Chaine de compilation

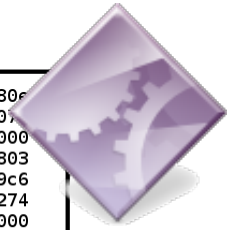
Compilateur
Warnings
Compilation séparée
Préprocesseur
Makefile
Edition de liens et librairies

Chaine de compilation

```c
int main()
{
    int a=3;
    a++;
    int b=a+2;

    char texte[]="j aime l informatique";

    return 0;
}
```

Code (C)

(=langage humain)



Compilateur

```
b8af 0860 0055 482d a808 6000 4883 f80e
4889 e577 025d c3b8 0000 0000 4885 c07
f45d bfa8 0860 00ff e00f 1f80 0000 0000
b8a8 0860 0055 482d a808 6000 48c1 f803
4889 e548 89c2 48c1 ea3f 4801 d048 89c6
48d1 fe75 025d c3ba 0000 0000 4885 d274
f45d bfa8 0860 00ff e20f 1f80 0000 0000
803d 4104 2000 0075 1155 4889 e5e8 7eff
ffff 5dc6 052e 0420 0001 f3c3 0f1f 4000
4883 3d08 0220 0000 741b b800 0000 0048
85c0 7411 55bf 9006 6000 4889 e5ff d05d
e97b ffff ffe9 76ff ffff 9090 5548 89e5
c745 fc03 0000 0083 45fc 018b 45fc 83c0
0289 45f8 c745 e06a 2061 69c7 45e4 6d65
206c c745 e820 696e 66c7 45ec 6f72 6d61
c745 f074 6971 7566 c745 f465 00b8 0000
0000 5dc3 9090 9090 9090 9090 9090 9090
4889 6c24 d84c 8964 24e0 488d 2d77 0120
004c 8d25 6801 2000 4889 5c24 d04c 896c
24e8 4c89 7424 f04c 897c 24f8 4883 ec38
4c29 e541 89ff 4989 f648 c1fd 0349 89d5
31db e829 feff ff48 85ed 741a 0f1f 4000
4c89 ea4c 89f6 4489 ff41 ff14 dc48 83c3
0148 39eb 75ea 488b 5c24 0848 8b6c 2410
4c8b 6424 184c 8b6c 2420 4c8b 7424 284c
```

Fichier executable

(=binaire)

(Windows: .exe
Linux: nom quelconque)

Compilateur

gcc

GNU Compiler Collection

http://gcc.gnu.org/

(C, C++,Obj-C,Fortran,Ada,Go)

Le + répandu sous Linux

D'autres existent:

Nwcc
Clang
Quick C (Microsoft)
Turbo C (Embarcadero)
XL C (IBM)

Note:
Compilateur C++ compatibles

BorlandC++
Intel C++ Compiler
Visual Studio
Turbo C++
ProDev
Solaris Studio

Compilateur

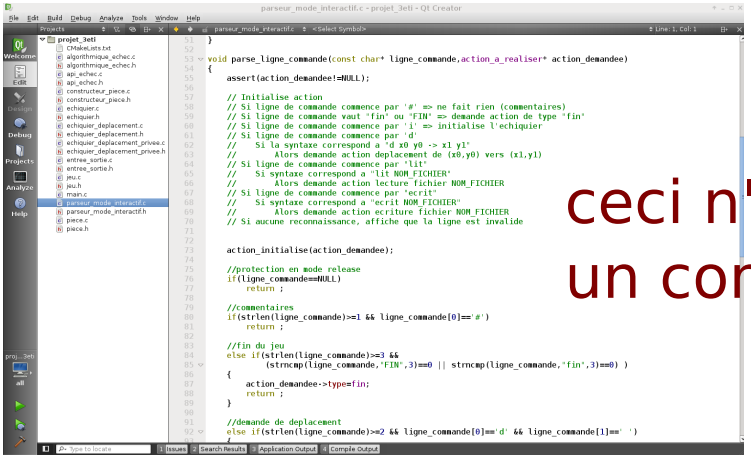
Remarque:

Ne pas confondre **IDE** et **Compilateur**

éditer du texte/code

- Emacs
- QtCreator
- MS Visual C++
- Dev C++
- Eclipse
- Code::Blocks
- Anjuta
- KDevelop

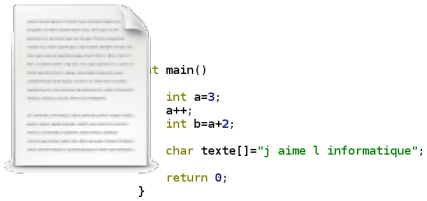
génère le binaire



ceci n'est pas un compilateur!

Compilateur

En pratique



```
t main()

  int a=3;
  a++;
  int b=a+2;

  char texte[]="j aime l informatique";

  return 0;
}
```

mon_fichier.c

mon_executable

Puis
$ ./mon_executable

Compilateur: Paramètres de GCC

gcc possède des paramètres:

- Warnings
- Debug
- Optimisation

beaucoup d'options!

- Chemins d'acces
- Lien avec librairies
- Constantes
- ...

http://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc/Option-Summary.html

Chaine de compilation

- Compilateur
- → **Warnings**
- Compilation séparée
- Préprocesseur
- Makefile
- Edition de liens et librairies

Compilateur

Ex: Warning

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    float *a;
    printf("%f",*a);

    return 0;
}
```

sans option de Warning

```
[damien@garonne ~/work/2012_2013_teaching/2012_3eti_projet_c/cours/src/code]$ gcc compilation.c
[damien@garonne ~/work/2012_2013_teaching/2012_3eti_projet_c/cours/src/code]$ gcc compilation.c -Wuninitialized
compilation.c: In function 'main':
compilation.c:7:17: warning: 'a' is used uninitialized in this function [-Wuninitialized]
```

avec option de Warning

en francais:
compilation.c, ligne 17. Warning 'a' est utilisé sans être initialisé dans cette fonction.

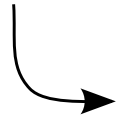
Warning = Aide pour le programmeur
= Lisible pour le programmeur
= Evite les erreurs "*silencieuses*"

Warnings typiques:

```c
int oublie_retour(int valeur)
{
    int valeur_a_retourner=0;
    valeur_a_retourner=valeur+1;
}

int* recupere_adresse_temporaire(int valeur)
{
    return &valeur;
}

int main()
{
    int a=oublie_retour(3);
    printf("%d\n",a);

    int tableau[2]={1,2,3};

    int b=3;
    int *p=recupere_adresse_temporaire(b);
    printf("%d\n",*p);

    int somme=0;
    unsigned int k=0;
    for(k=5;k>=0;--k)
        somme += 3;

    return 0;
}
```

Sans warnings

$ gcc mon_fichier.c



compile

Fonctionne?

Warnings typiques:

```c
int oublie_retour(int valeur)
{
    int valeur_a_retourner=0;
    valeur_a_retourner=valeur+1;
}

int* recupere_adresse_temporaire(int valeur)
{
    return &valeur;
}

int main()
{
    int a=oublie_retour(3);
    printf("%d\n",a);

    int tableau[2]={1,2,3};

    int b=3;
    int *p=recupere_adresse_temporaire(b);
    printf("%d\n",*p);

    int somme=0;
    unsigned int k=0;
    for(k=5;k>=0;--k)
        somme += 3;

    return 0;
}
```

pas de retour

adresse temporaire

depassement tableau

toujours vrai: boucle infinie

Ajout de warnings

$ gcc mon_fichier.c -Wall -Wextra

```
mon_fichier.c: In function 'oublie_retour':
mon_fichier.c:6:9: warning: variable 'valeur_a_retourner' set but not used [-Wunused-but-set-variable]
mon_fichier.c: In function 'recupere_adresse_temporaire':
mon_fichier.c:12:5: warning: function returns address of local variable [enabled by default]
mon_fichier.c: In function 'main':
mon_fichier.c:20:5: warning: excess elements in array initializer [enabled by default]
mon_fichier.c:20:5: warning: (near initialization for 'tableau') [enabled by default]
mon_fichier.c:20:9: warning: unused variable 'tableau' [-Wunused-variable]
mon_fichier.c:28:5: warning: comparison of unsigned expression >= 0 is always true [-Wtype-limits
mon_fichier.c: In function 'oublie_retour':
mon_fichier.c:8:1: warning: control reaches end of non-void function [-Wreturn-type]
```

Warnings : Bonnes pratiques

Toujours activer un maximum de Warnings

conteneurs de multiples warnings

-Wall -Wextra Indispensable!!

=> Toujours compiler avec *$gcc -Wall -Wextra*

D'autres Warnings très utiles:

(non compris dans -Wall ni -Wextra)

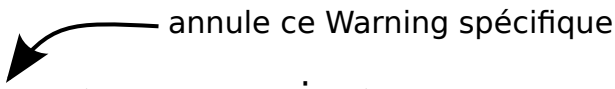
-Wfloat-equal -Wshadow -Wswitch-default -Wswitch-enum
-Wwrite-strings -Wpointer-arith -Wcast-qual -Wredundant-decls
-Winit-self

Warnings : Bonnes pratiques

Toujours activer un maximum de Warnings

Ne **jamais** se priver du travail du compilateur!

Si après analyse des Warnings inutiles gachent la **lisibilité**
(ex. unused variables)



Option: -Wno-<nom_warning>

ex. -Wall -Wextra -Wno-unused-variable

Warnings : Bonnes pratiques

gcc -Wall -Wextra -Wfloat-equal -Wshadow -Wswitch-default -Wswitch-enum -Wwrite-strings -Wpointer-arith -Wcast-qual -Wredundant-decls -Winit-self

Trop long à écrire ?

→ 1 unique fois dans un fichier
utilisez les scripts

script = lignes de commandes écrites dans un fichier
executées les unes derrières les autres

ex.

<nom_script>.sh

```
#!/bin/bash

<mes_lignes_de_scripts>
<...>
```

Script pour compiler

En pratique:

1. créez le fichier:  mon_script.sh dans le même repertoire que:  *mon_programme.c*

2. y inscrire:

```
#!/bin/bash

gcc mon_fichier.c -Wall -Wextra -o mon_executable
```

3. rendez le fichier executable: $ chmod +x mon_script.sh

4. lancez le: $ ./mon_script.sh

Script pour compiler

En pratique:

Avec l'ensemble des paramètre de compilation:

```
#!/bin/bash

CFLAGS="-Wall -Wextra -Wfloat-equal -Wshadow -Wswitch-default -Wswitch-enum -Wwr
ite-strings"

gcc mon_fichier.c -o mon_executable ${CFLAGS}
```

déclaration d'une variable (+ lisible)

utilisation d'une variable

Note: En anglais: options de compilation = *flags*
options de compilation du compilateur C = *Cflags*

version générique:

```
#!/bin/bash

CFLAGS="-Wall -Wextra -Wfloat-equal -Wshadow -Wswitch-default -Wswitch-enum -Wwr
ite-strings"

nom_de_fichier=mon_fichier.c

echo "Je compile" ${nom_de_fichier}
gcc ${nom_de_fichier} -o mon_executable ${CFLAGS}
```

Options de debug

Toujours compiler avec l'option de Debug lors du developpement

Permet l'utilisation des debuggers (gdb,kdbg,ddd,valgrind, ...)

Pour résumer, CFLAGS minimales à toujours utiliser:

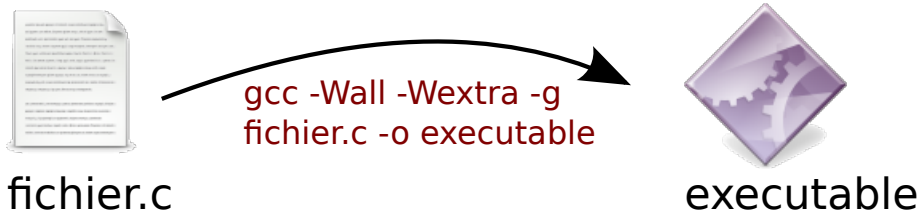
```
-Wall -Wextra -g
```

Chaine de compilation

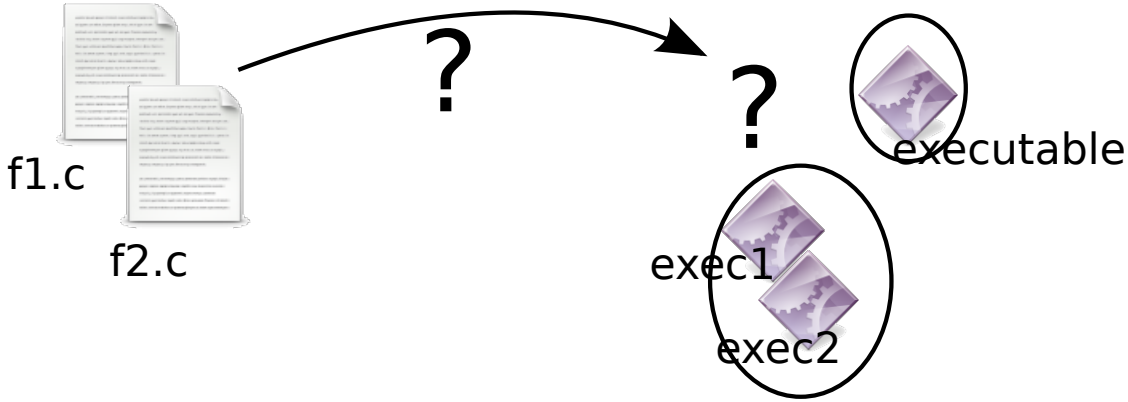
- Compilateur
- Warnings
- → **Compilation séparée**
- Préprocesseur
- Makefile
- Edition de liens et librairies

Compilation séparée

1 Fichier:



2 Fichiers:



Cas de 2 fichiers

Un executable => 1 point d'entrée (int main())

Cas 1:

f1.c

