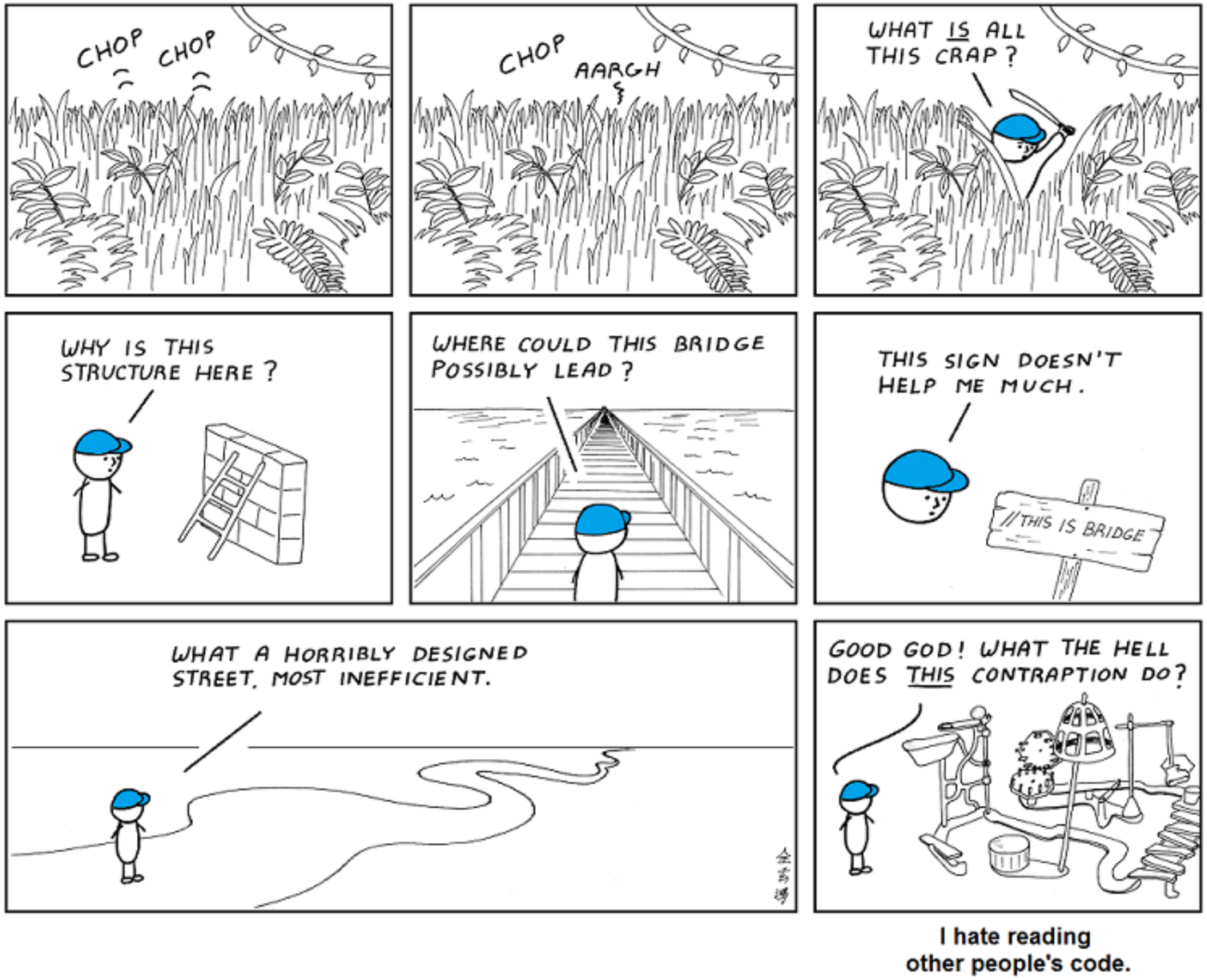
Fonctions



I hate reading other people's code.

