ajouter dans la variable **PATH**).
- ▶ **Étape 2** : Génération du fichier de configuration.  
`doxygen -g config`
- ▶ **Étape 3** : Configuration. On peut choisir entre autres la **langue**, les fichiers qu'on souhaite **documenter**, etc.
- ▶ **Étape 4** : Génération de la documentation.  
`doxygen config`

# Exemple

Avec modification des paramètres suivants :

```
# Choix de la langue
```

```
OUTPUT_LANGUAGE = French
```

```
# Documentation de tous les fichiers
```

```
EXTRACT_ALL      = YES
```

```
# Affiche les fichiers sources
```

```
SOURCE_BROWSER  = YES
```

# Table des matières

1. Documentation
2. Introduction à la maintenance
3. Modification : précompilation, trace, debug
4. Modules en C

# Maintenance de logiciels

- ▶ Modification d'un logiciel **déjà livré**;
- ▶ Souvent pour **corriger des erreurs** ou des **bogues**;
- ▶ Parfois pour **ajouter** une fonctionnalité, améliorer les **performances**, faire une **refactorisation** du code à cause d'un changement de politique ou façon de faire;
- ▶ On évalue à **20%** les activités de **développement de nouveaux logiciels**;
- ▶ Par opposition à **80%** qui concernent la **maintenance** :
  - ▶ **20%** pour la correction de bogues;
  - ▶ **30%** pour l'adaptation de logiciels;
  - ▶ **50%** pour l'amélioration;

# Cas des entreprises non informatiques

- ▶ Dans le cas des compagnies qui n'ont pas une **vocation informatique**, la **maintenance** occupe une place plus importante encore;
- ▶ Il y a en particulier très peu de **développement logiciel**;
- ▶ Souvent, on doit **intégrer** des logiciels déjà existants;
- ▶ Par exemple, **développer des interfaces** entre différents logiciels;
- ▶ Développement de **rapports** et autres outils de **consultation des données**.

## Coût de la maintenance (1/2)

- ▶ Il est beaucoup plus difficile de modifier un système en **activité** qu'un système en **développement**;
- ▶ Il faut en particulier mesurer les **impacts** sur les opérations et **limiter ces impacts**;
- ▶ Souvent, les responsables de la **maintenance** ne sont pas ceux qui ont participé au **développement**;
- ▶ Il faut prévoir un **temps d'apprentissage** au niveau :
  - ▶ **fonctionnel** : **Que fait** le logiciel ? À quoi **sert-il** ?
  - ▶ **structurel** : Quelle est la **structure** du logiciel ? Comment est-il **décomposé** ?
  - ▶ **technique** : **Langages** de programmation, **outils**, **styles**, etc.

## Coût de la maintenance (2/2)

- ▶ Plus un programme est **vieux**, plus il a subi des **activités de maintenance**, plus il est **complexe à modifier**;
- ▶ Plusieurs critères font en sorte qu'il est **préférable** de garder un vieux système que de le **changer** :
  - ▶ Performance **connue** et satisfaisante du système;
  - ▶ Coût d'investissement **trop élevé**;
  - ▶ **Risque trop élevé** de changer de système.
- ▶ Cas typique : plusieurs de systèmes dans le milieu **bancaires** et **financiers** utilisent encore du **Cobol** et du **Fortran**.



# Étapes lors de la maintenance (1/2)

Avant de **programmer** :

- ▶ On doit **comprendre le logiciel**, au niveau fonctionnel et structurel;
- ▶ Comprendre les **modifications demandées**;
- ▶ Évaluer de quelles façons ces **modifications** peuvent être apportées;
- ▶ Si possible, proposer une ou plusieurs approches de **mise en oeuvre** des modifications demandées;
- ▶ Évaluer l'**impact** de la réalisation de ces modifications :
  - ▶ Les **structures de données** sont-elles affectées ?  
Dans **quelles proportions** ?
  - ▶ Quelles sections de code sont **touchées** ?

## Étapes lors de la maintenance (2/2)

- ▶ Choisir la solution la **moins coûteuse**, la **moins complexe** et la **plus facile à maintenir** à long terme;
- ▶ L'**implémenter** en respectant le plus possible le **style de programmation**;
- ▶ Mettre à jour les **plans de tests** (unitaires et intégrés) ou en ajouter si inexistants;
- ▶ Vérifier que le nouveau programme passe les **tests**;
- ▶ Documenter les **modifications apportées**, en particulier, décrire le **problème** et la **solution** apportée;
- ▶ Si nécessaire, donner une **formation** aux utilisateurs sur les **nouvelles fonctionnalités**;
- ▶ **Coordonner** la mise en production.

