Bases de programmation – Cours 2. Compilation. Instruction de contrôle `for`.

Pierre Boudes

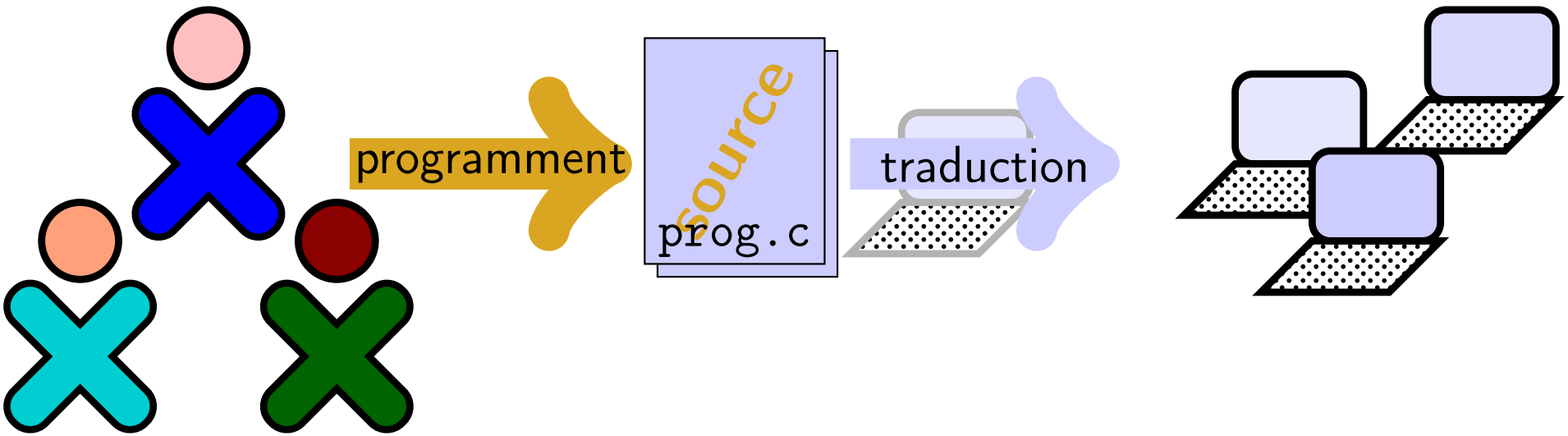
4 novembre 2014

Langages et programmes (reloaded)

Humains
langage naturel

Langage de programmation

Ordinateurs
langage machine



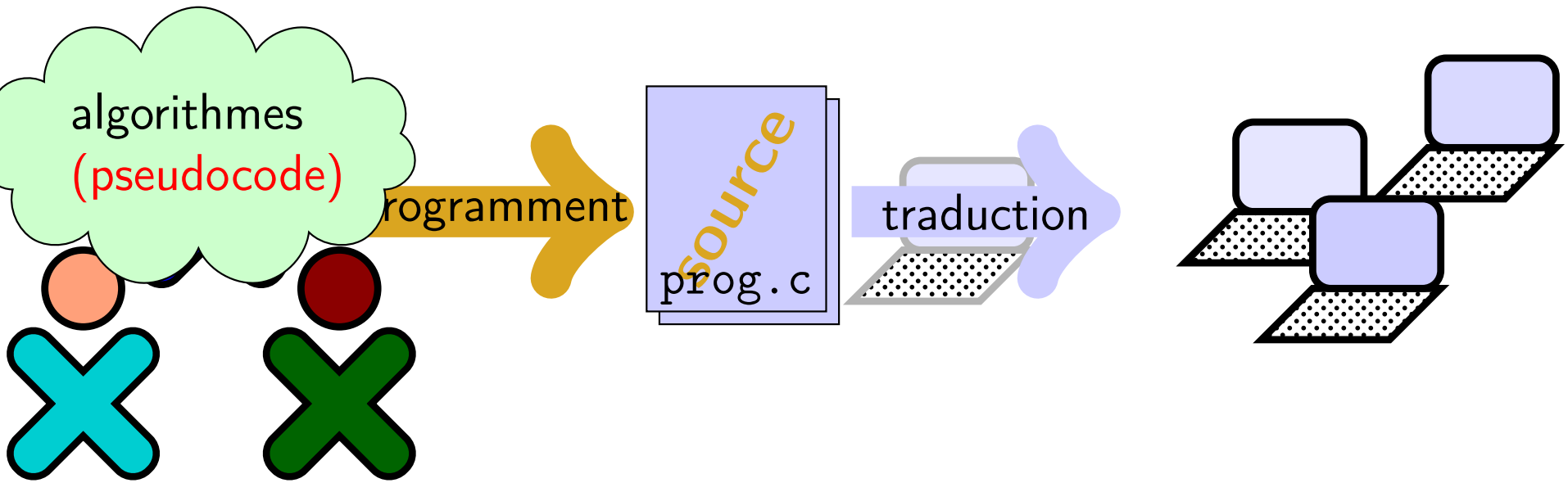
Pour le moment nous nous concentrons sur les rudiments de langage C.

Langages et programmes (reloaded)

Humains
langage naturel

Langage de programmation

Ordinateurs
langage machine



Pour le moment nous nous concentrons sur les rudiments de langage C. Mais ne perdons pas de vue que si savoir s'exprimer est nécessaire, il faut aussi savoir réfléchir à ce que nous faisons faire à nos programmes. Écrivez vos algorithmes !

Compilation
- Analyse lexicale
- Analyse syntaxique
- Analyse sémantique
- Génération du code
- Édition de liens

La compilation en pratique (gcc)

L'instruction de contrôle for du langage C
- Rappel sur la programmation structurée
- Rappels sur l'instruction de contrôle if
- L'instruction de contrôle for
- Trace

Algorithmes élémentaires

Démos

printf/scanf (1)

Compilation 

- *Compiler* un programme c'est traduire un texte (*code source*) d'un langage de haut niveau (langage C) en code de bas niveau (*code machine*), de manière à ce que le système d'exploitation puisse, au besoin, déclencher l'exécution de ce programme.

Compilation 

- *Compiler* un programme c'est traduire un texte (*code source*) d'un langage de haut niveau (langage C) en code de bas niveau (*code machine*), de manière à ce que le système d'exploitation puisse, au besoin, déclencher l'exécution de ce programme.**Dans un langage compilé, l'étape de traduction a lieu une fois pour toutes.**

Compilation 

- *Compiler* un programme c'est traduire un texte (*code source*) d'un langage de haut niveau (langage C) en code de bas niveau (*code machine*), de manière à ce que le système d'exploitation puisse, au besoin, déclencher l'exécution de ce programme.**Dans un langage compilé, l'étape de traduction a lieu une fois pour toutes.**
- *Interpréter*, c'est faire en même temps la traduction et l'exécution du texte d'un langage de haut niveau (un *script*). Un interprète simule ainsi un processeur capable d'exécuter le langage de haut niveau.