ICC-C Cours 5

L’instruction for

```
for (initialisation; condition; itération) instruction
```

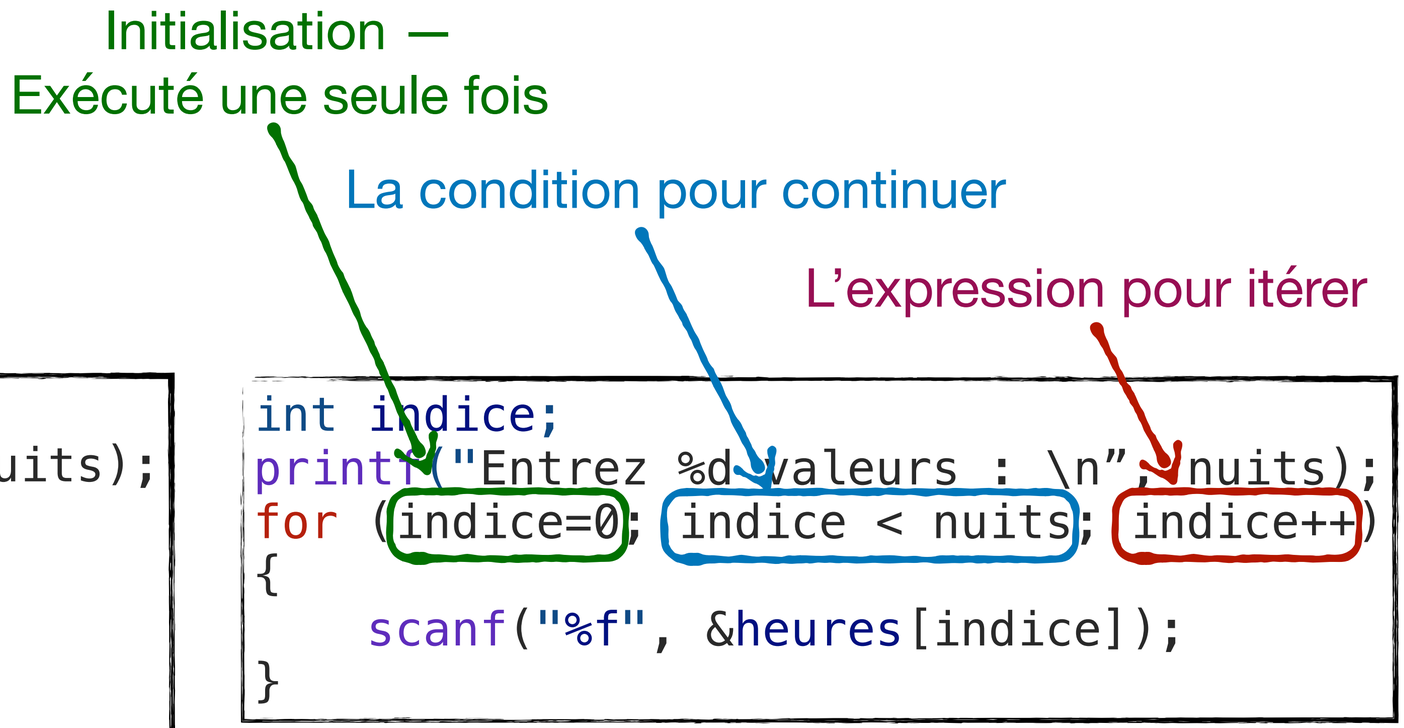
Est équivalente à:

```
{
  initialisation;
  while (condition) {
     instruction;
     itération;
  }
}
```

L’instruction for

- Lire un tableau d’entiers

```c
int indice = 0;
printf("Entrez %d valeurs : \n”, nuits);
while (indice < nuits)
{
    scanf("%f", &heures[indice]);
    indice++;
}
```




```c
int indice;
printf("Entrez %d valeurs : \n”, nuits);
for (indice=0; indice < nuits; indice++)
{
    scanf("%f", &heures[indice]);
}
```

Boucles imbriquées

Nested loops

- On peut mettre une boucle dans une boucle!
- Par exemple, afficher toutes les paires

```c
int vec[] = {1, 2, 3};
int size = 3;
int i, j;

for (i = 0; i < size; i++) {
    for (j = 0; j < size; j++) {
        printf("(%d, %d)\n", vec[i], vec[j]);
    }
}
```

```
// Affiche :
// (1, 1)
// (1, 2)
// (1, 3)
// (2, 1)
// (2, 2)
// (2, 3)
// (3, 1)
// (3, 2)
// (3, 3)
```