```c
int main()
{
    printf("Je suis f1.c");

    return 0;
}
```

f2.c

```c
int main()
{
    printf("Je suis f2.c");

    return 0;
}
```

```
$ gcc -Wall -Wextra -g f1.c -o executable_1
$ gcc -Wall -Wextra -g f2.c -o executable_2
```

2 créations d'executables distincts

executable_1

$ ./executable_1
> Je suis f1.c

executable_2

$ ./executable_2
> Je suis f2.c

Cas de 2 fichiers

Cas 2:

f1.c

```c
#include "f2.h"

int main()
{
    printf("Je suis f1.c");
    fonction_de_f2();

    return 0;
}
```

f2.h

```c
void fonction_de_f2();
```

f2.c

```c
void fonction_de_f2()
{
    printf("Je suis f2.c");
}
```

f2 ne contient pas de fonction: *int main()*
=> pas d'executable associé à f2 uniquement!

f2 agit en tant que "*librairie*" pour le code appelé dans f1

Cas de 2 fichiers: compilation séparée

Cas 2:

f1.c

```c
#include "f2.h"

int main()
{
    printf("Je suis f1.c");
    fonction_de_f2();

    return 0;
}
```

f2.h

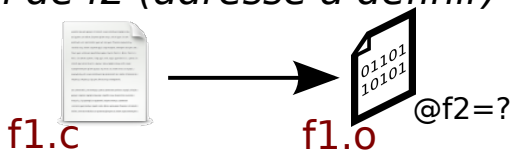
```c
void fonction_de_f2();
```

f2.c

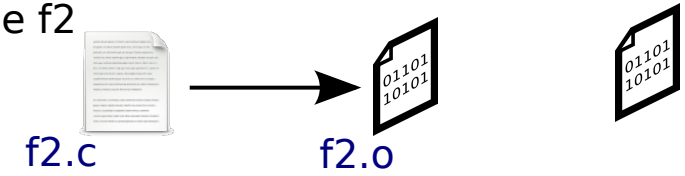
```c
void fonction_de_f2()
{
    printf("Je suis f2.c");
}
```

Principe:

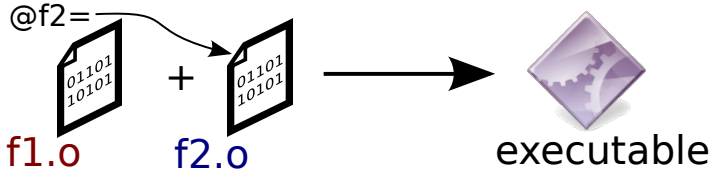
- On compile tout ce qu'on peut de f1
  => cad: tout sauf la fonction de f2 (adresse à définir)



- On compile tout ce qu'on peut de f2
  => cad: tout



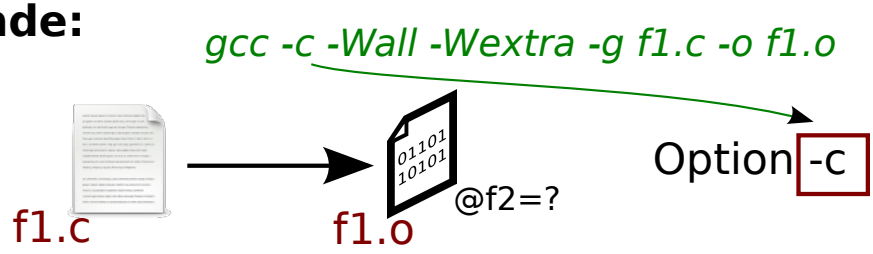
- On rassemble les 2 binaires + complète l'adresse de fonction définitive



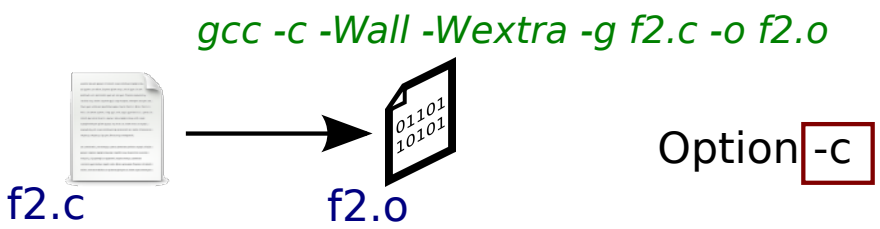
Cas de 2 fichiers: compilation séparée

Cas 2, ligne de commande:

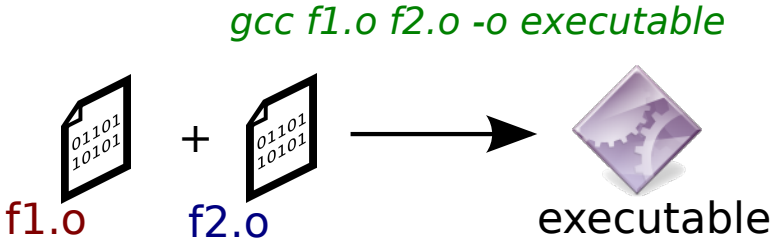
- Compilation de f1.c



- Compilation de f2.c



- Edition de liens, génération d'executable

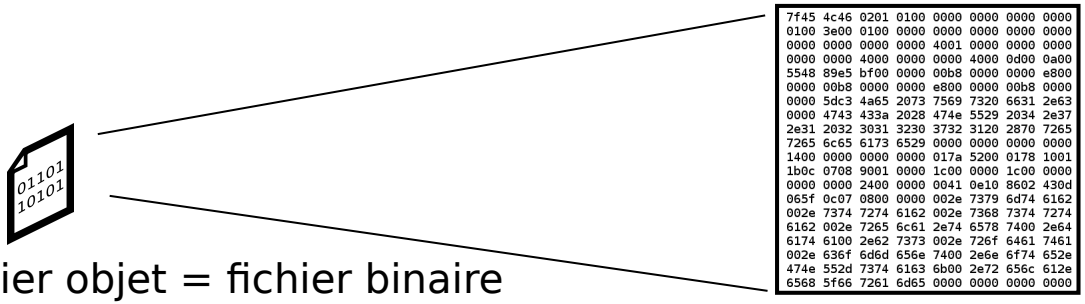


Fichier objet

gcc -c -Wall -Wextra -g f1.c -o f1.o

Option -c

indique:
génère un binaire du code
ne génère pas d'executable
s'arrête avant l'étape d'édition de lien



fichier objet = fichier binaire

fichier non executable

peut contenir des liens vers des fonctions externes

Fichier objet

Pour visualiser un fichier binaire

ex.

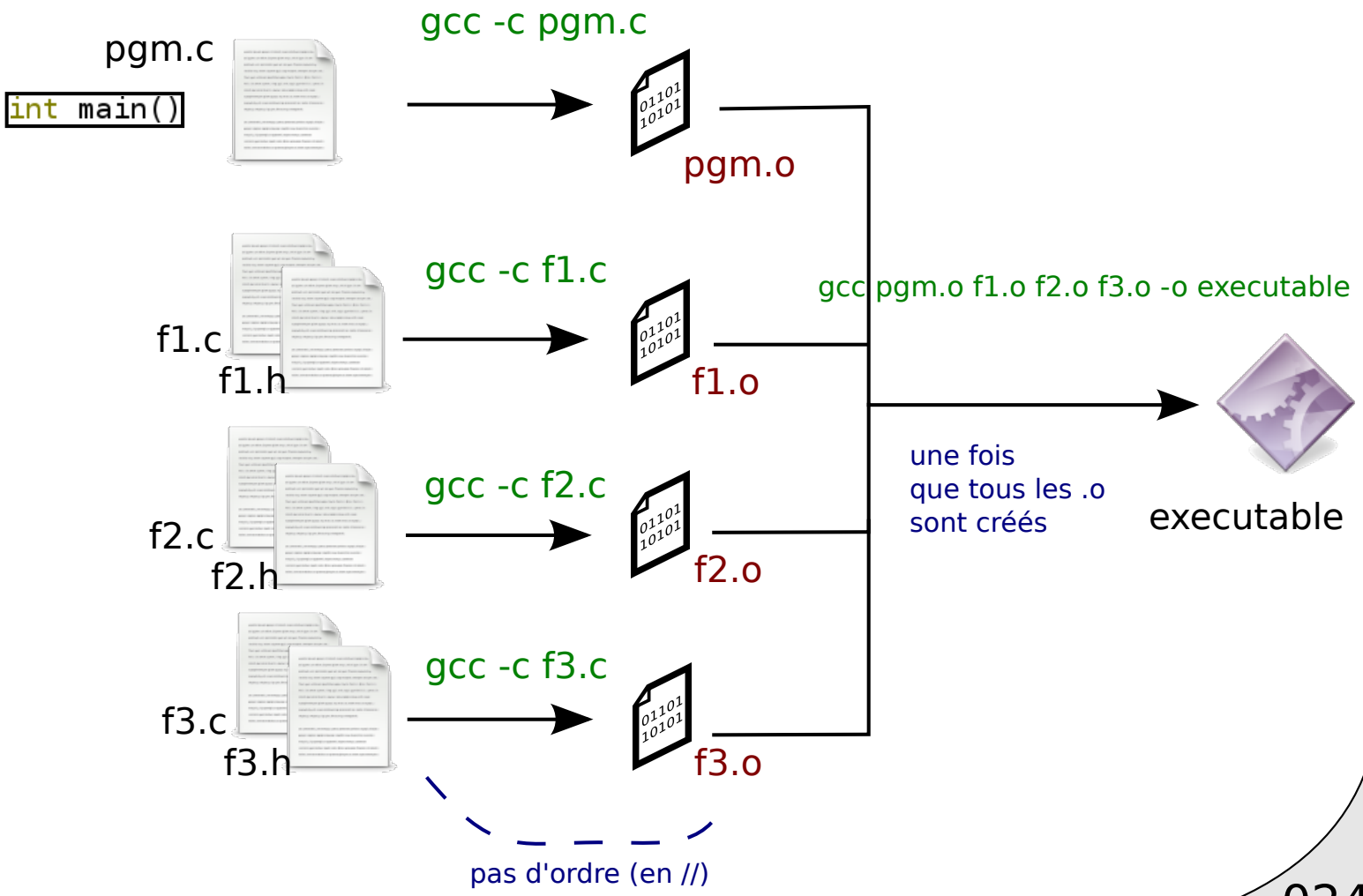
Ouvrir le fichier avec xemacs ou emacs
$ xemacs fichier.o

Appuyez sur **Alt+X**: cherchez *hexl-mode*

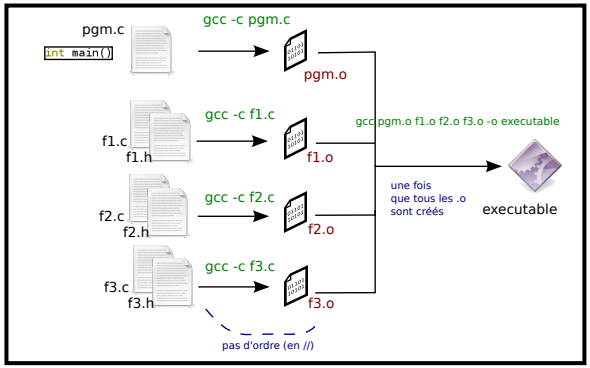
ou