# Documentation de la maintenance

- ▶ Les logiciels de **contrôle de version** prennent en charge de plus en plus la documentation de la **maintenance**;
- ▶ Cependant, dans certains cas, il est important de documenter la **maintenance** directement dans le code;
- ▶ Dans l'en-tête de chaque **fichier modifié** indiquer la **date**, l'**auteur** et s'il y a lieu la **référence** de la modification;
- ▶ Pour chaque **fonction** ou **bloc modifiés**
  - ▶ expliquer le **problème** et la **solution** apportée;
  - ▶ indiquer l'**auteur** et la **date**;
- ▶ En cas de **suppression** ou de **modifications majeures** de sections de code, il est **rarement** pertinent de garder les **anciennes versions** en **commentaires**;

# Table des matières

1. Documentation
2. Introduction à la maintenance
3. Modification : précompilation, trace, debug
  - Précompilation
  - Trace
  - GNU gdb
4. Modules en C

# Directives au préprocesseur

- ▶ Préfixées par le symbole #;
- ▶ Directives :
  - ▶ #include;
  - ▶ #define;
  - ▶ #if;
  - ▶ #endif;
  - ▶ #ifndef, etc.
- ▶ Les directives sont **lues et interprétées** par le préprocesseur avant même de procéder à la **compilation** des différents fichiers.

# Symboles

- ▶ Pour définir un **symbole** ou une **macro**, on utilise la directive

```
#define <identificateur> <valeur>
```

- ▶ Le préprocesseur remplace toutes les occurrences de **<identificateur>** (comme mot) par **valeur**;
- ▶ La valeur est donnée par **le reste de la ligne**;
- ▶ Pour affecter une valeur sur **plusieurs lignes**, il faut utiliser le caractère **\**;
- ▶ La **portée** du symbole s'étend jusqu'à la **fin du fichier** dans lequel il est défini;
- ▶ Sauf si on trouve une commande

```
#undef <identificateur>
```

# Définition de symboles à la compilation

- ▶ Il est possible de définir des symboles à la compilation seulement :

```
$ gcc -DLINUX fichier.c
```

ce qui est équivalent à mettre la directive suivante dans `fichier.c` :

```
#define LINUX
```

- ▶ On peut également donner une **valeur** au symbole :

```
gcc -DLANGUE=FR fichier.c
```

ce qui est équivalent à :

```
#define LANGUE FR
```

# Symboles prédéfinis

Fichier **predefini.c** :

```
//predefini.c
#include <stdio.h>

int main() {
    printf("%s\n", __FILE__); // Nom du fichier source courant
    printf("%d\n", __LINE__); // Numéro de la ligne courante
    printf("%s\n", __DATE__); // Date de compilation (format MMM
        JJ AAAA)
    printf("%s\n", __TIME__); // Heure de compilation (format HH
        :MM:SS)
    printf("%d\n", __STDC__); // 1 si le compilateur est
        conforme à la norme ISO
    return 0;
}
/*
predefini.c
7
Oct 27 2017
08:12:52
1
*/
```



# Constantes

- Dans certains cas, il est **nécessaire** d'utiliser des symboles pour définir des **constantes** :

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

```
int main() {  
    const int nbLig = 2;  
    int a[nbLig] = {1,2};  
}
```

tableau.c: In function main:

tableau.c:6:5: erreur: un objet de taille variable  
peut ne pas être initialisé

```
    int a[nbLig] = {1,2};  
    ^
```

tableau.c:6:5: attention : éléments en excès dans l'  
initialisation de tableau [enabled by default]

tableau.c:6:5: attention : (near initialization for  
a) [enabled by default]

# Directives

- ▶ Pour le **compilateur**, les variables constantes sont des **variables** qu'on ne peut modifier, mais pas des **constantes**.
- ▶ Il est nécessaire d'utiliser une **directive #define** pour créer un symbole utilisable avec les tableaux;
- ▶ Les avertissements vont disparaître;

```
//tableau2.c
#include <stdio.h>

#define NB 2

int main() {
    int a[NB] = {1,2};
    printf("%d, %d\n\n", a[0], a[1]);
}
```

- ▶ Une **macro-fonction** est un symbole **paramétrable**;

- ▶ **Syntaxe** :

```
#define f(x1,x2,...,xn) <corps>
```

- ▶ Le remplacement ne se fait que pour les **occurrences** de la forme

$f(v_1, v_2, \dots, v_n)$

# Dangers associés aux macro-fonctions

- ▶ Mauvaise **substitution** si le corps et les paramètres ne sont pas correctement **parenthésés**;
- ▶ Les paramètres peuvent être évalués **plusieurs fois**;
- ▶ **Erreurs** lorsqu'il y a des **effets de bord**;
- ▶ **Inefficacité** lors d'évaluations **multiples**;
- ▶ Conclusion : ne pas utiliser de **macro-fonctions** et favoriser l'utilisation de **fonctions** de la façon habituelle.