Boucle infinie

- Parfois nous **voulons** qu'un programme ne termine pas
  - Par exemple MS Word, ou Keynote, ou Chrome
- Ces programmes ont quelque part une boucle infinie, mais qui peut être cassée sous certaines conditions

```
while (1)
{
    interaction avec l'utilisateur
    if (terminer le programme) {
        break;
    }
}
```

L’instruction `do-while`

- `do instruction while (expression)`
- Comme while, mais la condition est vérifiée à la fin de la boucle

```c
while (n != 0)
{
  printf("Entrez un nombre : ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Vous avez entré : %d\n", n);
}
```

```c
do
{
  printf("Entrez un nombre : ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Vous avez entré : %d\n", n);
} while (n != 0);
```

Fonctions

Pourquoi?

- Il y a des bouts de code qu'on aimerait réutiliser
  - Lire un tableau
  - Calculer la longueur d'une chaîne de caractères
  - Calculer la racine carrée, sinus, cosinus, …
  - Utiliser la carte graphique pour afficher des formes 3d
  - Entraîner un réseau de neurones
  - Etc.

Fonctions

Où les trouve-t-on?

- Chaque programme a une fonction `main`
- Il existe des collections de fonctions qu'on peut utiliser
  - Des bibliothèques (*libraries*) qu'on peut installer!
  - On réutilise le code écrit par d'autres dévelopeurs
- On ~~peut~~ **doit** écrire nos propres fonctions

Fonctions

- Une fonction mathématique a un domaine et un co-domaine
  $f : \mathbb{R} \times \mathbb{Z} \to \mathbb{R}$
- Une fonction C aussi!

```
double f(double x, int y); // f: double, int -> double
```

- C’est la déclaration de la fonction

Déclaration d'une fonction

`f` retourne une valeur de type `double`

`x` et `y` sont les paramètres de `f`

```
double f(double x, int y);
```

- Utile si la définition est ailleurs
- Devrait apparaître *avant* l'endroit où on appelle la fonction
- Souvent se trouve dans un fichier entête (*header file*) `.h`
  - Exemples: `stdio.h`, `math.h`, `stdlib.h`, etc.

Définition d'une fonction

`f` retourne une valeur de type `int`

`a` et `b` sont les paramètres de `somme`

Le corps

```
int somme(int a, int b)
{
    return a + b;
}
```

- Le corps (*body*) = un bloc d'instructions qui utilise les paramètres
- La fonction doit "retourner" une valeur du type indiqué
- Quand elle retourne, elle termine son exécution

Appels de fonctions

Function calls

- On appelle une fonction (*calling a function*)
- Les valeurs transmises à la fonction sont des arguments

```c
int main()
{
    int s = 0;
    s = somme(1, 2); // Arguments 1 et 2
    printf("%d\n", s);
    // Affiche: 3
}
```

Appels de fonctions

Function calls

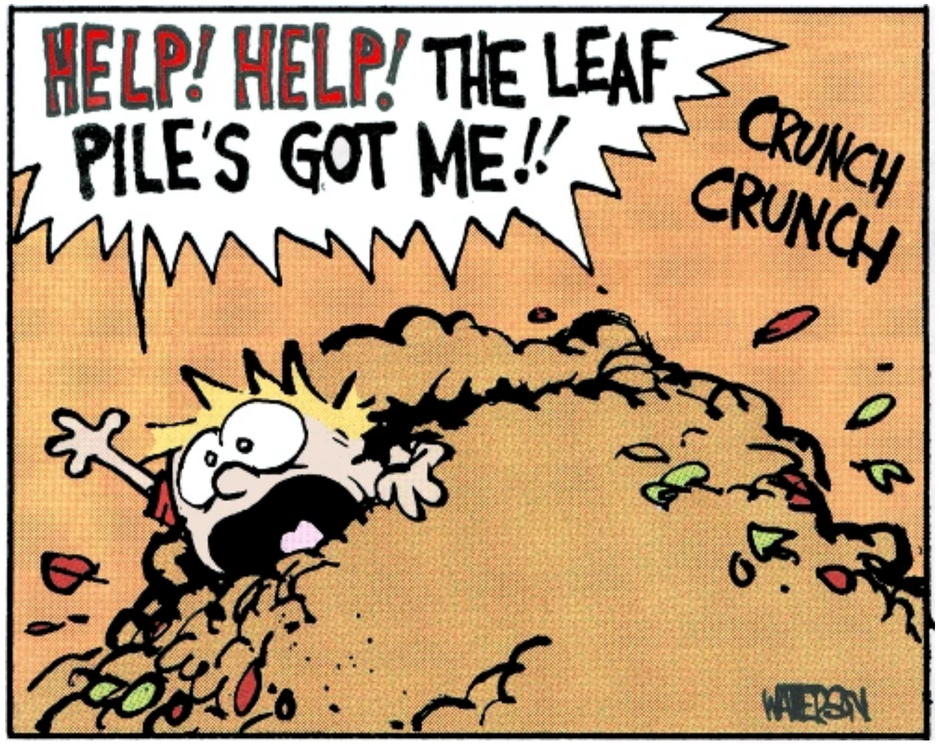
- L’appel de fonction est un opérateur
- L’expression qui en résulte a le type donné par le type de retour de la fonction
- Conversion implicite des arguments vers le type des paramètres

```
int somme(int a, int b);
...
int s = 0;
s = somme(1.3, 2.1); // Arguments convertis en int 1 et 2
printf("%d\n", s);
// Affiche: 3
```