Compilation 

- *Compiler* un programme c'est traduire un texte (*code source*) d'un langage de haut niveau (langage C) en code de bas niveau (*code machine*), de manière à ce que le système d'exploitation puisse, au besoin, déclencher l'exécution de ce programme.**Dans un langage compilé, l'étape de traduction a lieu une fois pour toutes.**
- *Interpréter*, c'est faire en même temps la traduction et l'exécution du texte d'un langage de haut niveau (un *script*). Un interprète simule ainsi un processeur capable d'exécuter le langage de haut niveau. **Dans un langage interprété, l'étape de traduction a lieu à chaque exécution.**

Compilation 

- *Compiler* un programme c'est traduire un texte (*code source*) d'un langage de haut niveau (langage C) en code de bas niveau (*code machine*), de manière à ce que le système d'exploitation puisse, au besoin, déclencher l'exécution de ce programme.**Dans un langage compilé, l'étape de traduction a lieu une fois pour toutes.**
- *Interpréter*, c'est faire en même temps la traduction et l'exécution du texte d'un langage de haut niveau (un *script*). Un interprète simule ainsi un processeur capable d'exécuter le langage de haut niveau. **Dans un langage interprété, l'étape de traduction a lieu à chaque exécution.**
- Le langage C est traditionnellement un langage compilé.

Compilation

Les cinq grandes étapes de la compilation :

1. Analyse lexicale
2. Analyse syntaxique
3. Analyse sémantique
4. Génération du code
5. Édition de liens

Analyse lexicale

Analyse lexicale

Identifie les *lexèmes* (unités lexicales du langage). Les espaces sont inutiles (`3*x+1` ou `3 * x + 1`), sauf comme séparateurs (`int x`, `intx`).

Analyse lexicale

Analyse lexicale

Identifie les *lexèmes* (unités lexicales du langage). Les espaces sont inutiles (`3*x+1` ou `3 * x + 1`), sauf comme séparateurs (`int x`, `intx`).

Erreur lexicale :

code source `int x = @;`

compilation `error: stray ‘@’ in program`

Analyse lexicale

Analyse lexicale

Identifie les *lexèmes* (unités lexicales du langage). Les espaces sont inutiles (3*x+1 ou 3 * x + 1), sauf comme séparateurs (`int x`, `intx`).

Erreur lexicale :

code source `int x = @;`

compilation `error: stray ‘@’ in program`

Erreur détectée uniquement au moment de l'analyse sémantique :

code source `intx = 0;`

compilation `error: ‘intx’ undeclared (first use in this function)`

Analyse syntaxique

Analyse syntaxique 

trouve la structure syntaxique, (arbre syntaxique), et teste l'appartenance au langage.

Analyse syntaxique

Analyse syntaxique 

trouve la structure syntaxique, (arbre syntaxique), et teste l'appartenance au langage.

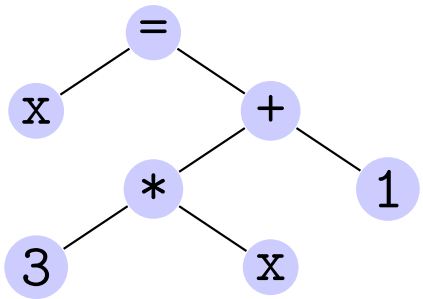
Exemple : dans l'expression `x = 3 * x + 1`, est-ce que la sous-suite `x + 1` correspond à une structure syntaxique ?

Analyse syntaxique

Analyse syntaxique

trouve la structure syntaxique, (arbre syntaxique), et teste l'appartenance au langage.

Exemple : dans l'expression `x = 3 * x + 1`, est-ce que la sous-suite `x + 1` correspond à une structure syntaxique ?

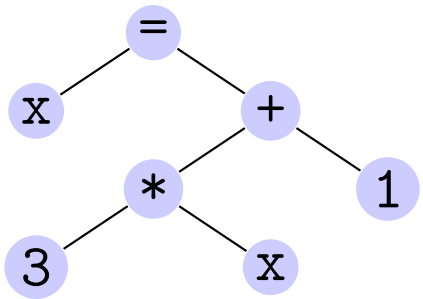


Analyse syntaxique

Analyse syntaxique

trouve la structure syntaxique, (arbre syntaxique), et teste l'appartenance au langage.

Exemple : dans l'expression `x = 3 * x + 1`, est-ce que la sous-suite `x + 1` correspond à une structure syntaxique ?



code source Un else sans if le précédant immédiatement (point-virgule mal placé ?)

compilation `error: expected expression before ‘else’`

Analyse sémantique

Analyse sémantique 

trouver le sens des différentes actions voulues par le programmeur.

- Quels sont les objets manipulés par le programme,
- quelles sont les propriétés de ces objets,
- quelles sont les actions du programme sur ces objets.

Analyse sémantique

Analyse sémantique 

trouver le sens des différentes actions voulues par le programmeur.

- Quels sont les objets manipulés par le programme,
- quelles sont les propriétés de ces objets,
- quelles sont les actions du programme sur ces objets.

Beaucoup d'erreurs peuvent apparaître durant cette phase : identificateur utilisé mais non déclaré (la réciproque génère un *warning* avec l'option `-Wall`), opération n'ayant aucun sens, etc.

code source variable `x` utilisée mais non déclarée

compilation
```
error: ‘x’ undeclared (first use in this
function)
```

Génération du code

Génération du code 

encodage en assembleur, optimisations et allocations des registres, traduction en *code objet* (du code machine non exécutable en l'état).

Édition de liens

Édition de liens 

le code objet des fonctions externes (bibliothèques) est ajouté à l'exécutable. Le point d'entrée dans le programme est choisi (`main`). Insertion de données de débogage (option $-$g).

Édition de liens

Édition de liens 

le code objet des fonctions externes (bibliothèques) est ajouté à l'exécutable. Le point d'entrée dans le programme est choisi (`main`). Insertion de données de débogage (option $-$g).

code source Oublie de `stdio.h` et utilisation de `printf`.

compilation
```
warning: incompatible implicit declaration
of built-in function ‘printf’
```

Édition de liens

Édition de liens 

le code objet des fonctions externes (bibliothèques) est ajouté à l'exécutable. Le point d'entrée dans le programme est choisi (`main`). Insertion de données de débogage (option `-g`).

code source Oublie de `stdio.h` et utilisation de `printf`.

compilation
```
warning: incompatible implicit declaration
of built-in function ‘printf’
```

code source Pas de fonction principale (`main`)

compilation
```
Undefined symbols: "_main", ...
```

Édition de liens

Édition de liens 

le code objet des fonctions externes (bibliothèques) est ajouté à l'exécutable. Le point d'entrée dans le programme est choisi (`main`). Insertion de données de débogage (option `-g`).

code source Oublie de `stdio.h` et utilisation de `printf`.