```
$ od -x fichier.o
```

Plusieurs sources, un executable



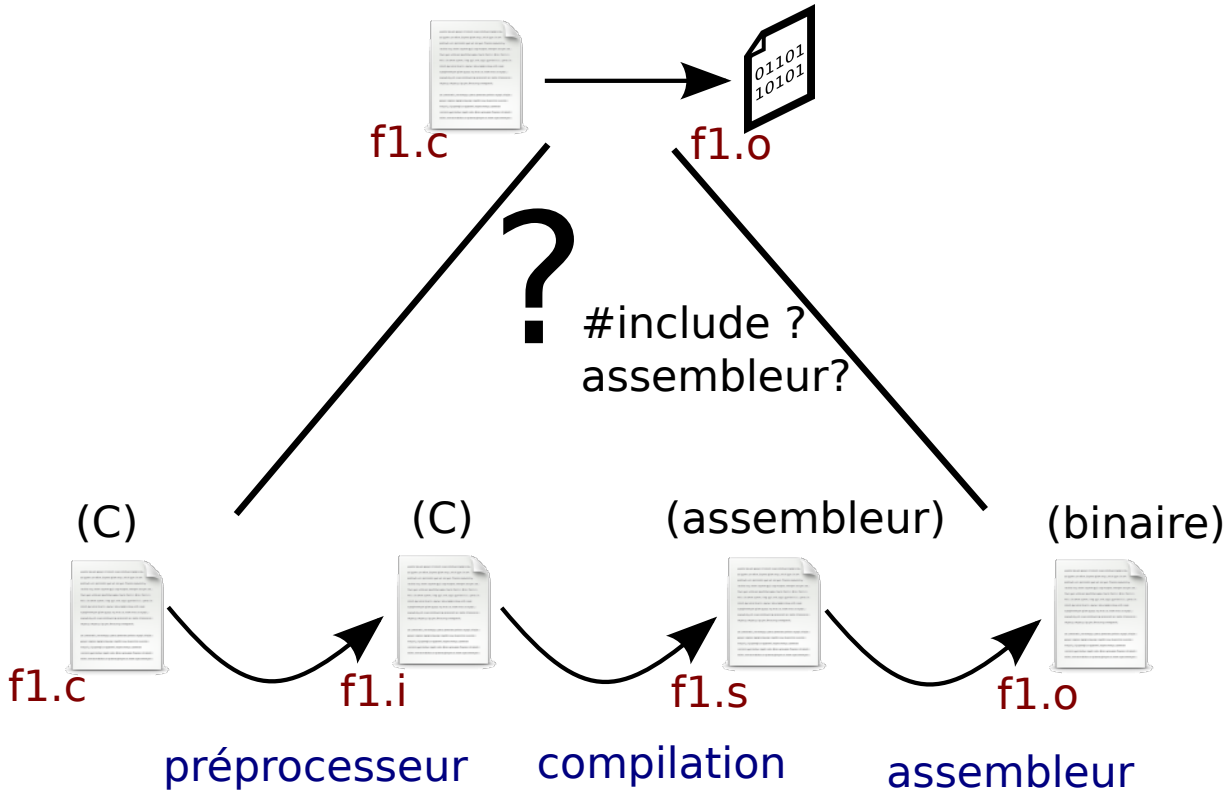
Plusieurs sources, un executable: script



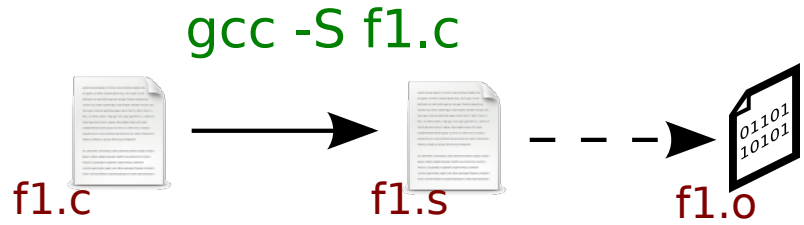
mon_script_de_compilation.sh

```
#!/bin/bash

CFLAGS="-Wall -Wextra -Wfloat-equal -Wshadow -Wswitch-default -Wswitch-enum -Wwr
ite-strings -Wpointer-arith -Wcast-qual -Wredundant-decls -Winit-self -g"

#Compilation vers fichiers objets
gcc f1.c -o f1.o ${CFLAGS}
gcc f2.c -o f2.o ${CFLAGS}
gcc f3.c -o f3.o ${CFLAGS}
gcc pgm.c -o pgm.o ${CFLAGS}

#Edition de liens
gcc f1.o f2.o f3.o pgm.o -o executable
```

Construction d'un fichier objet



Fichier assembleur



Option -S

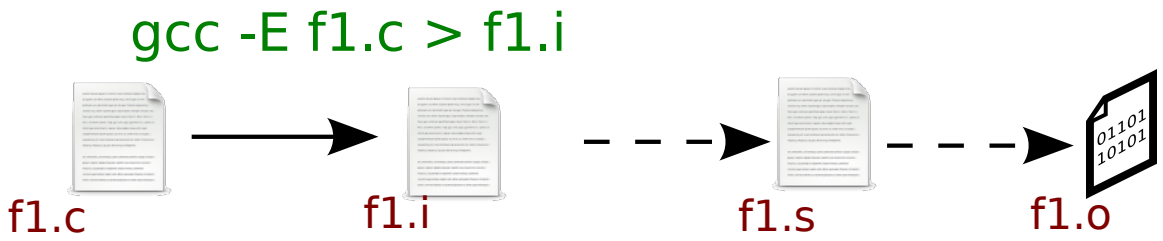
```
int main()
{
    int a=5;
    int b=6;
    int c=a+b;
}
```

```
        .file   "compilation.c"
        .text
        .globl  main
        .type   main, @function
main:
.LFB0:
        .cfi_startproc
        pushq   %rbp
        .cfi_def_cfa_offset 16
        .cfi_offset 6, -16
        movq    %rsp, %rbp
        .cfi_def_cfa_register 6
        movl    $5, -4(%rbp)
        movl    $6, -8(%rbp)
        movl    -8(%rbp), %eax
        movl    -4(%rbp), %edx
        addl    %edx, %eax
        movl    %eax, -12(%rbp)
        popq    %rbp
        .cfi_def_cfa 7, 8
        ret
        .cfi_endproc
.LFE0:
        .size   main, .-main
        .ident  "GCC: (GNU) 4.7.1 20120721 (prerelease)"
        .section        .note.GNU-stack,"",@progbits
```

Chaine de compilation

- Compilateur
- Warnings
- Compilation séparée
- → **Préprocesseur**
- Makefile
- Edition de liens et librairies

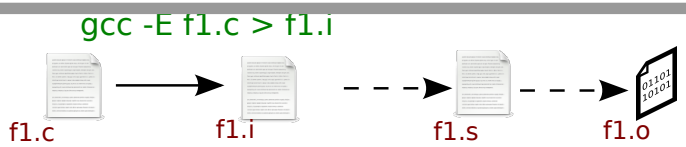
Preprocesseur



Option -E

Preprocesseur =
Convertion du code C en un autre code C (plus simple à compiler)

Preprocesseur



Elimine tous les commentaires

=> inutile pour générer de l'assembleur

f1.c

```
/**
   Ceci est un commentaire qui devrait
                décrire mon programme.
   J'aime l'informatique.
   J'aime le C.
*/
int main()
{
    // ceci est un commentaire
    int a=5;
    /** Ceci est un autre commentaire */
    int b=6;
    int c=a+b;
}
```

gcc -E f1.c > f1.i

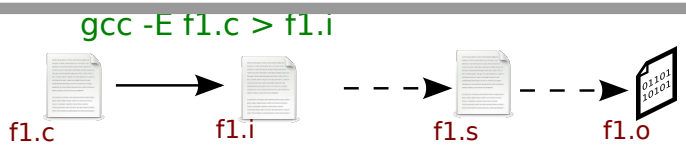
f1.i

```
# 1 "compilation.c"
# 1 "<command-line>"
# 1 "compilation.c"

int main()
{

    int a=5;

    int b=6;
    int c=a+b;
}
```

Conclusion:

Ecrivez vos commentaires pour les humains, pas pour la machine!

Preprocesseur



Remplace toute les *Macros*

#define

f1.c

```
#define MA_CONSTANTE 8
#define PI 3.14159


int main()
{
    int a=MA_CONSTANTE;

    int b=MA_CONSTANTE+8;

    int tableau[MA_CONSTANTE];

    float rayon=3.0;
    float aire=2*PI*RAYON;
}
```

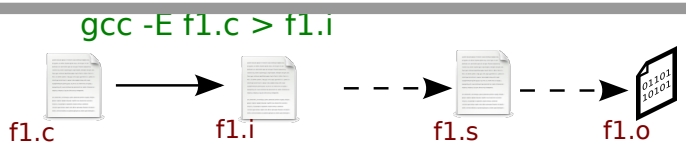
gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```
# 1 "compilation.c"
# 1 "<command-line>"
# 1 "compilation.c"

int main()
{
    int a=8;

    int b=8 +8;

    int tableau[8];

    float rayon=3.0;
    float aire=2*3.14159*RAYON;
}
```

Conclusion:
Centralisez vos constantes (tailles tableaux) dans des macros.

Preprocesseur



Remplace toute les *Macros*

#define

Attention: Les macros sont directement copiés collés!
=> Pas de points-virgules (;) !

f1.c

```c
#define MA_CONSTANTE 8;
#define PI 3.14159;


int main()
{
    int a=MA_CONSTANTE;

    int b=MA_CONSTANTE+8;

    int tableau[MA_CONSTANTE];

    float rayon=3.0;
    float aire=2*PI*RAYON;
}
```

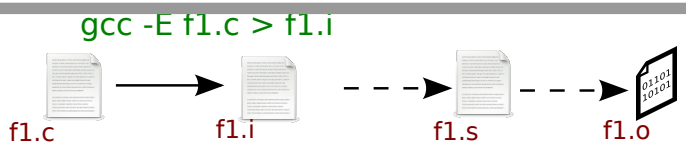
gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```c
# 1 "compilation.c"
# 1 "<command-line>"
# 1 "compilation.c"


int main()
{
    int a=8;;

    int b=8;+8;

    int tableau[8;];

    float rayon=3.0;
    float aire=2*3.14159;*RAYON;
}
```

Conclusion:
Pas de points-virgules dans les macros!.

Preprocesseur



Remplace toute les *Macros*

#define

Les macros peuvent être des fonctions!

f1.c

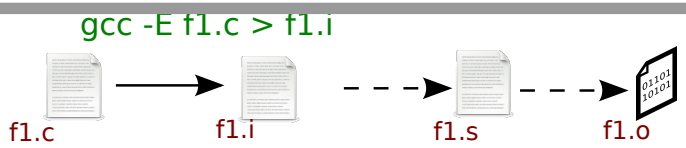
```
#define CARRE(x) x*x
#define NORME(x,y) sqrt(CARRE(x)+CARRE(y))

int main()
{

  float a=5;
  float b=CARRE(4);

  float d=NORME(a,b);
  float e=NORME(8,1);

}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```
# 3 "compilation.c" 2

int main()
{

  float a=5;
  float b=4*4;

  float d=sqrt(a*a+b*b);
  float e=sqrt(8*8 +1*1);

}
```

Preprocesseur



Remplace toute les *Macros*

#define

Les macros peuvent être des fonctions!

Attention au principe du copié-collé des macros !!!

f1.c

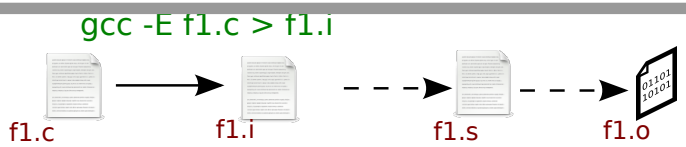
```
#define CARRE(x) x*x
#define NORME(x,y) sqrt(CARRE(x)+CARRE(y))

int main()
{

  float a=5;
  float b=CARRE(4+5);

  float d=NORME(a+b,b);
  float e=NORME(8+1,1-4);

}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```
int main()
{

  float a=5;
  float b=4+5*4+5;

  float d=sqrt(a+b*a+b+b*b);
  float e=sqrt(8+1*8+1 +1-4*1-4);

}
```

Preprocesseur



Remplace toutes les *Macros*

#define

Les macros peuvent être des fonctions!

Attention au principe du copié-collé des macros !!!

f1.c

```
#define CARRE(x) ((x)*(x))
#define NORME(x,y) (sqrt(CARRE(x)+CARRE(y)))

int main()
{

  float a=5;
  float b=CARRE(4+5);

  float d=NORME(a+b,b);
  float e=NORME(8+1,1-4);

}
```

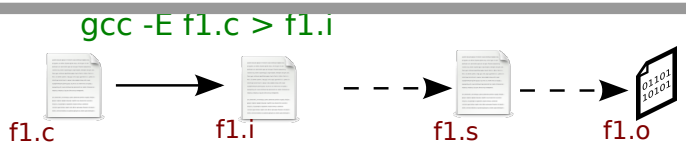
gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```
int main()
{

  float a=5;
  float b=((4+5)*(4+5));

  float d=(sqrt(((a+b)*(a+b))+((b)*(b))));
  float e=(sqrt(((8+1)*(8+1))+((1-4)*(1-4))));

}
```

=> Autour de chaque variable/expression: ajoutez des parenthèses

Preprocesseur



Remplace toutes les *Macros*

#define

Les macros peuvent être des fonctions avancées !

f1.c

```
#define LOOP(k,N) for((k)=0;(k)<(N);++(k))
#define MAKE_VECTOR(vec,x,y,z) float vec[3];\
                               vec[0]=(x);vec[1]=(y);vec[2]=(z);
#define PRINT_SUM(vec) {printf("%f\n",(vec[0])+(vec[1])+(vec[2]));}


int main()
{

  int k=0;
  LOOP(k,15)
    {
      MAKE_VECTOR(mon_vecteur,k,2*k,k)
      PRINT_SUM(mon_vecteur)
    }
}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```
int main()
{

  int k=0;
  for((k)=0;(k)<(15);++(k))
    {
      float mon_vecteur[3]; mon_vecteur[0]=(k);mon_vecteur[1]=(2*k);mon_vecteur[2]=(k);
      {printf("%f\n",(mon_vecteur[0])+(mon_vecteur[1])+(mon_vecteur[2]));}
    }
}
```

Preprocesseur

Nouveau language?

gcc -E f1.c > f1.i

f1.c

```
DEBUT_PROGRAMME


  Initialise(Valeur_utilisateur)
  Variable A Recoit Valeur_utilisateur;

  SI(A Plus_grand_que 10)
     Affiche("Trop grand");
     Quitte
  FIN_SI

  Variable K Recoit 0;
  TANT_QUE(K Plus_petit_que A)
    Affiche(K)
    Incremente(K);
  FIN_TANT_QUE


FIN_PROGRAMME
```

+

```
#define DEBUT_PROGRAMME int main(){
#define FIN_PROGRAMME return 0;}
#define Recoit =
#define Variable int
#define SI(x) if(x){
#define Plus_grand_que >
#define Plus_petit_que <
#define Affiche(x) {printf("%d\n",(x));}
#define Incremente(x) x=x+1
#define TANT_QUE(x) while(x){
#define FIN_SI }
#define FIN_TANT_QUE }
#define Initialise(x) int x;\
                      scanf("%d",&x);
#define Quitte abort();
```