Une pile

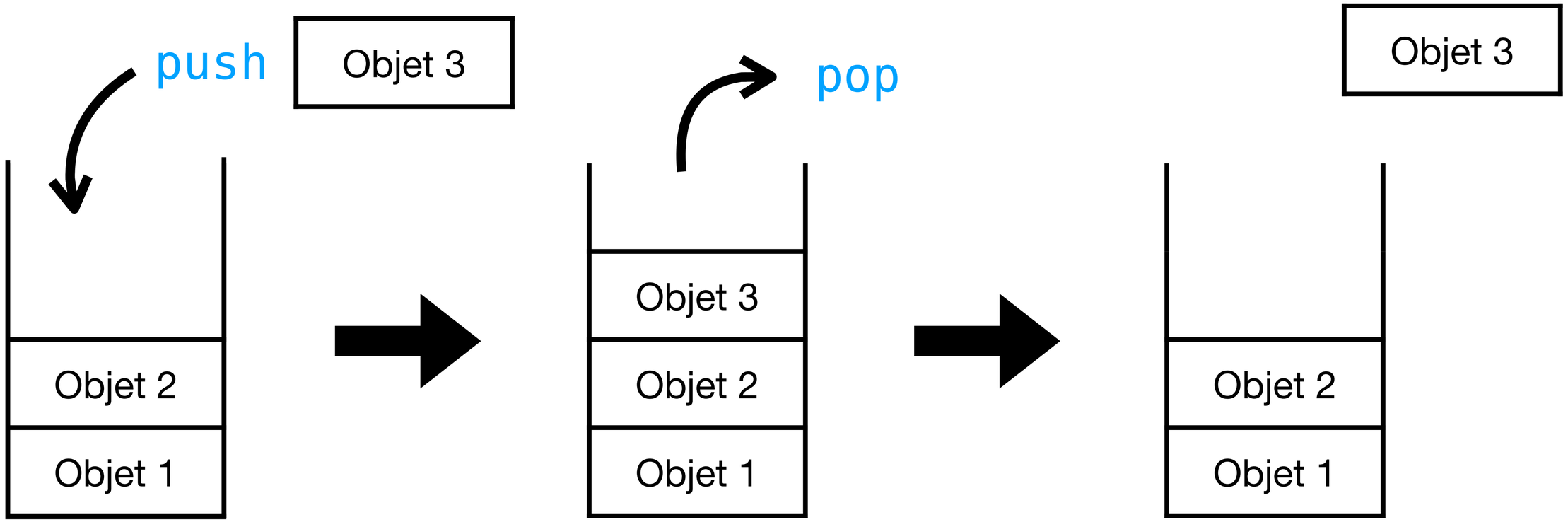
A stack

- Structure de données qui permet de stocker des objets
- Deux opérations:
  - `push` = on met qqch sur la pile
  - `pop` = on enlève qqch du haut de la pile