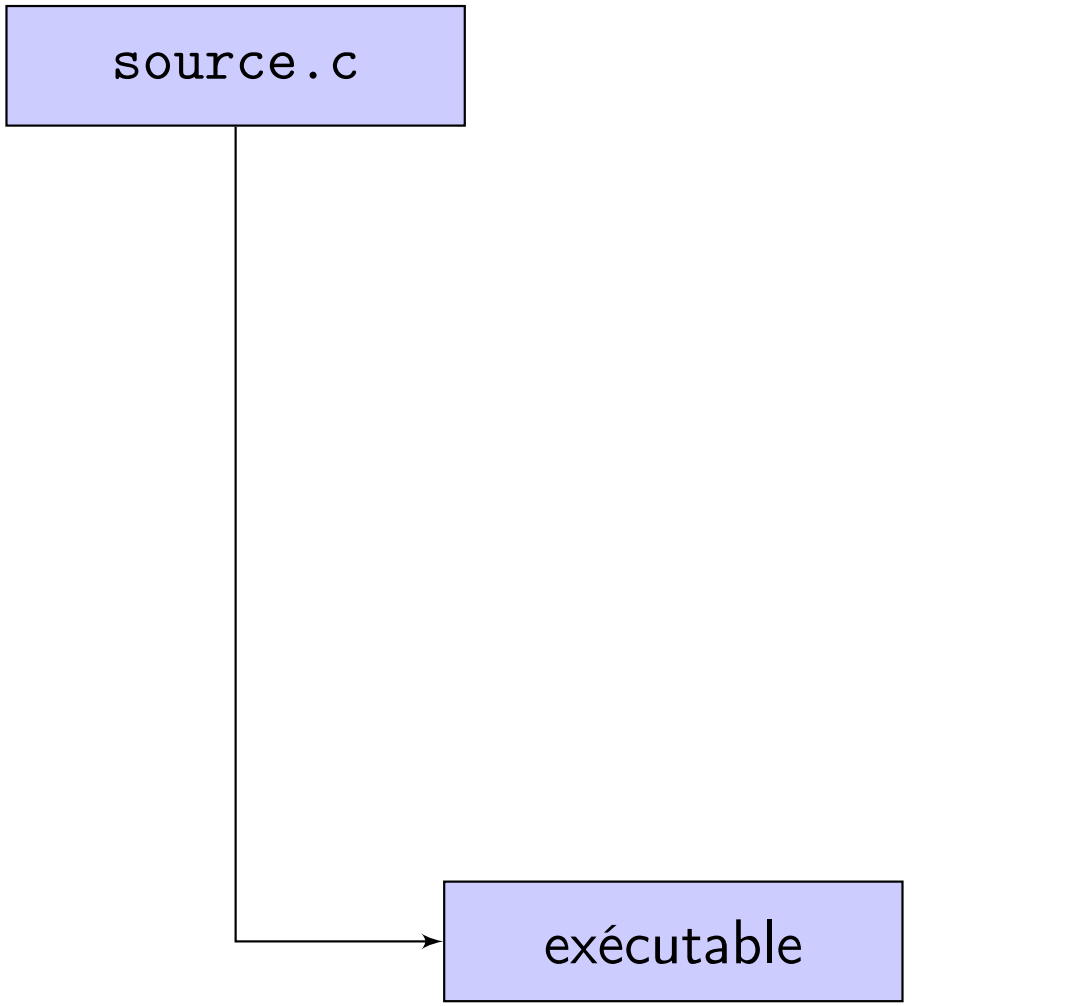
compilation
```
warning: incompatible implicit declaration
of built-in function ‘printf’
```

code source Pas de fonction principale (`main`)

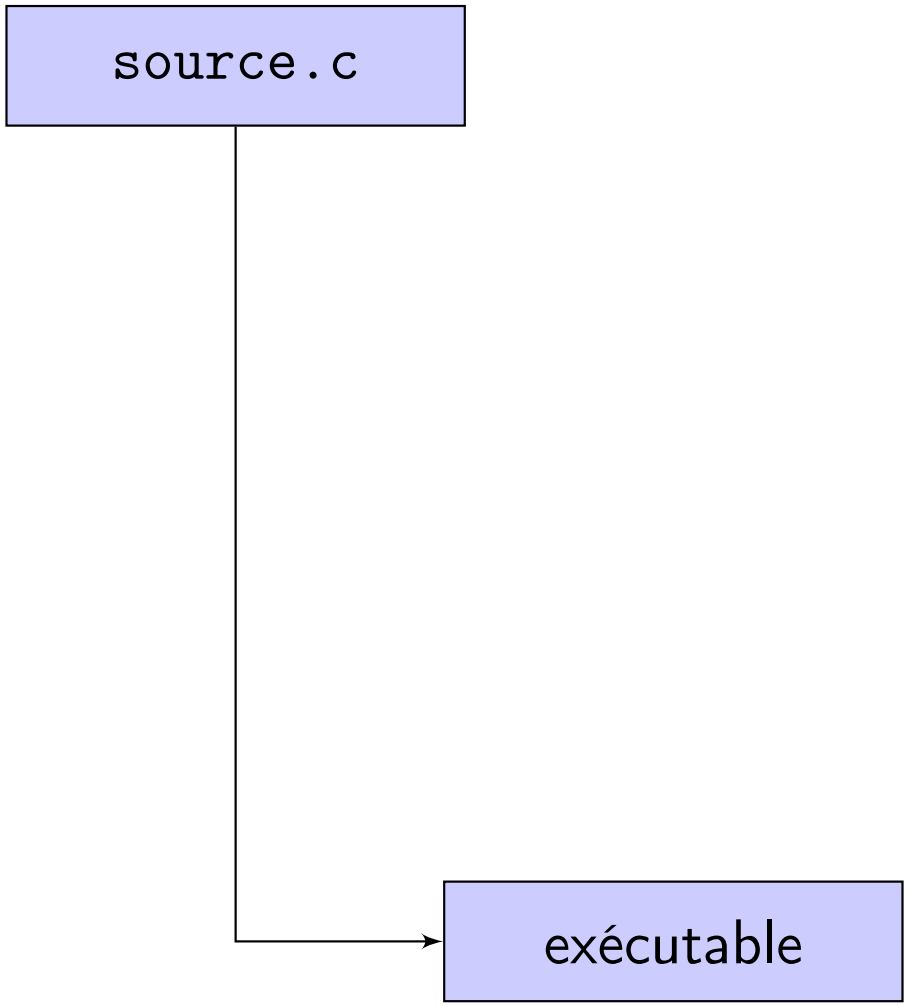
compilation `Undefined symbols: "_main", ...`

À votre avis : `Undefined symbols: "_prinft"` ?