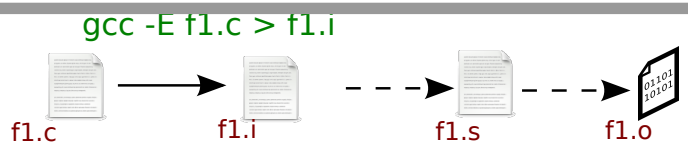
gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```
int main(){


  int Valeur_utilisateur; scanf("%d",&Valeur_utilisateur);
  int A = Valeur_utilisateur;

  if(A > 10){
     {printf("%d\n",("Trop grand"));};
     abort();
  }

  int K = 0;
  while(K < A){
    {printf("%d\n",(K));}
    K=K+1;
  }


return 0;}
```

Preprocesseur

Synthèse Macros:



Avantage: Pas de types

Inconvénients: Difficile à écrire
Difficile à debugger
Cas non prévues

Macro = Attention!

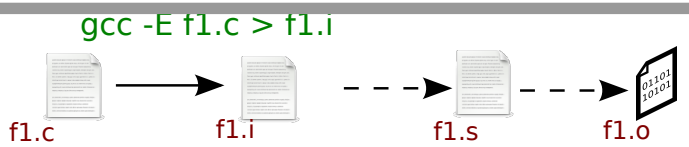
Ne pas abuser des macros

Règles: Ne pas utiliser une macro si une fonction peut le faire!

Ne pas utiliser de macro si il y a ambiguité

Ne pas utiliser de macro si le code est moins lisible

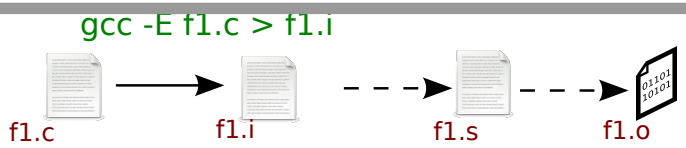
Preprocesseur



Quelques macros utiles

__LINE__,
__FUNCTION__,
__FILE__,
__DATE__

Preprocesseur



Quelques macros utiles: exemple d'utilisation

f1.c

```c
void affiche_macro_utiles()
{

  printf("%d\n",__LINE__);
  printf("%s\n",__FUNCTION__);
  printf("%s\n",__FILE__);
  printf("%s\n",__DATE__);
  printf("%s\n",__TIME__);
}

int main()
{
  affiche_macro_utiles();
}
```

f1.i

```c
void affiche_macro_utiles()
{

  printf("%d\n",8);
  printf("%s\n",__FUNCTION__);
  printf("%s\n","compilation.c");
  printf("%s\n","Sep  7 2012");
  printf("%s\n","17:59:04");
}

int main()
{
  affiche_macro_utiles();
}
```

executable

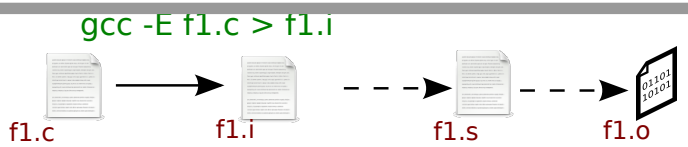
```
8
affiche_macro_utiles
compilation.c
Sep  7 2012
17:57:24
```

gcc -E f1.c > f1.i

gcc -g -Wall -Wextra f1.c -o executable

Rem. *__FUNCTION__ n'est pas une vraie macro, mais une variable liée à gcc*

Preprocesseur

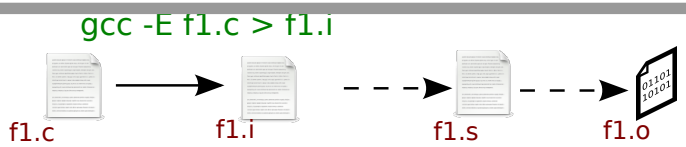


Quelques macros utiles: exemple d'utilisation

Utile pour messages d'erreurs!

```
void ma_fonction(int T[])
{

  //boucle complexe
  int k=0
  for(k=0;...)
    {

      ...
      //detection d'erreur
      if(erreur)
        {
          printf("Erreur detectee ligne %d, fonction %s, fichier %s\n",
                 __LINE__,__FUNCTION__,__FILE__);
        }
      ...
    }

}
```

Preprocesseur



Instructions contionnelles du preprocesseur

```
#if <condition>
<...>
#endif
```

//si condition est vraie

```
#if <condition>
<...>
#else
<...>
#endif
```

//si condition est vraie
//sinon

```
#if <condition>
<...>
#elif <conditon 2>
<...>
#else
<...>
#endif
```

//si condition est vraie
//sinon, si condition 2 est vraie
//sinon

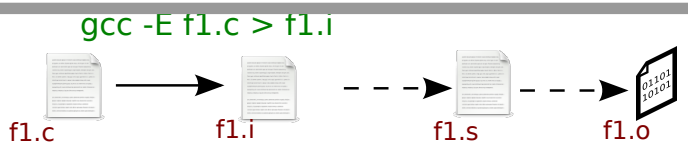
```
#ifdef <variable>
<...>
#endif
```

//si variable definie

```
#ifndef <variable>
<...>
#endif
```

//si variable non definie

Preprocesseur



Exemple:

f1.c

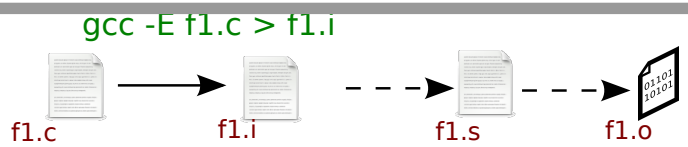
```c
#define A 3

#if A==3
#define B 5
#else
#define B 8
#endif


int main()
{
    int variable=B;

    printf("%d\n",variable);
}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```c
int main()
{
    int variable=5;

    printf("%d\n",variable);
}
```

Preprocesseur



Exemple:

f1.c

```c
#define AVEC_MATH

#ifdef AVEC_MATH
#include <math.h>
#endif

int main()
{
  float x=1e-5;
#ifndef AVEC_MATH
  float sin_x=x;
#else
  float sin_x=sin(x);
#endif

}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```c
int main()
{
  float x=1e-5;
  float sin_x=sin(x);
}
```

f2.c

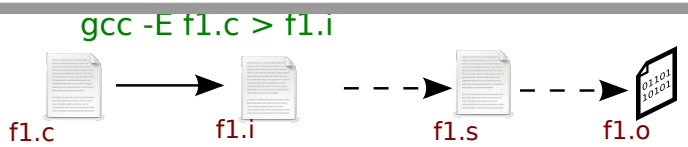
```c
#ifdef AVEC_MATH
#include <math.h>
#endif

int main()
{
  float x=1e-5;
#ifndef AVEC_MATH
  float sin_x=x;
#else
  float sin_x=sin(x);
#endif

}
```

gcc -E f2.c > f2.i

f2.i

```c
int main()
{
  float x=1e-5;
  float sin_x=x;
}
```

Preprocesseur



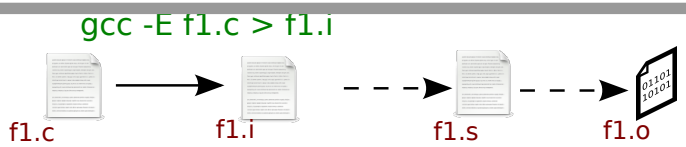
Exemple:

```c
#define DEBUG_MODE

#ifdef DEBUG_MODE
#define PRINT_DEBUG printf("Erreur: l.%d, fct:<%s>, fichier:[%s] \n",__LINE__,__FUNCTION__,__FILE__)
#else
#define PRINT_DEBUG
#endif

int divise(int a,int b)
{
    if(b!=0)
        return a/b;
    else
    {
        PRINT_DEBUG;
        return -1;
    }
}
int main()
{
    divise(5,0);

    return 0;
}
```

gcc -E f1.c > f1.i

```c
int divise(int a,int b)
{
    if(b!=0)
        return a/b;
    else
    {
        printf("Erreur: l.%d, fct:<%s>, fichier:[%s] \n",17,__FUNCTION__,"compilation.c");
        return -1;
    }
}
int main()
{
    divise(5,0);

    return 0;
}
```

Preprocesseur



Utilisation des conditionnelles+macro:

Pour la portabilitée entre systèmes

Pour le debug

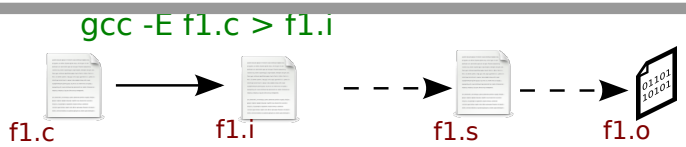

```
#if SYSTEM=LINUX
#include <stdio.h>
#else if SYSTEM==WINDOWS
#include <stdafx.h>
#endif

#if ARCHI==x86
...
#else if ARCHI==itanium
...
#else if ARCHI==power_pc
...
#endif

#if NBITS==64
...
#else if NBITS==32
...
#endif
```

Attention: Ne **pas** utiliser pour l'optimisation

Réduit la lisibilité du code.

Si faisable avec une fonction: **utiliser une fonction**

Preprocesseur



Macro: #include "fichier"

Copie-colle le contenu d'un fichier

mon_fichier

```
void ma_fonction(int a)
{
  printf("bonjour %d\n",a);
}

int ma_variable=36;
```

f1.c

```
#include "mon_fichier"

int main()
{
    ma_fonction(ma_variable);
    return 0;
}
```

gcc -E f1.c > f1.i

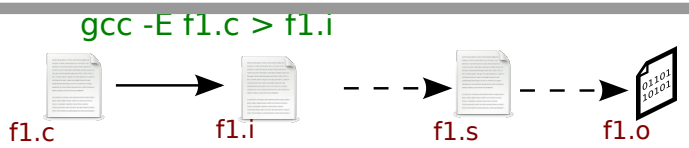
f1.i

```
# 1 "compilation.c"
# 1 "<command-line>"
# 1 "compilation.c"

# 1 "mon_fichier" 1
void ma_fonction(int a)
{
  printf("bonjour %d\n",a);
}

int ma_variable=36;
# 3 "compilation.c" 2

int main()
{
    ma_fonction(ma_variable);
    return 0;
}
```

execution:

```
bonjour 36
```

Preprocesseur



En-tête standards

f1.c

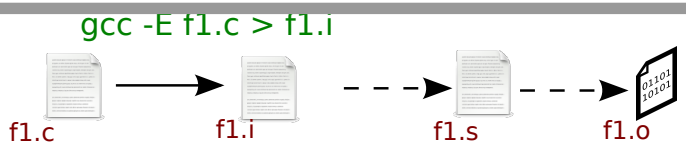
```c
#include <stdio.h>

int main()
{

}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```c
...
extern int fprintf (FILE *__restrict __stream,
      const char *__restrict __format, ...);



extern int printf (const char *__restrict __format, ...);

extern int sprintf (char *__restrict __s,
      const char *__restrict __format, ...) __attribute__ ((__nothrow__));


...
```

Preprocesseur



En-tête standards

f1.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{

}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

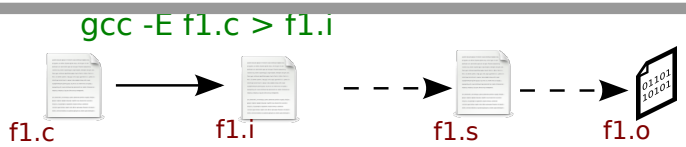
```
...
extern int fprintf (FILE *__restrict __stream,
      const char *__restrict __format, ...);


extern int printf (const char *__restrict __format, ...);

extern int sprintf (char *__restrict __s,
      const char *__restrict __format, ...) __attribute__ ((__nothrow__));


...
```

Note: `#include "NOM"` → recherche fichier dans le repertoire locale

`#include <NOM>` → recherche fichier dans les repertoires systèmes (/usr/include/ ; /usr/local/include/ ; ...)

Pour inclure d'autres chemins:
gcc -I<CHEMIN>

Preprocesseur



En-tête standards

f1.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{

}
```

gcc -E f1.c > f1.i

f1.i

```
...
extern int fprintf (FILE *__restrict __stream,
      const char *__restrict __format, ...);


extern int printf (const char *__restrict __format, ...);

extern int sprintf (char *__restrict __s,
      const char *__restrict __format, ...) __attribute__ ((__nothrow__));


...
```

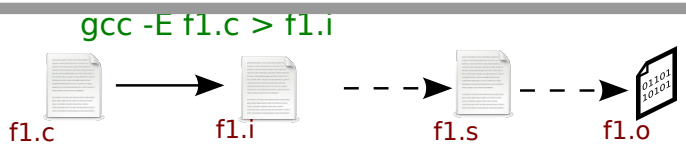
Note: Les fichiers d'en tête standards sont volumineux