Une pile

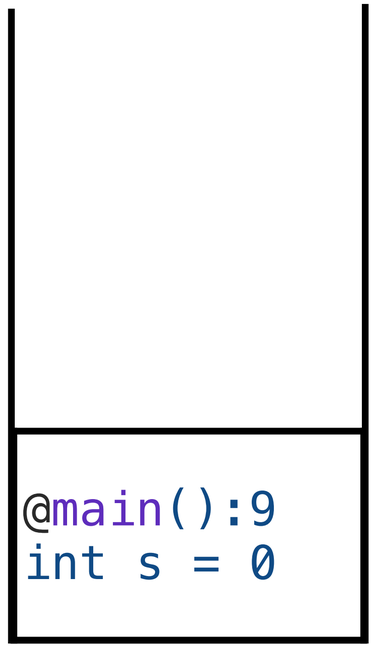
A stack



La pile d’exécution

Call stack

- Le contexte des fonctions est stocké dans la pile d’exécution

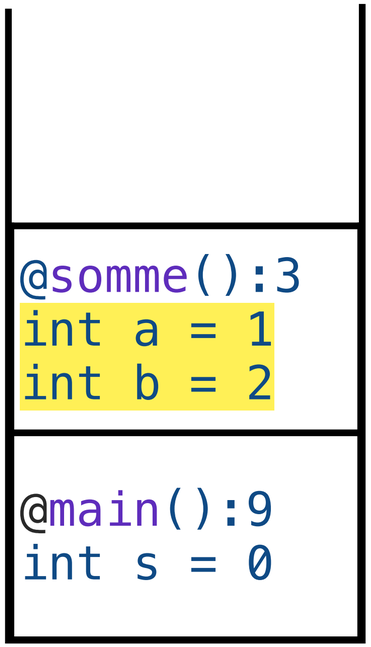



```c
int somme(int a, int b)
{
  return a + b;
}

int main()
{
  int s = 0;
  s = somme(1, 2); // Arguments 1 et 2
  printf("%d\n", s);
  // Affiche: 3
}
```

La pile d’exécution

Call stack

- Quand on appelle une fonction, on `push` son nouveau contexte dans la pile
- Les paramètres prennent les valeurs des arguments

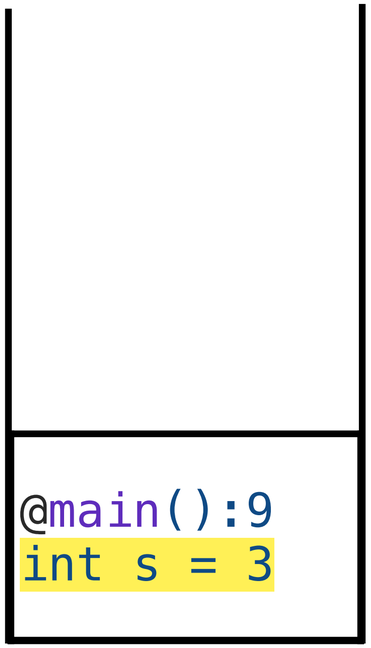



```c
int somme(int a, int b)
{
  return a + b;
}

int main()
{
  int s = 0;
  s = somme(1, 2); // Arguments 1 et 2
  printf("%d\n", s);
  // Affiche: 3
}
```

La pile d’exécution

Call stack

- `return valeur` = on quitte la fonction & `pop` son contexte de la pile
- La valeur se retrouve dans l’expression où l’appel a été effectué




```c
int somme(int a, int b)
{
  return a + b;
}

int main()
{
  int s = 0;
  s = somme(1, 2); // Arguments 1 et 2
  printf("%d\n", s);
  // Affiche: 3
}
```

L’instruction `return`

- Termine l’execution de la fonction
- Le programme continue à partir de l’endroit où la fonction a été appelée
- L’expression de l’appel de fonction prendra la valeur donnée dans le `return`
- Si on utilise `return` dans `main()`, alors le programme est **terminé**

Une fonction qui ne retourne rien

Le type `void`

le type “rien”…

```
void affiche_pair(int test)
{
    if (test % 2)
        return; // on sort

    printf("%d est pair\n", test);
}
```

Pourquoi `main` a un type de retour?

… et pourquoi on ne retourne rien?