La compilation en pratique (gcc)

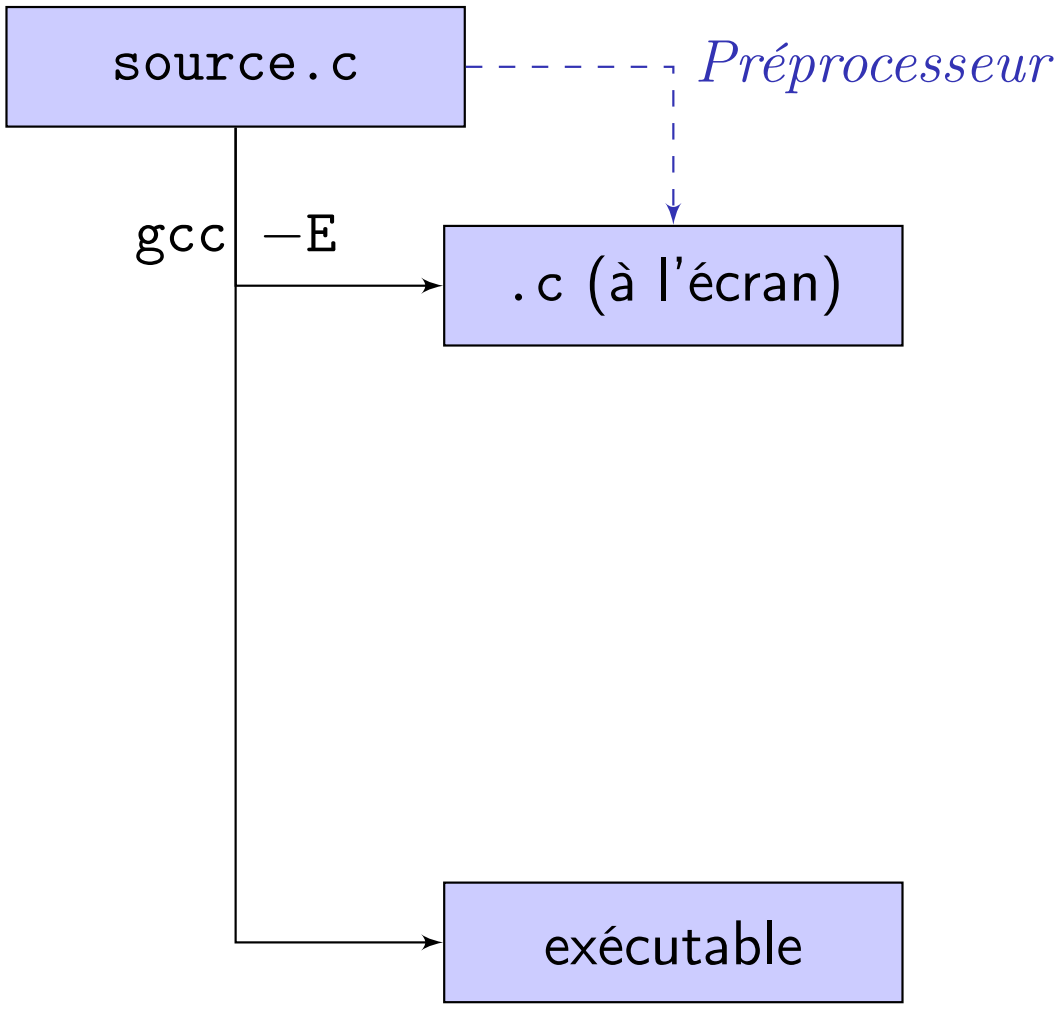


La compilation en pratique (gcc)




```
gcc -Wall source.c -o nom
```

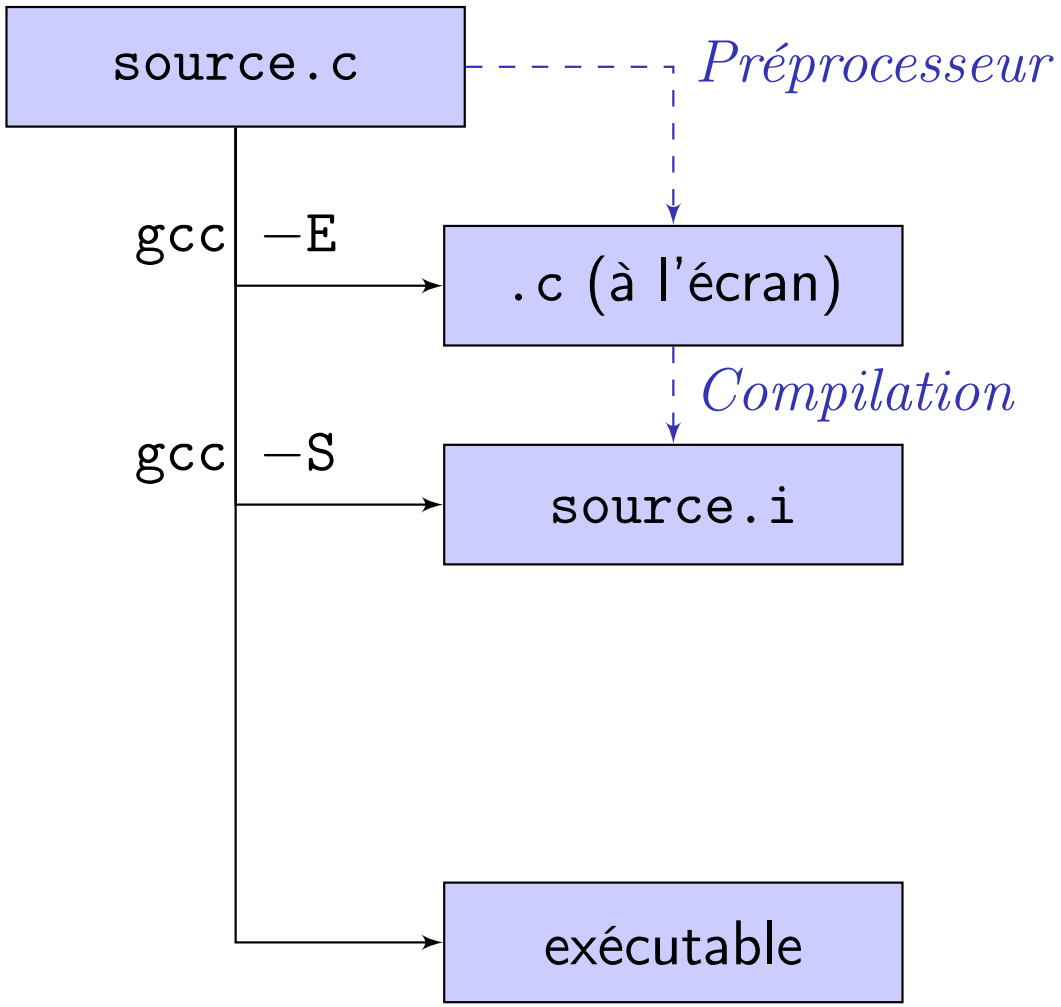
La compilation en pratique (gcc)