=> N'inclure que ceux qui sont nécessaire

Les variables des fichiers standards commencent par _ ou __

=> Ne pas utiliser cette convention pour vos variables

Preprocesseur



Inclusion multiples: *include guard*

voiture.h

```
//voiture de location
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};

void voiture_init(struct voiture* v);
```

trajet.h

```
#include "voiture.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* voiture);
void trajet_marseille_lyon(struct voiture* voiture);
```

main.c

```
#include "voiture.h"
#include "trajet.h"

int main()
{
  struct voiture voiture_1;
  voiture_init(&voiture_1);
  trajet_lyon_paris(&voiture_1);
}
```

voiture.c

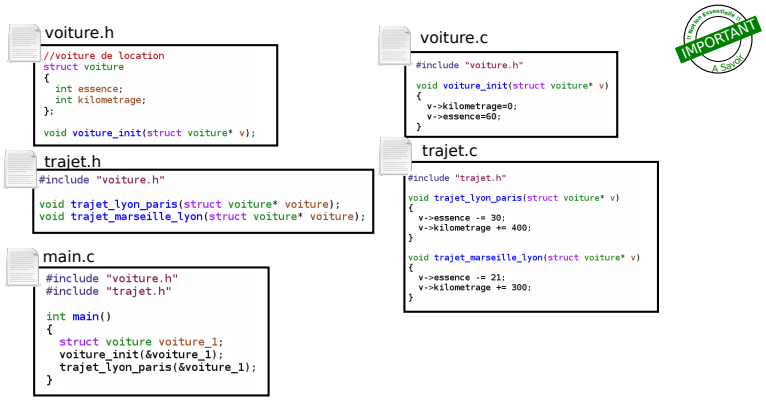
```
#include "voiture.h"

void voiture_init(struct voiture* v)
{
  v->kilometrage=0;
  v->essence=60;
}
```

trajet.c

```
#include "trajet.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 30;
  v->kilometrage += 400;
}

void trajet_marseille_lyon(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 21;
  v->kilometrage += 300;
}
```

Preprocesseur

Inclusion multiples: *include guard*



gcc -E main.c > main.i

gcc -c main.c -Wall -Wextra -g

```
In file included from trajet.h:5:0,
                 from f1.c:3:
voiture.h:6:8: error: redefinition of 'struct voiture'
In file included from f1.c:2:0:
voiture.h:6:8: note: originally defined here
In file included from trajet.h:5:0,
                 from f1.c:3:
voiture.h:12:6: error: conflicting types for 'voiture_init'
In file included from f1.c:2:0:
voiture.h:12:6: note: previous declaration of 'voiture_init' was here
```

gcc -E f1.c > f1.i

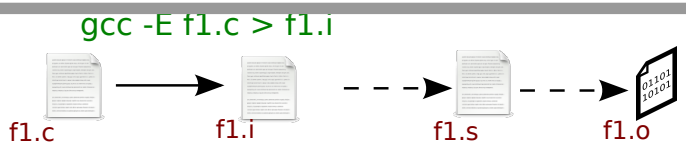
main.i

```
# 1 "f1.c"
# 1 "<command-line>"
# 1 "f1.c"
# 1 "voiture.h" 1
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};
void voiture_init(struct voiture* v);
# 3 "f1.c" 2
# 1 "trajet.h" 1
# 1 "voiture.h" 1
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};
void voiture_init(struct voiture* v);
# 6 "trajet.h" 2
void trajet_lyon_paris(struct voiture* voiture);
void trajet_marseille_lyon(struct voiture* voiture);
# 4 "f1.c" 2
int main()
{
  struct voiture voiture_1;
  voiture_init(&voiture_1);
  trajet_lyon_paris(&voiture_1);
}
```

inclusion de voiture.h

inclusion de trajet.h

Preprocesseur



Inclusion multiples: *include guard*

voiture.h

```
//voiture de location
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};

void voiture_init(struct voiture* v);
```

voiture.c

```
#include "voiture.h"

void voiture_init(struct voiture* v)
{
  v->kilometrage=0;
  v->essence=60;
}
```

trajet.h

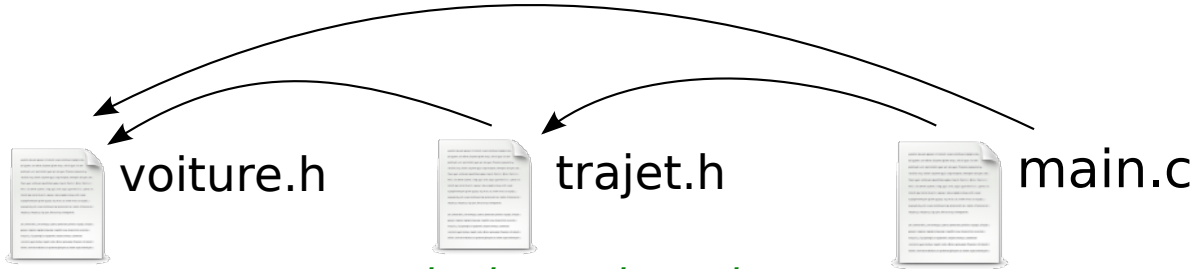
```
#include "voiture.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* voiture);
void trajet_marseille_lyon(struct voiture* voiture);
```

trajet.c

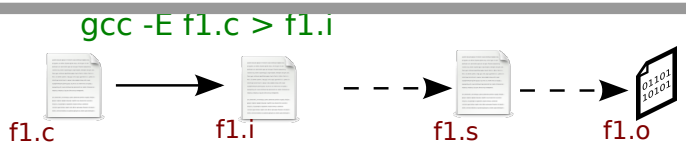
```
#include "trajet.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 30;
  v->kilometrage += 400;
}

void trajet_marseille_lyon(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 21;
  v->kilometrage += 300;
}
```

main.c

```
#include "voiture.h"
#include "trajet.h"

int main()
{
  struct voiture voiture_1;
  voiture_init(&voiture_1);
  trajet_lyon_paris(&voiture_1);
}
```



Preprocesseur



Inclusion multiples: *include guard*

voiture.h

```
//voiture de location
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};

void voiture_init(struct voiture* v);
```

voiture.c

```
#include "voiture.h"

void voiture_init(struct voiture* v)
{
  v->kilometrage=0;
  v->essence=60;
}
```

trajet.h

```
#include "voiture.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* voiture);
void trajet_marseille_lyon(struct voiture* voiture);
```

trajet.c

```
#include "trajet.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 30;
  v->kilometrage += 400;
}

void trajet_marseille_lyon(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 21;
  v->kilometrage += 300;
}
```

main.c

```
#include "voiture.h"
#include "trajet.h"

int main()
{
  struct voiture voiture_1;
  voiture_init(&voiture_1);
  trajet_lyon_paris(&voiture_1);
}
```

Solution 1:

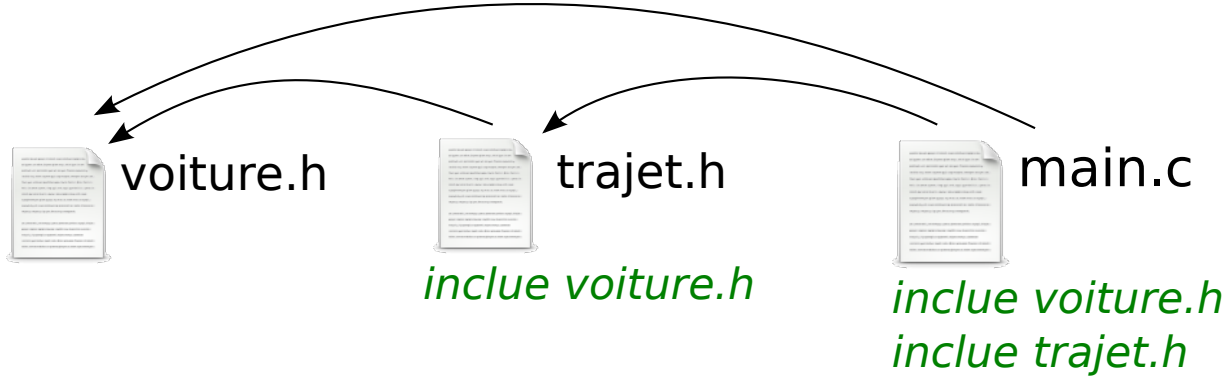
N'inclure que trajet.h dans main.c

=> Ingérable pour un grand projet

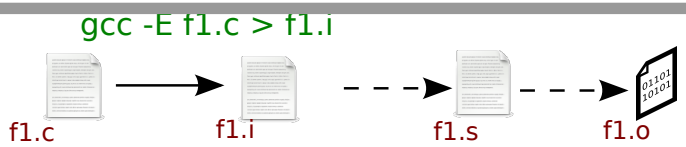
Solution 2:

Compilateur n'inclue pas voiture.h deux fois

=> Principe des *includes guards*



Preprocesseur



Inclusion multiples: *include guard*

voiture.h

```
#ifndef VOITURE_H
#define VOITURE_H

//voiture de location
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};

void voiture_init(struct voiture* v);

#endif
```

une unique inclusion

voiture.c

```
#include "voiture.h"

void voiture_init(struct voiture* v)
{
  v->kilometrage=0;
  v->essence=60;
}
```

trajet.c

```
#include "trajet.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 30;
  v->kilometrage += 400;
}

void trajet_marseille_lyon(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 21;
  v->kilometrage += 300;
}
```

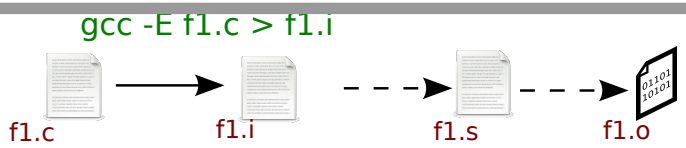
trajet.h

```
#include "voiture.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* voiture);
void trajet_marseille_lyon(struct voiture* voiture);
```

main.c

```
#include "voiture.h"
#include "trajet.h"

int main()
{
  struct voiture voiture_1;
  voiture_init(&voiture_1);
  trajet_lyon_paris(&voiture_1);
}
```

Preprocesseur



Inclusion multiples: *include guard*

voiture.h

```
#ifndef VOITURE_H
#define VOITURE_H

//voiture de location
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};

void voiture_init(struct voiture* v);

#endif
```

voiture.c

```
#include "voiture.h"

void voiture_init(struct voiture* v)
{
  v->kilometrage=0;
  v->essence=60;
}
```

trajet.c

```
#include "trajet.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 30;
  v->kilometrage += 400;
}

void trajet_marseille_lyon(struct voiture* v)
{
  v->essence -= 21;
  v->kilometrage += 300;
}
```

trajet.h

```
#include "voiture.h"

void trajet_lyon_paris(struct voiture* voiture);
void trajet_marseille_lyon(struct voiture* voiture);
```

main.c

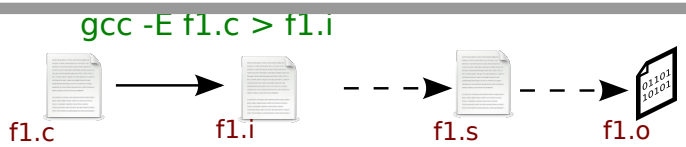
```
#include "voiture.h"
#include "trajet.h"

int main()
{
  struct voiture voiture_1;
  voiture_init(&voiture_1);
  trajet_lyon_paris(&voiture_1);
}
```

gcc -E main.c > main.i

main.i

```
# 1 "f1.c"
# 1 "<command-line>"
# 1 "f1.c"
# 1 "voiture.h" 1
struct voiture
{
  int essence;
  int kilometrage;
};
void voiture_init(struct voiture* v);
# 3 "f1.c" 2
# 1 "trajet.h" 1
void trajet_lyon_paris(struct voiture* voiture);
void trajet_marseille_lyon(struct voiture* voiture);
# 4 "f1.c" 2
int main()
{
  struct voiture voiture_1;
  voiture_init(&voiture_1);
  trajet_lyon_paris(&voiture_1);
}
```

Preprocesseur



Inclusion multiples: *include guard*

Bonne pratique:

Pour tout fichier d'en-tête de nom: NOM.h

Placez un *include guard*

```
#ifndef NOM_H
#define NOM_H
...
#endif
```

Autres possibilitées:

```
#ifndef INCLUDE_GUARD_NOM_H
#ifndef NOM
```

But: Nom éviter les collisions

Attention: Evitez les macros commencant par _

~~`#ifndef _NOM_H`~~

Preprocesseur

Exemple réel:
fichier unistd.h

```
/*
 *      POSIX Standard: 2.10 Symbolic Constants         <unistd.h>
 */

#ifndef _UNISTD_H
#define _UNISTD_H       1

#include <features.h>

__BEGIN_DECLS

/* These may be used to determine what facilities are present at compile tim
   Their values can be obtained at run time from `sysconf'.  */

#ifdef __USE_XOPEN2K8
/* POSIX Standard approved as ISO/IEC 9945-1 as of September 2008.  */
# define _POSIX_VERSION 200809L
#elif defined __USE_XOPEN2K
/* POSIX Standard approved as ISO/IEC 9945-1 as of December 2001.  */
# define _POSIX_VERSION 200112L
#elif defined __USE_POSIX199506
/* POSIX Standard approved as ISO/IEC 9945-1 as of June 1995.  */
# define _POSIX_VERSION 199506L
#elif defined __USE_POSIX199309
/* POSIX Standard approved as ISO/IEC 9945-1 as of September 1993.  */
# define _POSIX_VERSION 199309L
#else
/* POSIX Standard approved as ISO/IEC 9945-1 as of September 1990.  */
# define _POSIX_VERSION 199009L
#endif

/* These are not #ifdef __USE_POSIX2 because they are
   in the theoretically application-owned namespace.  */

#ifdef __USE_XOPEN2K8
# define __POSIX2_THIS_VERSION  200809L
/* The utilities on GNU systems also correspond to this version.  */
#elif defined __USE_XOPEN2K
/* The utilities on GNU systems also correspond to this version.  */
# define __POSIX2_THIS_VERSION  200112L
#elif defined   USE POSIX199506

 ...
```

Preprocesseur

Synthèse préprocesseur

Potentiellement puissant (va au dela du langage C)

A utiliser avec précaution

=> rend rapidement le code peu standard
= peu lisible

Bonne pratique:
N'utilisez que les règles standards:

* include guard
* #ifdef => portabilité, debug.
* pas d'optimisation, préférez les fonctions aux macros

Chaine de compilation

- Compilateur
- Warnings
- Compilation séparée
- Préprocesseur
- → **Makefile**
- Edition de liens et librairies

Makefile

make: Outil d'automatisation de taches

Dépendance => Action à réaliser

Note: Makefile est indépendant de gcc!