- Quand un programme termine, il “retourne” une valeur au système d’exploitation
- Cette valeur est interprétée comme un “code d’erreur”
- **Convention**: 0 = pas d’erreur
- Si on n’écrit pas de “return” dans `main`, le compilateur rajoute automatiquement à la fin

```
return 0;
```

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    printf("Hello, World!\n");
    printf("Bonjour, ICC!\n");
}
```

Variables locales

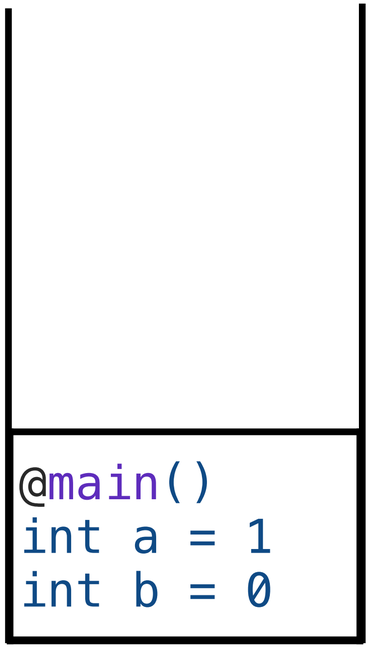
Contexte local

- Le contexte dans la pile d'exécution contient:
  - toutes les variables "actives" dans la fonction
  - la référence de l'instruction qui est en train d'être exécutée
- Les variables définies dans une fonction sont des variables locales
- Elles sont visibles **uniquement** depuis la fonction où elles sont définies
- On peut réutiliser le nom des variables dans une autre fonction sans impact

Portée des variables locales

- Qu’affiche ce code ?

```
main avant: a = 1
```

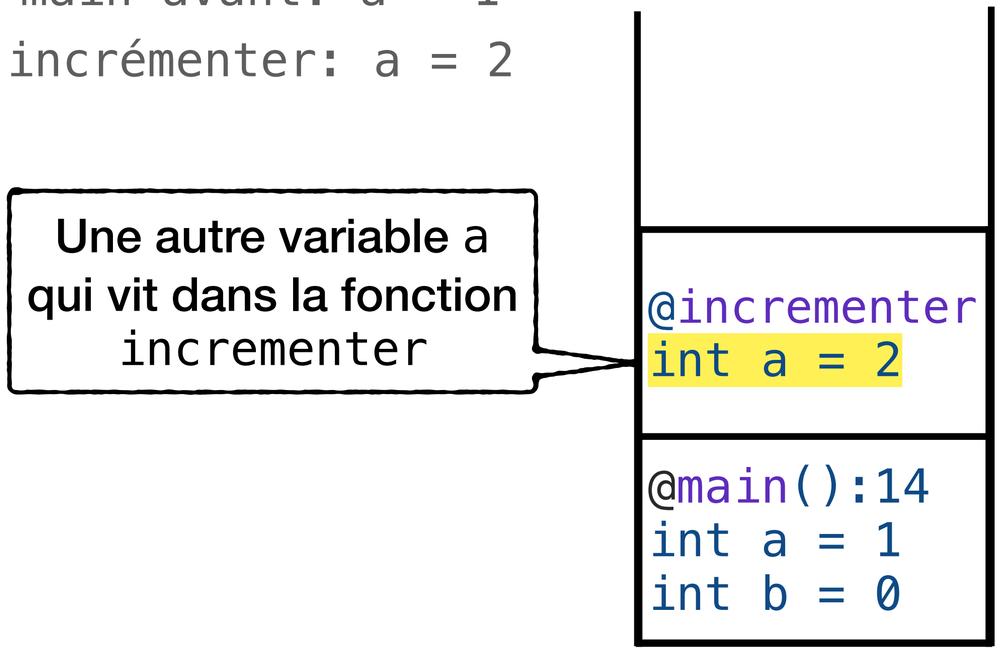



```c
#include <stdio.h>

int incrementer(int a)
{
  a = a + 1;
  printf(“incrémenter: a = %d\n", a);
  return a;
}

int main()
{
  int a = 1, b = 0;
  printf("main avant: a = %d\n", a);
  b = incrementer(a);
  printf("main après: a = %d\n", a);
  printf("main b = %d\n", a);

  return 0;
}
```

Portée des variables locales

- Qu'affiche ce code ?