Le préprocesseur enlève les commentaires et exécute les instructions commençant par un dièse : `#define` (rechercher-remplacer) et `#include` (insertion de fichier).

```
gcc −Wall source.c −o nom
```

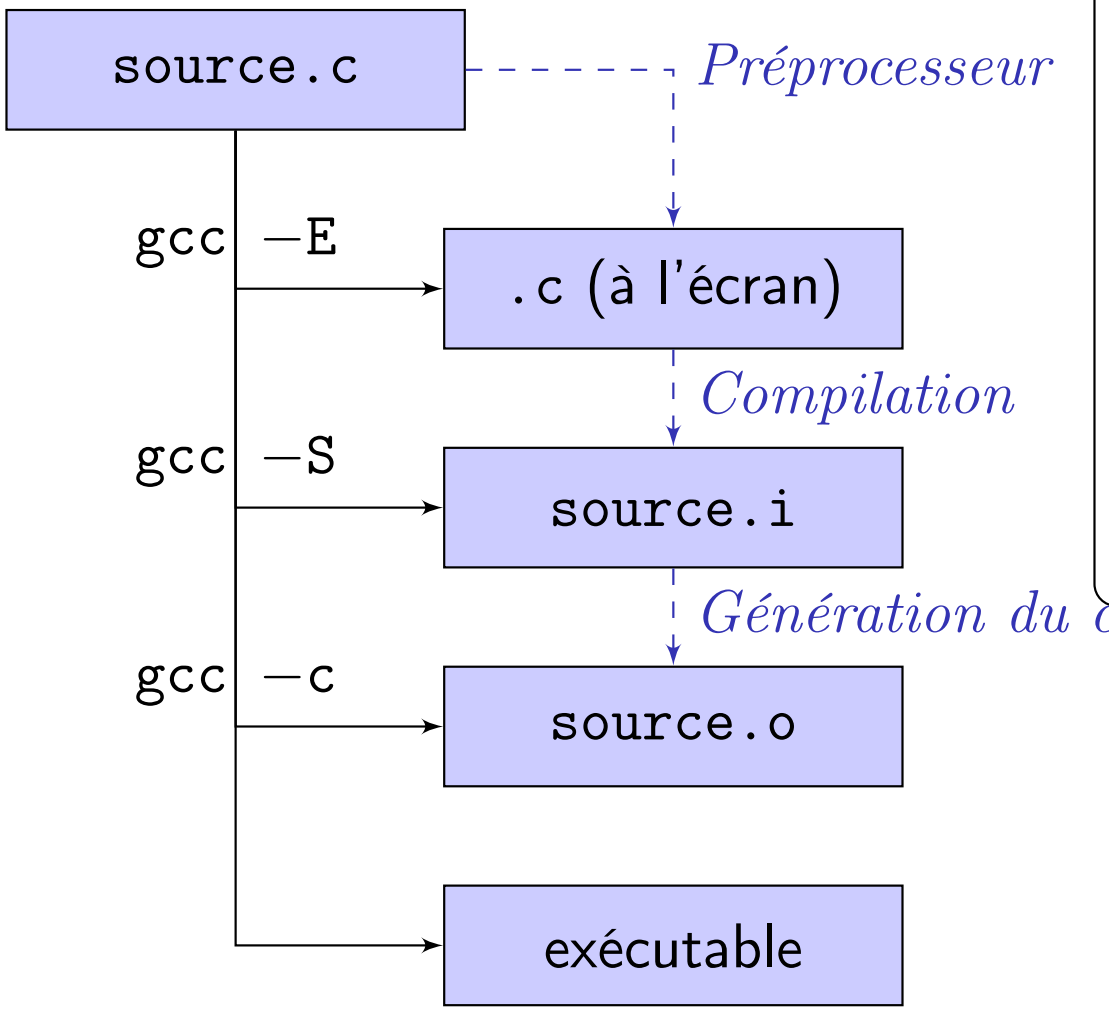
La compilation en pratique (gcc)



Le préprocesseur enlève les commentaires et exécute les instructions commençant par un dièse : `#define` (rechercher-remplacer) et `#include` (insertion de fichier).

```
gcc −Wall source.c −o nom
```

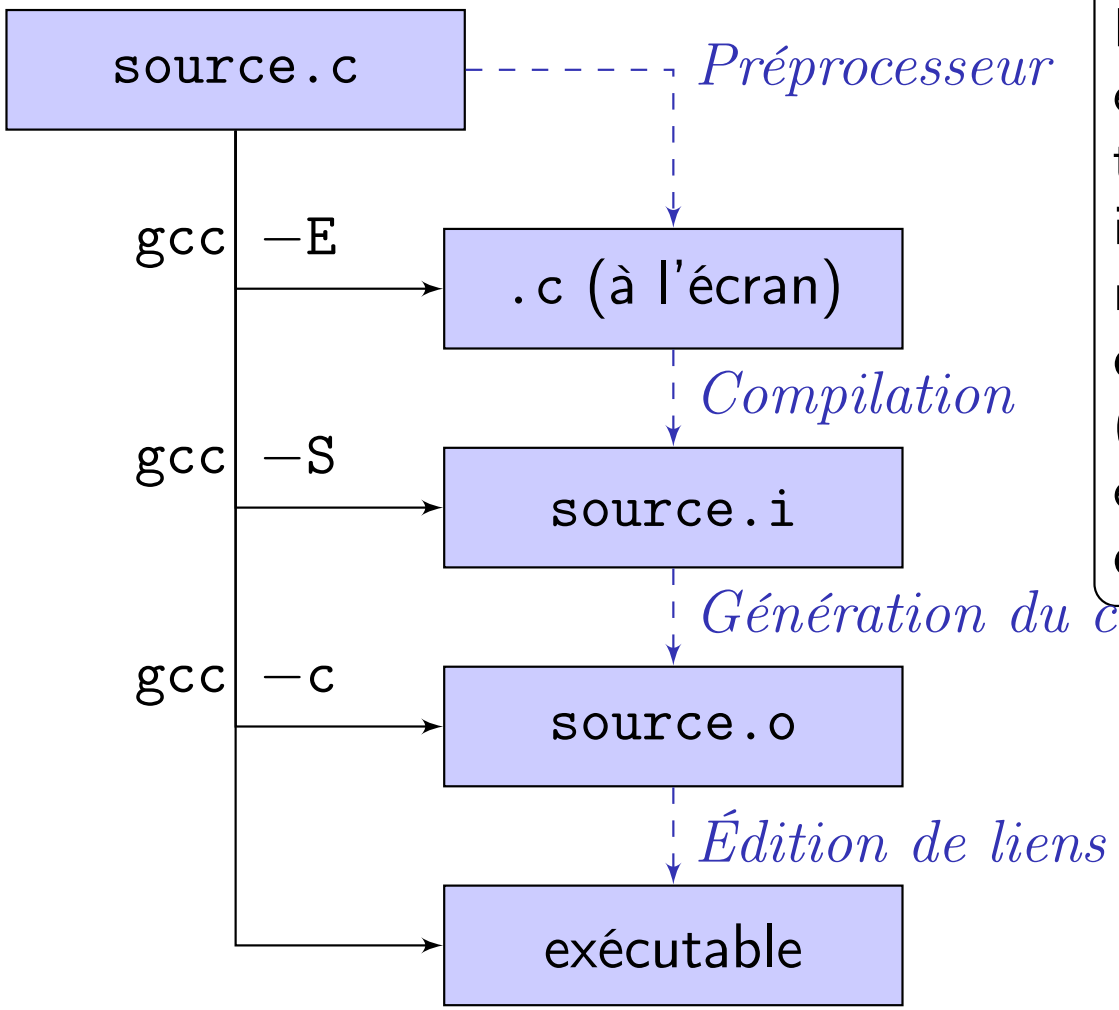
La compilation en pratique (gcc)