Makefile

```
but_1: dependance but 1
        action a realiser pour le but_1

but_2: dependance but 2
        action a realiser pour le but_2
```

Makefile

Exemple de Makefile

```
#par defaut, ce Makefile sert a realiser un fichier du nom de mon_rapport.txt
all: mon_rapport.txt

mon_rapport.txt: partie_1.txt partie_2.txt
	cp partie_1.txt mon_rapport.txt #copie de fichier
	cat partie_2.txt >> mon_rapport.txt #concatenation fichier dans mon_rapp
ort.txt

partie_1.txt:
	echo "Chapitre I: " > partie_1.txt #ecriture dans un fichier
	echo "Je realise mon 1er Makefile" >> partie_1.txt

partie_2.txt:
	echo "Chapitre II: " > partie_2.txt
	echo "Je compile mon programme" >> partie_2.txt
```

L'appel à: $ make

génère:

partie_1.txt

partie_2.txt

mon_rapport.txt

Makefile

Exemple de Makefile pour compiler du C

variable

```
CFLAGS=-g -Wall -Wextra -Wfloat-equal -Wshadow -Wswitch-default -Wswitch-enum -W
write-strings -Wpointer-arith -Wcast-qual -Wredundant-decls -Winit-self

all: mon_executable

mon_executable: f1.o f2.o f3.o
        gcc f1.o f2.o f3.o -o mon_executable

f1.o: f1.c f1.h


f2.o: f2.c f2.h


f3.o: f3.c f3.h
```

Avantage par rapport à un script:

Ne compile que si necessaire

Makefile

Exemple de Makefile pour compiler du C

```
all: mon_executable

mon_executable: f1.o f2.o f3.o
	gcc f1.o f2.o f3.o -o mon_executable

#generation des fichiers assembleurs
assembleur: f1.s f2.s f3.s


f1.o: f1.c f1.h


f2.o: f2.c f2.h


f3.o: f3.c f3.h


#compilation pour assembleur
f1.s: f1.c f1.h
	gcc -c -S f1.c
f2.s: f2.c f2.h
	gcc -c -S f2.c
f3.s: f3.c f3.h
	gcc -c -S f3.c
```

fichiers assembleurs
pas de commandes d'executions

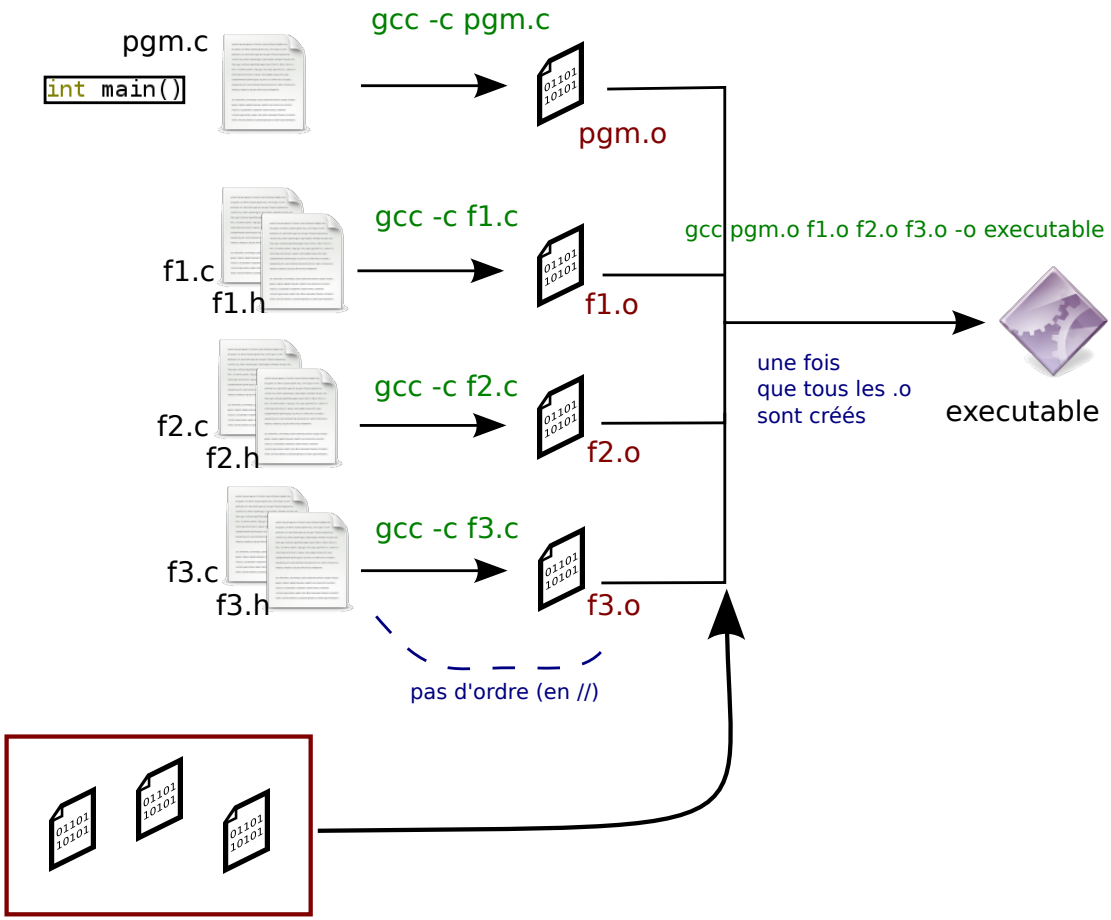
L'appel à
$ make assembleur

génère les fichiers:
f1.s, f2.s, f3.s

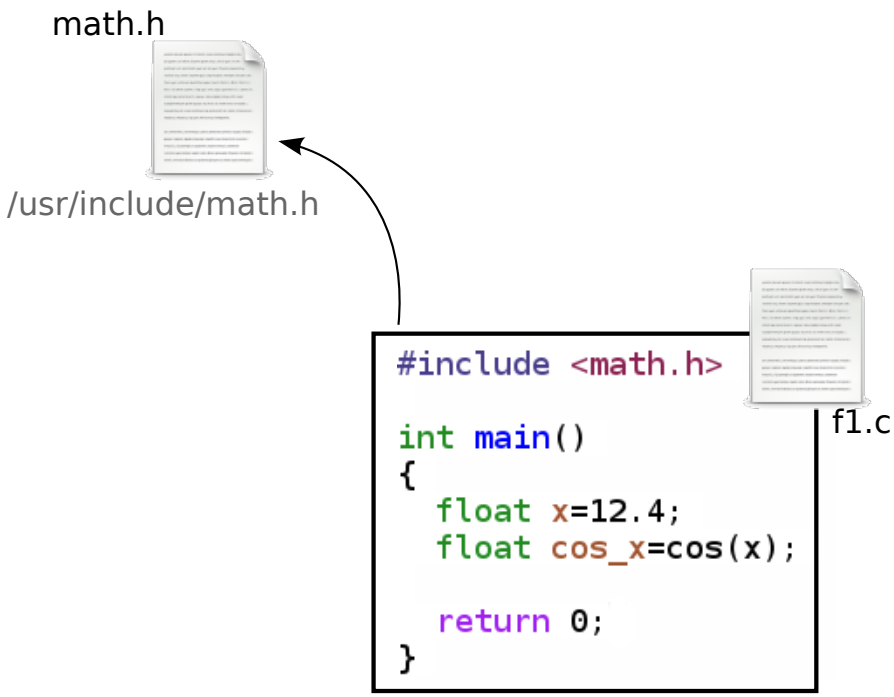
Chaine de compilation

Compilateur
Warnings
Compilation séparée
Préprocesseur
Makefile
→ **Edition de liens et librairies**

Edition de liens et librairies



Edition de liens et librairies



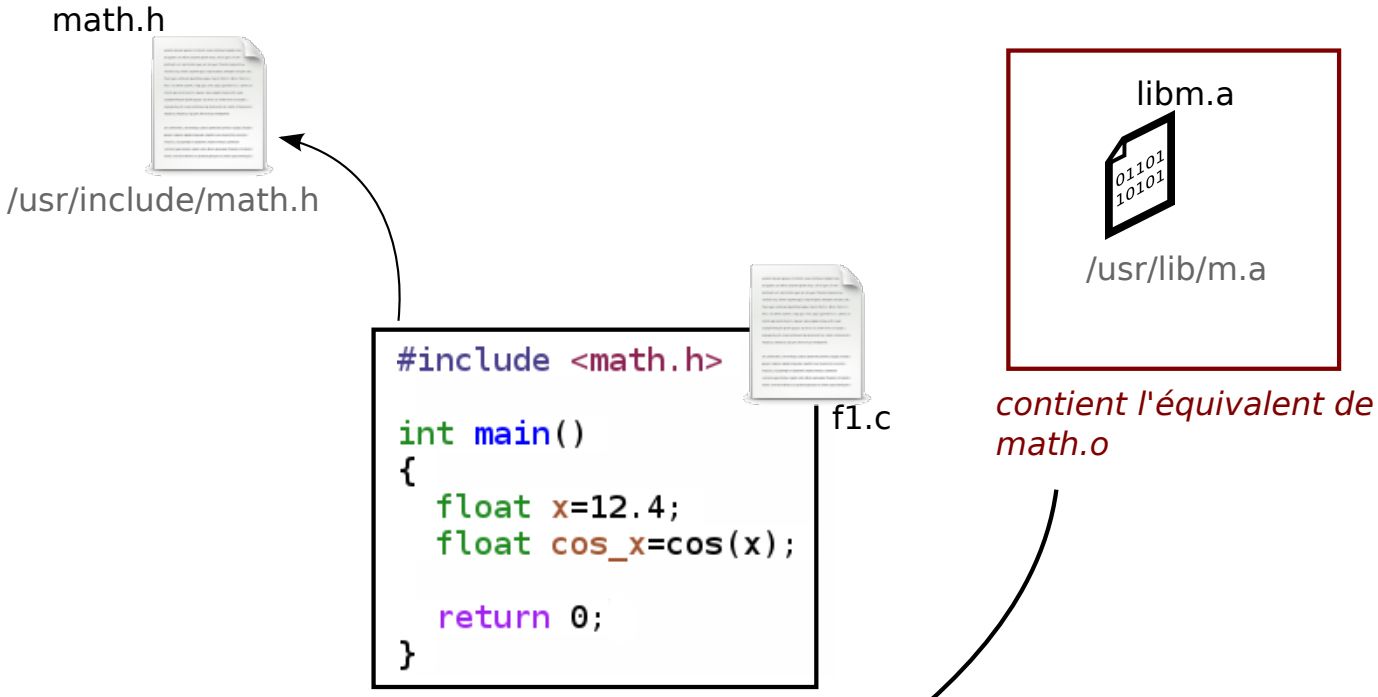
$ gcc -c f1.c -o f1.o -Wall -Wextra -g
> OK

$ gcc f1.o -o mon_executable
f1.o: In function `main':
f1.c:(.text+0x1a): undefined reference to `cos'
collect2: error: ld returned 1 exit status

Edition de lien échoue

Ne trouve pas
l'**implémentation** de cos

Edition de liens et librairies

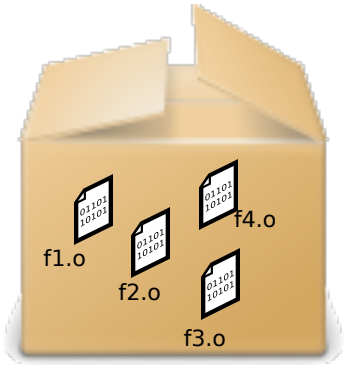



```
$ gcc -c f1.c -o f1.o -Wall -Wextra -g
> OK

$ gcc f1.o -o mon_executable -lm
> OK
```

Edition de liens et librairies

Librairie statique:

lib<NOM>.a équivalent à



archive de fichiers objets

Lors de l'édition de liens:

gcc fichier.o -l<NOM> équivalent à gcc fichier.o f1.o f2.o f3.o f4.o

=> Inclusion des binaires dans l'executable finale

Edition de liens et librairies

Exemple de librairie:

librairie vecteur:

```c
#ifndef INCLUDE_GUARD_V3_H
#define INCLUDE_GUARD_V3_H

struct v3
{
  float x,y,z;
};

void v3_init(struct v3* vec);

#endif
```

v3.h

```c
#include "v3.h"

void v3_init(struct v3* vec)
{
  vec->x=0.0;
  vec->y=0.0;
  vec->z=0.0;
}
```

v3.c

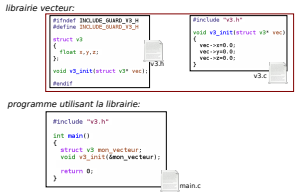
programme utilisant la librairie:

```c
#include "v3.h"

int main()
{
  struct v3 mon_vecteur;
  void v3_init(&mon_vecteur);

  return 0;
}
```