# Utilisations fréquentes

- Gestion du **paramétrage** de **différentes versions** du même programme :

```
#ifdef LINUX
#include "linux.h"
#else
#ifdef MAC_OS
#include "mac_os.h"
#endif
#endif
```

- Blocage des **inclusions multiples** des en-tête :

```
#ifndef PILE_H
#define PILE_H

//code ici ...

#endif
```

# Trace conditionnelle

- Il est possible d'avoir des traces conditionnel grâce au directives;

```
//trace.c
#include <stdio.h>
#include "outils.h"
int main () {
#ifdef TRACE
    printf("argc est:%d",argc);
#endif
    for (int i=0;i<argc;++i) {
        cmdline(argc, argv);
    }
    return 0;
}
```

- Pour activer les traces nous compilons avec :  
\$ gcc -DTRACE -std=c99 -o trace trace.c

- ▶ GNU gdb est le *débugger* de base inclus avec le compilateur **GCC** ou **G++**;
- ▶ `$ gcc -g` est requis pour utiliser gdb;
- ▶ il est lancé par la commande : `$ gdb`;
- ▶ ou avec le programme : `$ gdb ./exo8`;

# GNU gdb - les options

option		description	usage	description FR
breakline	b		b 1	arrête à la ligne 1
next	n	step over	n	exécute une ligne
step	s	step into	s	exécute, si fonction on entre
print	p		p a	affiche la variable a
run	r	running	run	exécute jusqu'au break
quit	q	quit gdb	quit	quitter gdb



# Table des matières

1. Documentation
2. Introduction à la maintenance
3. Modification : précompilation, trace, debug
4. Modules en C

- ▶ Typiquement, un **module** en C est divisé en **deux fichiers**;
- ▶ Un premier **fichier.h**, qui contient l'**interface**;
- ▶ Et un second **fichier.c** qui contient l'**implémentation** de cette interface;
- ▶ Avantages de **séparer** l'interface de la **mise en oeuvre** ?

# Extensions des fichiers

- ▶ En principe, pour les systèmes **Unix**, les extensions n'ont pas d'importance;
- ▶ Par contre, elles guident le compilateur **gcc** :
  - ▶ **.c** : code source en C;
  - ▶ **.cpp**, **.C** et **.cc** : code source en C++;
  - ▶ **.s** : code source en assembleur;  

```
$ gcc -S tp1.c  
$ gcc -c tp1.s
```
  - ▶ **.o** : fichier objet;
  - ▶ **.a** : fichier archive.

# Rôles du .h déclaration

- ▶ Il est possible de lister toutes les fonctions sans les implémenter;
- ▶ Il est aussi possible de déclarer et implémenter dans le .h;
- ▶ Il permet de garder les fonctions d'un même sujet ensemble;
- ▶ Permet d'un seul coup d'œil de trouver ce que nous recherchons;
- ▶ Simple à construire;
- ▶ Permet d'éviter les inclusion multiple.

# Rôles du .c implémentation

- ▶ Garde le code de vos fonctions;
- ▶ Maintient la modularité et la recherche de fonction spécifique;
- ▶ Améliore la performance (compilation, et maintenance);

# Exemple du .h - interface (*header*)

► Exemple :

```
#ifndef OUTILS_H
#define OUTILS_H

int cmdline(int, const char **);

#endif
```

# Exemple du .c - implémentation (*source*)

## ► Exemple :

```
// implémentation de mes outils
int cmdline(int _argc, const char **_argv)
{
    int n = 1; int c = 0;
    int VALID = 0;
    while(n <= _argc) {
        #ifdef TRACE
        printf("debug: argument %d est %s\n",argc, argv[n]);
        #endif
        if (_argv[n][0] == '-') {
            switch (_argv[n][1]) {
                case 'd' : c++; break;
                case 'i' : c++; break;
                case 'o' : c++;
                default : VALID = 1;
            }
        }
        n++;
    }
    if (c < 2) VALID = 2;

    return VALID;
}
```

- **Étape 1** : Compilation des fichiers sources.

```
$ gcc -c outils.c
```

- **Étape 2** : Édition des liens.

```
$ gcc -o prog prog.c outils.o
```

- **Étape 3** : Exécution.

```
$ ./prog
```



- **Étape 1** : Compilation courte des fichiers sources.

```
$ gcc -std=c99 -O2 -o prog prog.c outils.c
```