Le préprocesseur enlève les commentaires et exécute les instructions commençant par un dièse : `#define` (rechercher-remplacer) et `#include` (insertion de fichier).

```
gcc -Wall source.c -o nom
```

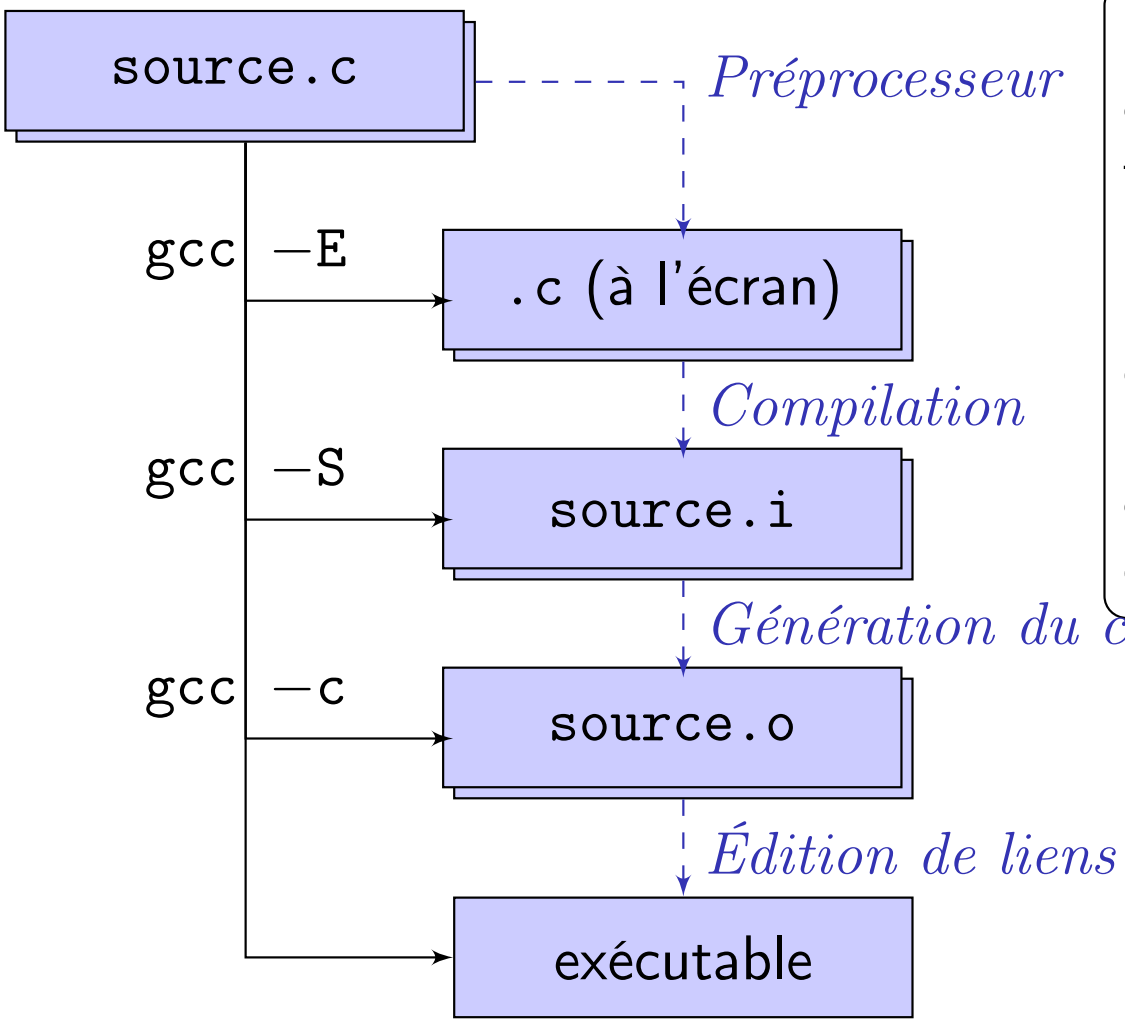
La compilation en pratique (gcc)



Le préprocesseur enlève les commentaires et exécute les instructions commençant par un dièse : `#define` (rechercher-remplacer) et `#include` (insertion de fichier).

```
gcc −Wall source.c −o nom
```

La compilation en pratique (gcc)



Le préprocesseur enlève les commentaires et exécute les instructions commençant par un dièse : `#define` (rechercher-remplacer) et `#include` (insertion de fichier).

```
gcc −Wall source.c −o nom
```

Rappel sur la programmation structurée

1. Exécuter les blocs les uns à la suite des autres (*séquence*)
2. si une certaine condition est vraie, exécuter un bloc sinon en exécuter un autre (*sélection*)
3. recommencer l'exécution d'un bloc tant qu'une certaine condition est vraie (*répétition*).

Un bloc peut lui-même contenir une combinaison de blocs.

Rappel sur la programmation structurée

1. Exécuter les blocs les uns à la suite des autres (*séquence*)
2. si une certaine condition est vraie, exécuter un bloc sinon en exécuter un autre (*sélection*)
3. recommencer l'exécution d'un bloc tant qu'une certaine condition est vraie (*répétition*).

Un bloc peut lui-même contenir une combinaison de blocs.
Aujourd'hui nous allons voir une première forme de répétition en C, le `for` qui sert pour exprimer : 

- la répétition un nombre fixé de fois répéter *n* fois
- l'itération sur un ensemble de cas (d'autres langages plus modernes ont le `for each` pour itérer sur un ensemble d'éléments). Pour chaque entier de 1 à *n* faire . . .