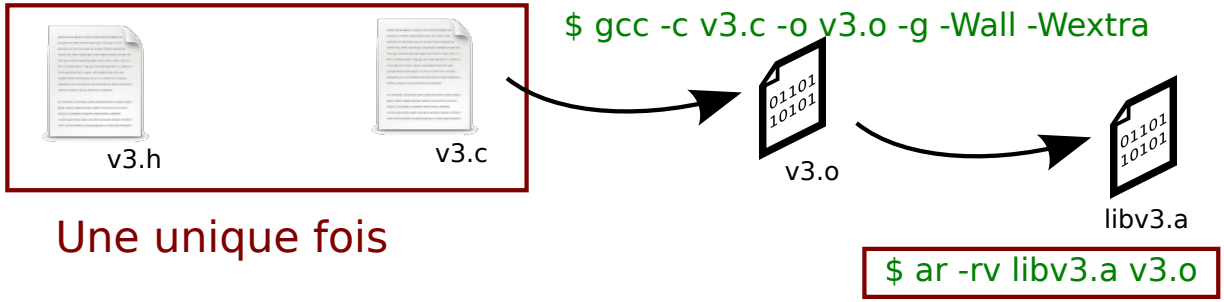
main.c

Edition de liens et librairies

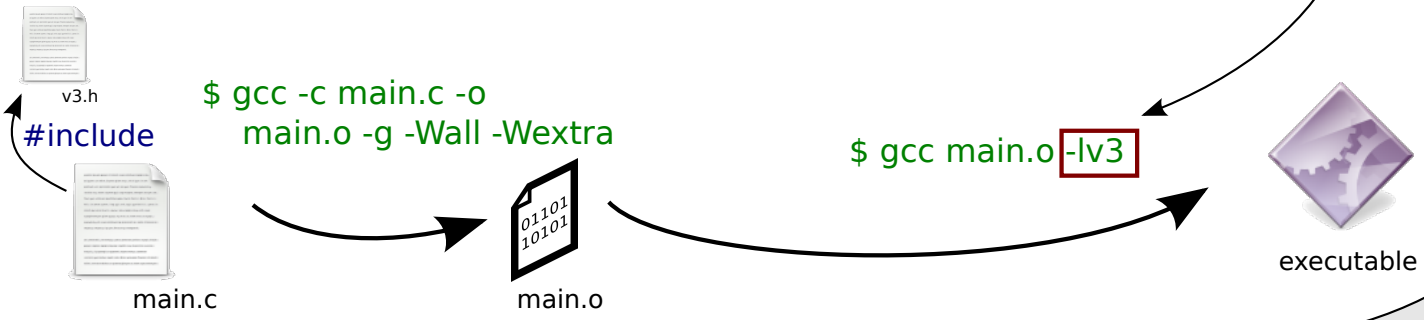
Exemple de librairie:



1. Création de la librairie:



2. Utilisation de la librairie:

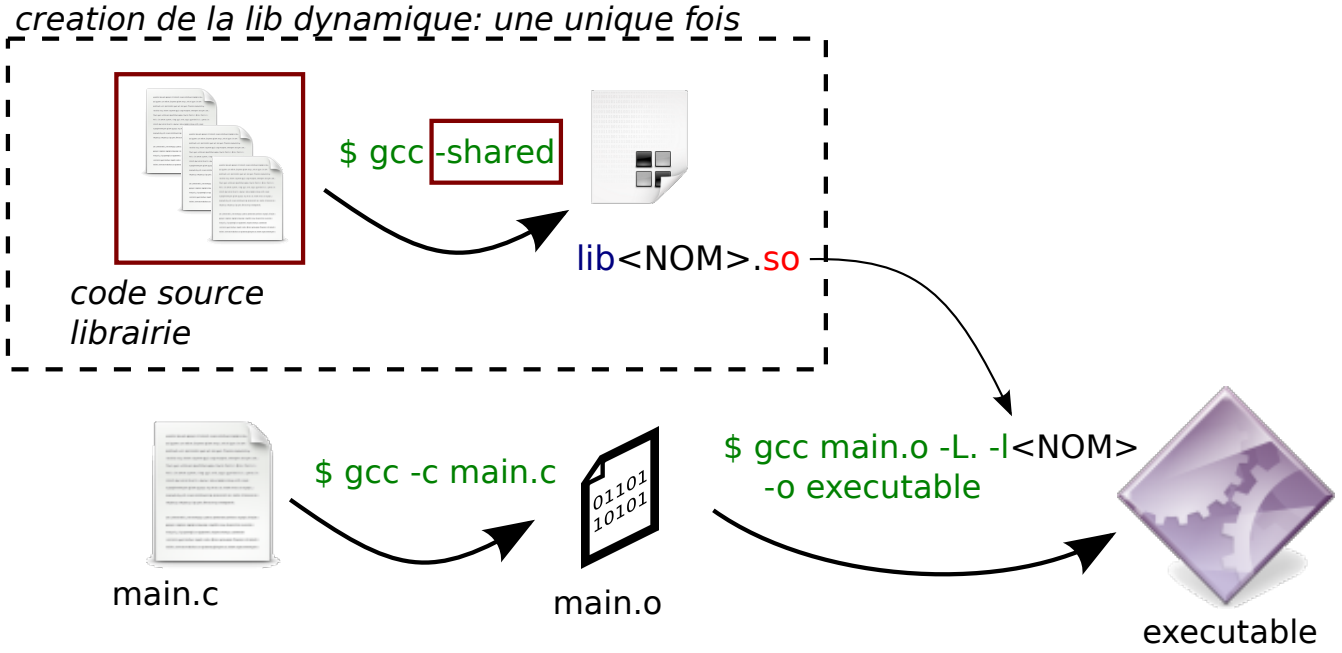


Edition de liens et librairies

Librairies dynamiques:

lib<NOM>.so

Sont chargées dynamiquement à **chaque execution**



Edition de liens et librairies

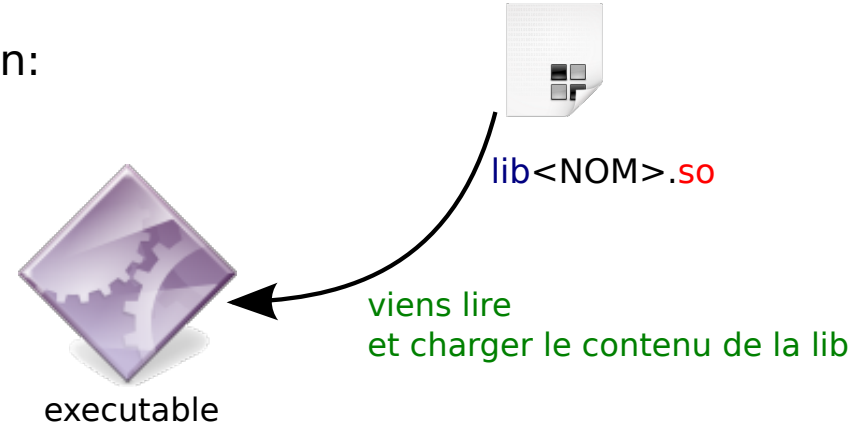
Librairies dynamiques:

lib<NOM>.so

Sont chargées dynamiquement à **chaque execution**

Lors de l'execution:

$ ./executable



Edition de liens et librairies

Librairies dynamiques:

lib<NOM>.so

Sont chargées dynamiquement à **chaque execution**

Remarques:

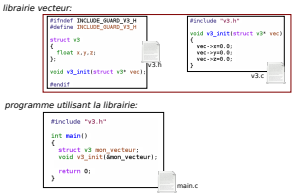
1. Si la lib change => l'executable change de comportement
   Sans avoir à être recompilée

   (update, MAJ, comportement, ...)

2. Si la lib disparait/est corrompu/n'est pas trouvée
   => l'executable ne peut pas être lancé

Edition de liens et librairies

Exemple concret de librairies dynamiques:



libv3.so

1. Création de la librairie:

$ gcc v3.c -fPIC -o v3.o
-g -Wall -Wextra

v3.o

$ gcc -shared v3.o -o libv3.so

libv3.so

Une unique fois

2. Compilation et link avec la lib

v3.h

#include

main.c

$ gcc -c main.c -o
main.o -g -Wall -Wextra

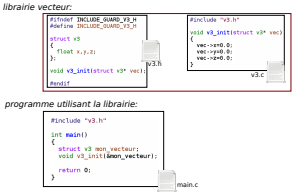
main.o

$ gcc main.o -lv3 -L.

executable

Edition de liens et librairies

Exemple concret de librairies dynamiques:



libv3.so

Utilisation de la librairie:

executable

repertoires déjà enregistrés

Par défaut: viens chercher la lib dans /usr/lib/

```
$ export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:.
```

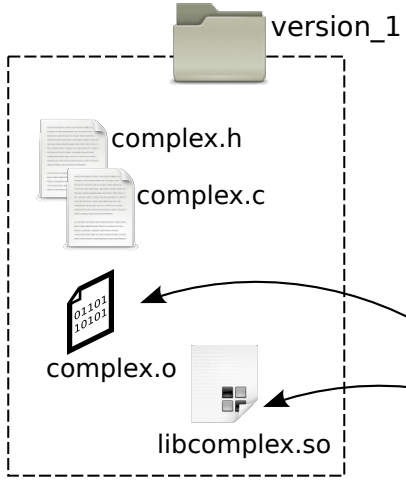
ajout du repertoire local (.)

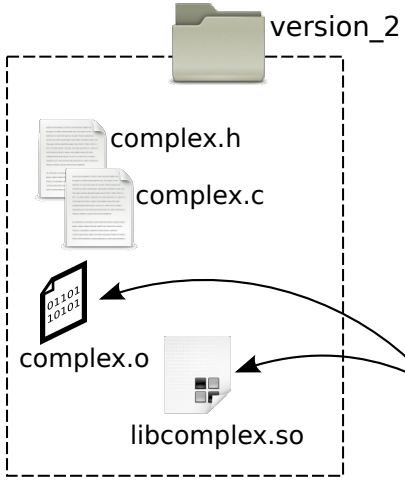
```
$ ./executable
```

repertoire courant

Edition de liens et librairies

Exemple:



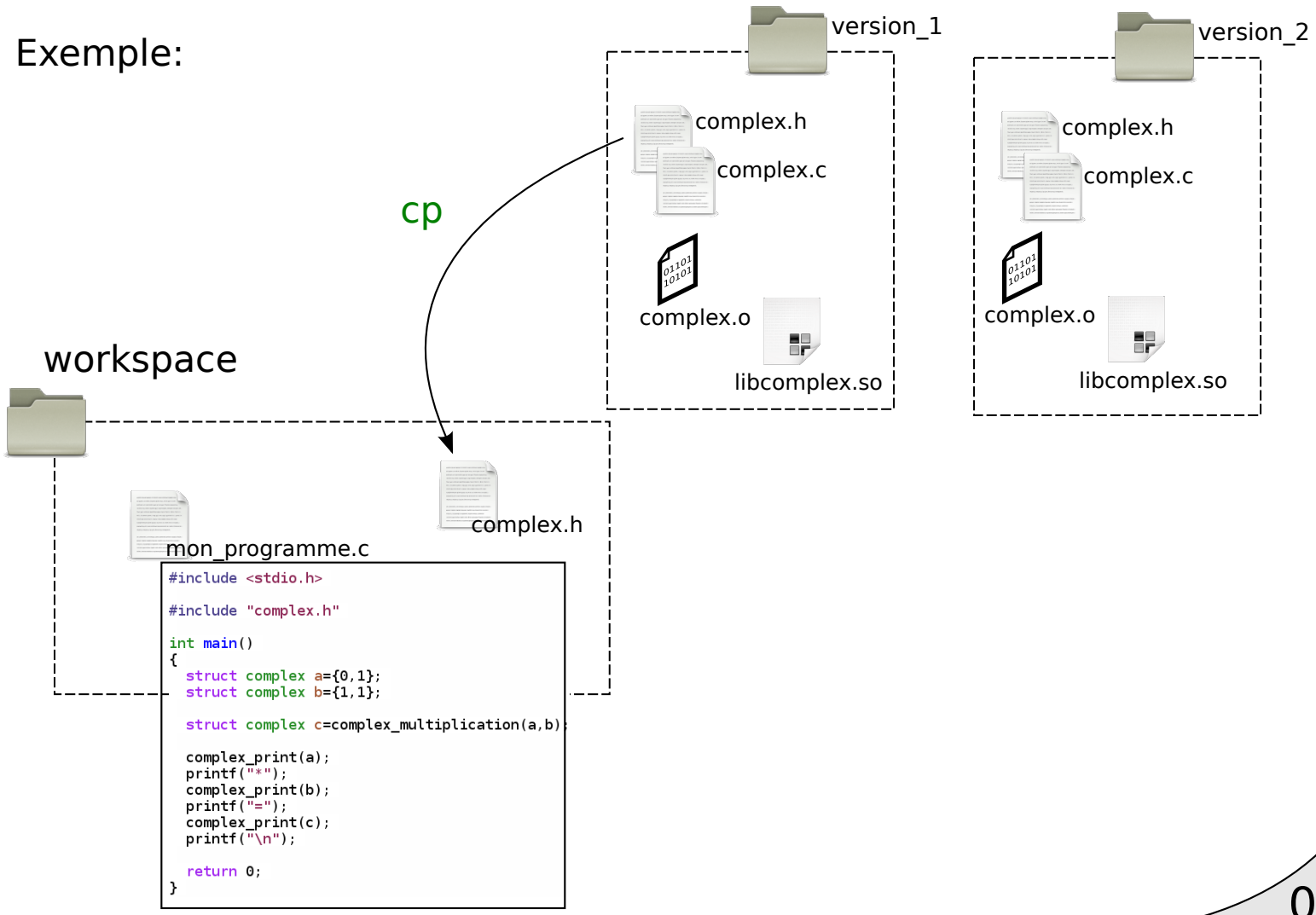



```
$ gcc -c complex.c
    -g -Wall -Wextra -fPIC -o complex.o

$ gcc -shared complex.o -o libcomplex.so
```

```
$ gcc -c complex.c
    -g -Wall -Wextra -fPIC -o complex.o

$ gcc -shared complex.o -o libcomplex.so
```