```
main avant: a = 1
incrémenter: a = 2
```

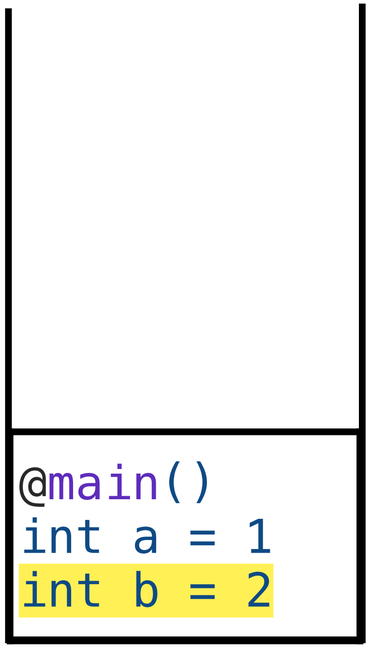



```c
#include <stdio.h>

int incrementer(int a)
{
  a = a + 1;
  printf("incrémenter: a = %d\n", a);
  return a;
}

int main()
{
  int a = 1, b = 0;
  printf("main avant: a = %d\n", a);
  b = incrementer(a);
  printf("main après: a = %d\n", a);
  printf("main b = %d\n", a);

  return 0;
}
```

Portée des variables locales

- Qu’affiche ce code ?

```
main avant: a = 1
incrémenter: a = 2
main après: a = 1
main b = 2
```




```c
#include <stdio.h>

int incrementer(int a)
{
  a = a + 1;
  printf(“incrémenter: a = %d\n", a);
  return a;
}

int main()
{
  int a = 1, b = 0;
  printf("main avant: a = %d\n", a);
  b = incrementer(a);
  printf("main après: a = %d\n", a);
  printf("main b = %d\n", b);

  return 0;
}
```

Variables globales

- Définies dans le module/fichier .c directement
- Sont visibles partout, sauf quand une variable locale a le même nom
  - Comme des variables aux portées imbriquées (*nested scope*)
- ⚠️ Il est **déconseillé** d'utiliser des variables globales (surtout pour les gros projets)
  - N'importe quelle fonction peut les modifier

```c
#include <stdio.h>

int n_appels = 0;

void f()
{
    printf("Appel %d\n",
           n_appels++);
}

int main()
{
    f(); // Appel 0
    f(); // Appel 1
    f(); // Appel 2
    printf("Appel suivant = %d\n",
           n_appels);
    // Appel suivant = 3
}
```

Le passage des arguments

- Dans une fonction, les paramètres sont équivalents à des variables locales
- En C il se fait par valeur (*call by value*)
- Lors d'un appel, les paramètres sont initialisés avec les valeurs des arguments
- Autrement dit, **on copie** les arguments dans les paramètres

Paramètres de type tableau

```c
#include <stdio.h>

void incrementer(int tableau[], int taille)
{
  for (int i = 0; i < taille; i++)
    tableau[i]++;
}

int main()
{
  int tableau[] = {1, 2, 3, 4, 5};
  int taille = 5;
  incrementer(tableau, taille);
  afficher(tableau, taille);
  return 0;
}
```

```c
void afficher(int tableau[],
              int taille)
{
  for (int i = 0; i < taille; i++)
    printf("%d ", tableau[i]);
  printf("\n");
}
```

```c
// Affiche 2 3 4 5 6
```

???


ON NE PEUT PAS MODIFIER LES ARGUMENTS
ON VIENT DE MODIFIER UN TABLEAU
imgflip.com

Pourquoi?

- Nous verrons en détail comment on représente une variable tableau
- Pour éviter que le tableau soit modifié par la fonction, il faut ajouter `const`

```
void incrementer(const int tableau[], int taille)
{
  for (int i = 0; i < taille; i++)
    tableau[i]++; // Ce n'est plus permis!
}
```

```
fun_test.c:6:15: error: read-only variable is
not assignable
    tableau[i]++;
    ~~~~~~~~~~^
1 error generated.
```

Slide philosophique

- Les langages de programmation nous donnent beaucoup de liberté
- “Il faut savoir s’en servir” 🙄 mais il n’existe pas de code sans bug 🐞
- Il faut plutôt mettre en place des **mécanismes de protection**
- `const` est un de ces mécanismes
  - le code marche aussi bien *avec* ou *sans*
  - si on sait qu’un paramètre ne doit jamais changer sa valeur,
    il vaut mieux l’indiquer au compilateur