Rappels sur l'instruction de contrôle if

Syntaxe : `if (condition) { bloc1 } else { bloc2 }.`

Code source

```
/* avant */
if (age < 18)
{
  permis = 0;
}
else
{
  permis = 1;
}
/* après */
```

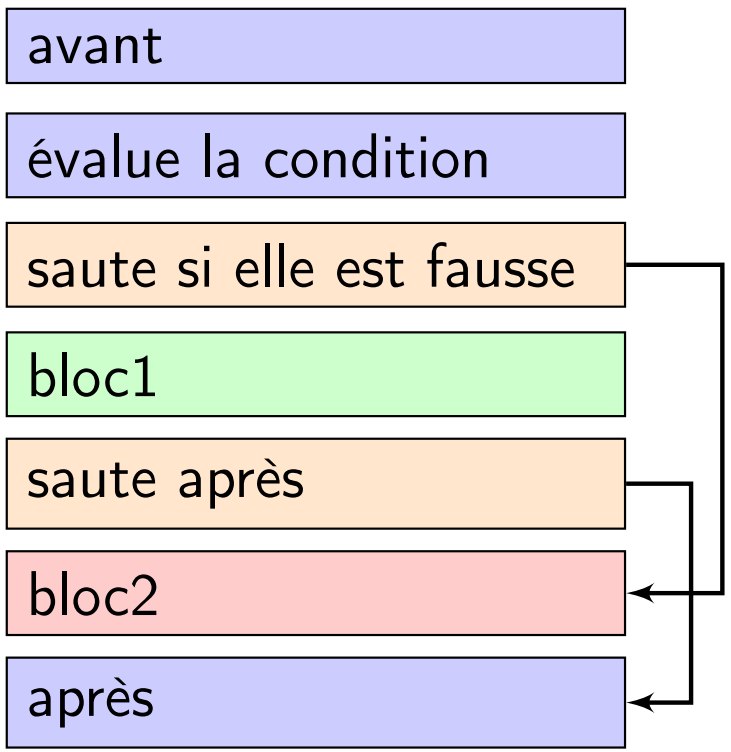
Rappels sur l'instruction de contrôle if

Syntaxe : `if (condition) { bloc1 } else { bloc2 }`.

Code source

```
/* avant */
if (age < 18)
{
  permis = 0;
}
else
{
  permis = 1;
}
/* après */
```

Schéma de traduction



L'instruction de contrôle for

Syntaxe :

`for (instruct1; condition; instruct2) { bloc }.`

L'instruction de contrôle for

Syntaxe :

`for (instruct1; condition; instruct2) { bloc }.`

Code source

```
/* avant */
for (i = 0; i < 5; i = i + 1)
{
  printf("%d\n", i);
  ...
}
/* après */
```

La variable `i` est appelée variable de boucle, elle doit être préalablement déclarée comme toute autre variable.

L'instruction de contrôle for

Syntaxe :

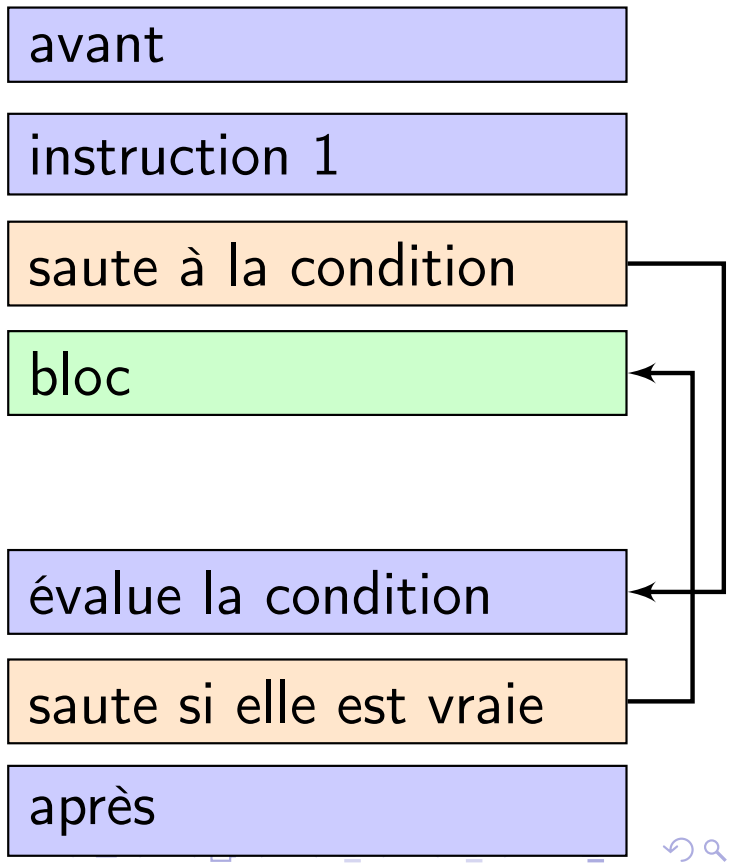
`for (instruct1; condition; instruct2) { bloc }.`

Code source

```
/* avant */
for (i = 0; i < 5; i = i + 1)
{
  printf("%d\n", i);
  ...
}
/* après */
```

La variable `i` est appelée variable de boucle, elle doit être préalablement déclarée comme toute autre variable.

Schéma de traduction



L'instruction de contrôle for

Syntaxe :

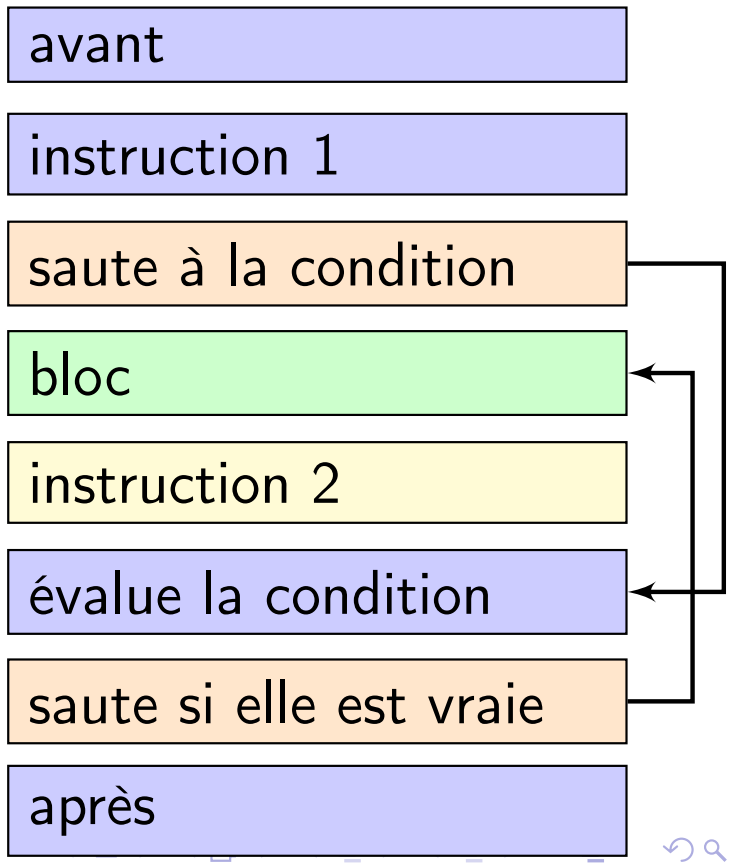
`for (instruct1; condition; instruct2) { bloc }.`

Code source

```
/* avant */
for (i = 0; i < 5; i = i + 1)
{
  printf("%d\n", i);
  ...
}
/* après */
```

La variable `i` est appelée variable de boucle, elle doit être préalablement déclarée comme toute autre variable.