Edition de liens et librairies

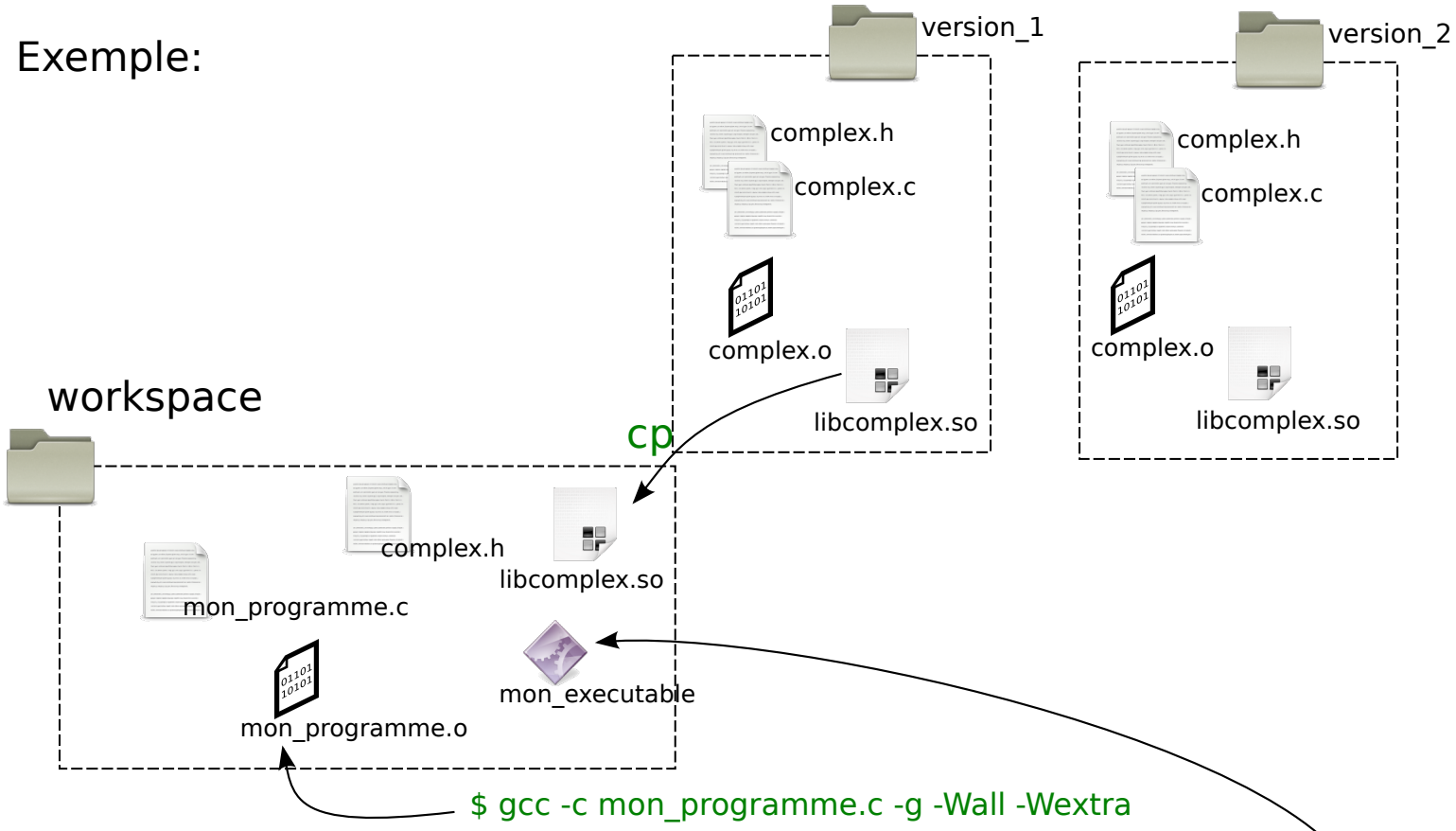
Exemple:




```c
#include <stdio.h>

#include "complex.h"

int main()
{
  struct complex a={0,1};
  struct complex b={1,1};

  struct complex c=complex_multiplication(a,b);

  complex_print(a);
  printf("*");
  complex_print(b);
  printf("=");
  complex_print(c);
  printf("\n");

  return 0;
}
```

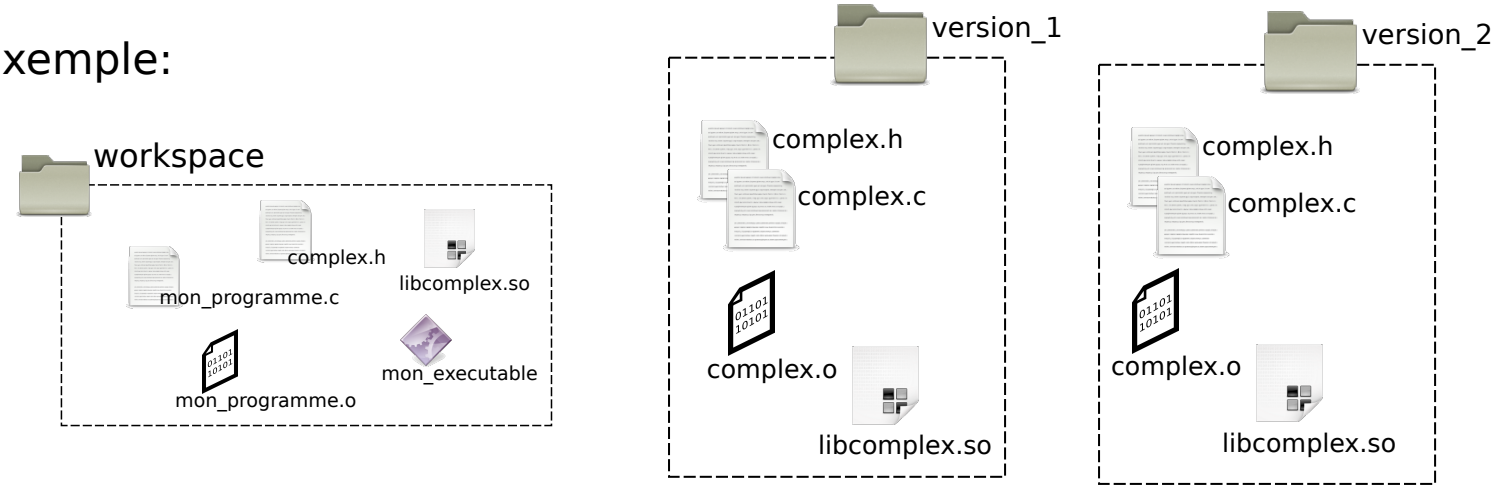
Edition de liens et librairies

Exemple:



Edition de liens et librairies

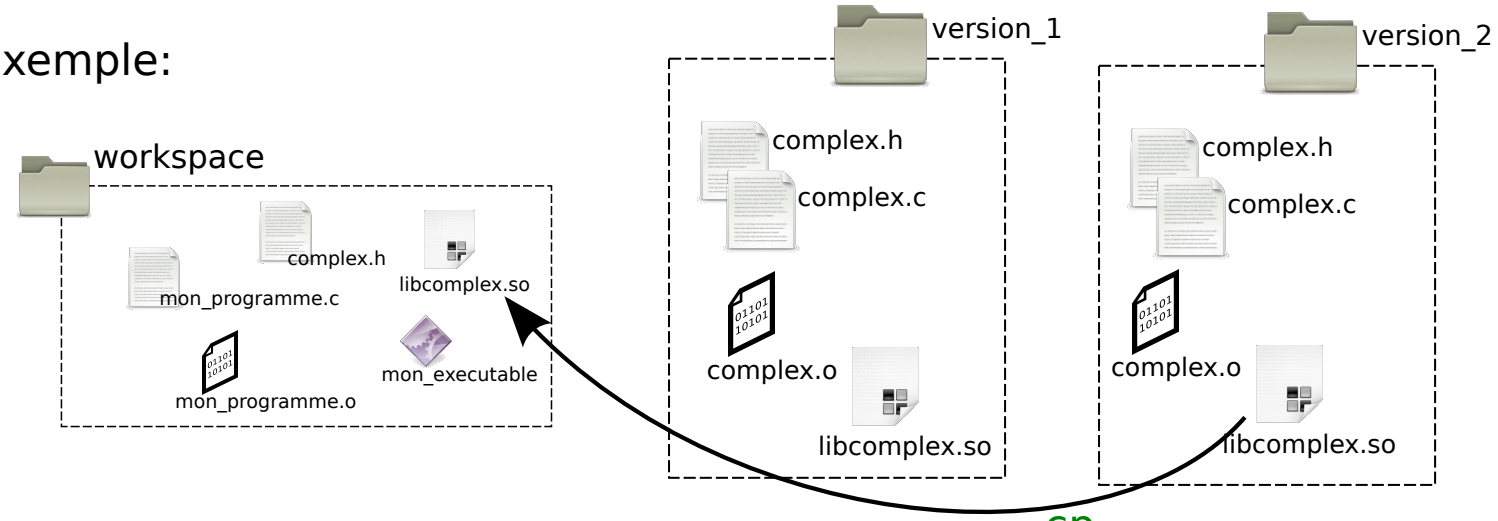
Exemple:




```
$ export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:.

$ ./mon_executable
(0.000000+1.000000 i)*(1.000000+1.000000 i)=(1.000000+1.000000 i)
```

Edition de liens et librairies

Exemple:

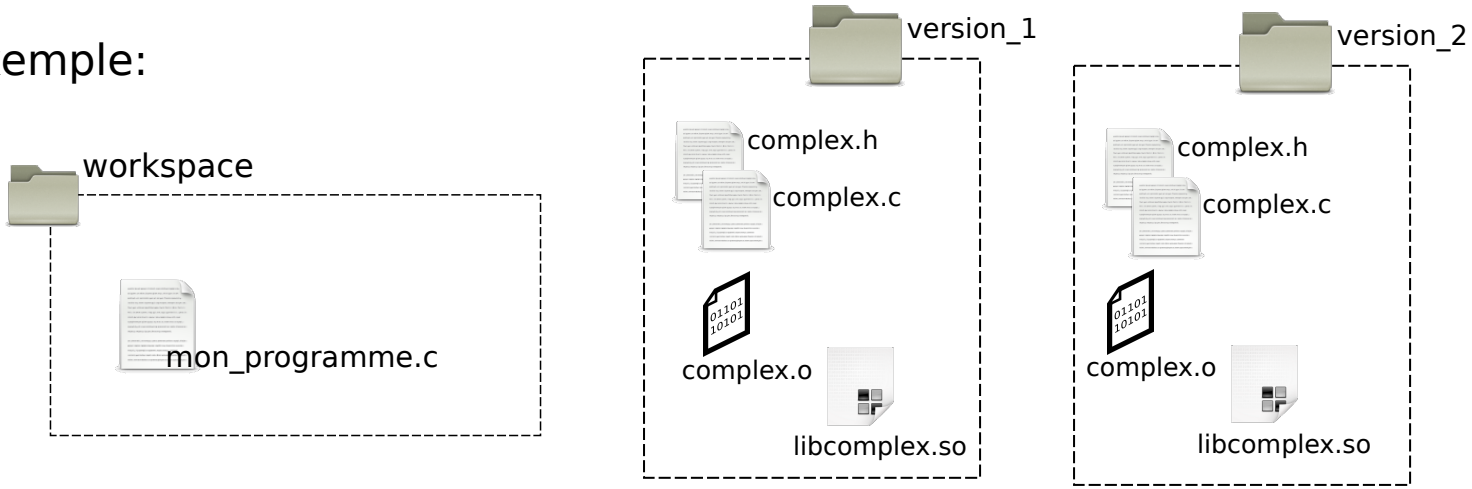



```
$ export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:.

$ ./mon_executable
(0.000000+1.000000 i)*(1.000000+1.000000 i)=(-1.000000+1.000000 i)
```

(principe du patch logiciel)

Edition de liens et librairies

Exemple:



Si on ne veut pas copier/déplacer de fichiers:


```
$ gcc -c mon_programme.c -I version_1/ -g -Wall -Wextra
```

mon_programme.o

```
$ gcc mon_programme.o -L version_1/ -l complex -o executable
```

executable

```
$ export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:version_1/
$ ./executable
```