Schéma de traduction



Trace

```
1  int main()
2  {
3    /* Declaration et initialisation de variables */
4   int i; /* var. de boucle */
5
6    for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7    {
8      printf("etape␣%d\n", i);
9    }
10   printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12   return EXIT_SUCCESS;
13 }
```

Trace

```
1  int main()
2  {
3    /* Declaration et initialisation de variables */
4   int i; /* var. de boucle */
5
6    for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7    {
8      printf("etape␣%d\n", i);
9    }
10   printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12   return EXIT_SUCCESS;
13 }
```

ligne	i	sortie écran

Trace

```
1  int main()
2  {
3    /* Declaration et initialisation de variables */
4   int i; /* var. de boucle */
5
6    for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7    {
8      printf("etape␣%d\n", i);
9    }
10   printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12   return EXIT_SUCCESS;
13 }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	

Trace 

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	

Trace 

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0

Trace

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0
9	1	

Trace

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0
9	1	
8		etape 1

Trace 

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0
9	1	
8		etape 1
9	2	

Trace

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0
9	1	
8		etape 1
9	2	
8		etape 2

Trace

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0
9	1	
8		etape 1
9	2	
8		etape 2
9	3	

Trace

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0
9	1	
8		etape 1
9	2	
8		etape 2
9	3	
10		i vaut 3

Trace 

```
1   int main()
2   {
3     /* Declaration et initialisation de variables */
4    int i; /* var. de boucle */
5
6     for (i = 0; i < 3; i = i + 1) /* pour chacune des 3 etapes */
7     {
8       printf("etape␣%d\n", i);
9     }
10    printf("i␣vaut␣%d\n", i);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13  }
```

ligne	i	sortie écran
initialisation	?	
6	0	
8		etape 0
9	1	
8		etape 1
9	2	
8		etape 2
9	3	
10		i vaut 3
12		Renvoie EXIT_SUCCESS

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas
   - boucle `for` (rarement while)

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas
   - boucle `for` (rarement while)
3. Composer des cas
   - boucles (parcourir/générer)

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas
   - boucle `for` (rarement while)
3. Composer des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - accumulateur (à initialiser)

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas
   - boucle `for` (rarement while)
3. Composer des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - accumulateur (à initialiser)

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas
   - boucle `for` (rarement while)
3. Composer des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - accumulateur (à initialiser)
4. Sélectionner des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - `if` (sélectionner/traiter)

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas
   - boucle `for` (rarement while)
3. Composer des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - accumulateur (à initialiser)

4. Sélectionner des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - `if` (sélectionner/traiter)

3'. Dénombrer des cas
   - boucles (parcourir/générer)

Algorithmes : quels outils pour quels problèmes

1. Traiter des cas spécifiques
   - `if else` (différencier)
   - `#define` constantes symboliques (nommer)
2. Parcourir/générer des cas
   - boucle `for` (rarement while)
3. Composer des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - accumulateur (à initialiser)

4. Sélectionner des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - `if` (sélectionner/traiter)

3'. Dénombrer des cas
   - boucles (parcourir/générer)
   - compteur (à initialiser à 0)

Démos

printf/scanf (1)

- Pour afficher un texte à l'écran, nous utilisons la fonction printf (*print formatted*).
- Chaque % dans le texte à afficher est substitué par la valeur formatée d'un paramètre supplémentaire de la fonction. Le caractère suivant le symbole % signale le format à utiliser. Un %d met une valeur au format entier décimal.

printf/scanf (1) 

- Pour afficher un texte à l'écran, nous utilisons la fonction printf (*print formatted*).
- Chaque % dans le texte à afficher est substitué par la valeur formatée d'un paramètre supplémentaire de la fonction. Le caractère suivant le symbole % signale le format à utiliser. Un %d met une valeur au format entier décimal.
- Exemples :
  - `printf("Bonjour\n")` affiche `Bonjour` et un saut de ligne

printf/scanf (1)

- Pour afficher un texte à l'écran, nous utilisons la fonction printf (*print formatted*).
- Chaque % dans le texte à afficher est substitué par la valeur formatée d'un paramètre supplémentaire de la fonction. Le caractère suivant le symbole % signale le format à utiliser. Un %d met une valeur au format entier décimal.
- Exemples :
  - `printf("Bonjour\n")` affiche `Bonjour` et un saut de ligne
  - `printf("i vaut %d\n", i)` affiche `i vaut` suivi de la valeur décimale de i (et d'un saut de ligne)

printf/scanf (1)

- Pour afficher un texte à l'écran, nous utilisons la fonction printf (*print formatted*).
- Chaque % dans le texte à afficher est substitué par la valeur formatée d'un paramètre supplémentaire de la fonction. Le caractère suivant le symbole % signale le format à utiliser. Un %d met une valeur au format entier décimal.
- Exemples :
  - `printf("Bonjour\n")` affiche `Bonjour` et un saut de ligne
  - `printf("i vaut %d\n", i)` affiche `i vaut` suivi de la valeur décimale de i (et d'un saut de ligne)
  - `printf("(%d, %d)\n", 31, -4)` affiche `(31, -4)` et un saut de ligne.

printf/scanf (1)

- Pour afficher un texte à l'écran, nous utilisons la fonction printf (*print formatted*).
- Chaque % dans le texte à afficher est substitué par la valeur formatée d'un paramètre supplémentaire de la fonction. Le caractère suivant le symbole % signale le format à utiliser. Un %d met une valeur au format entier décimal.
- Exemples :
  - `printf("Bonjour\n")` affiche `Bonjour` et un saut de ligne
  - `printf("i vaut %d\n", i)` affiche `i vaut` suivi de la valeur décimale de i (et d'un saut de ligne)
  - `printf("(%d, %d)\n", 31, -4)` affiche `(31, -4)` et un saut de ligne.
- Réciproquement pour faire entrer dans le programme une donnée saisie par l'utilisateur, nous utiliserons `scanf`.
- Exemple : `scanf("%d", &x)`