IN 101 - Cours 02

23 septembre 2011

présenté par

Matthieu Finiasz

Les tableaux en C

Limites des types de bases

- Chaque variable correspond à une case mémoire :
  - il faut autant de variables que de cases mémoires,
  - chacune a un nom différent.

- Pour remplir 1 Mo de mémoire il faut 250000 variables différentes !

- Les types de bases ne sont suffisants que pour des programmes simples qui ne manipulent pas de grandes quantités de données,
  → autrement, on utilise des tableaux (ou des structures).

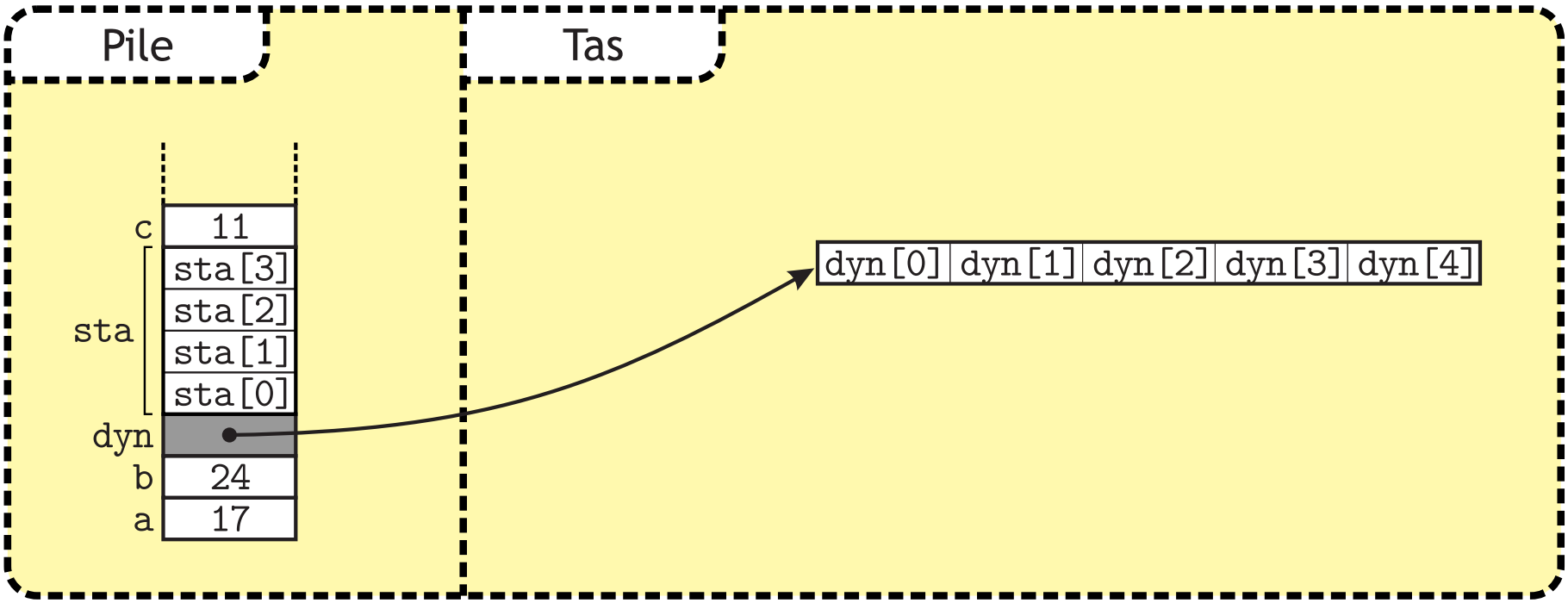
Qu'est-ce qu'un tableau ?

- Un tableau est un ensemble de cases mémoires du même type rassemblées sous un même nom de variable
  → une variable peut ainsi contenir des milliers de valeurs.

- En mémoire, ce sont des cases adjacentes,
  - le type permet de connaître la taille d'une case,
  - on peut facilement savoir où se trouve la i-ème case si on connaît l'adresse mémoire de la première,
    ⚠ la numérotation des cases commence à 0
  - on peut facilement parcourir toutes les cases d'un tableau.

Tableaux et mémoire

- Il existe 2 sortes de tableaux en C, liés à la façon dont la mémoire est gérée :
  - les tableaux statiques : leur taille est connue à la compilation
    → gérés par le compilateur comme des variables locales.
  - les tableaux dynamiques : leur taille est fixée à l'exécution
    → un appel système permet de réserver de la mémoire.



Les tableaux en C
Déclaration

- Un tableau statique se déclare avec une taille fixée
  - il est souvent pratique d'utiliser un `#define`.

```
1 #define N 10     // permet de facilement changer N
2 int sta[4];      // réserve la place pour 4 int
3 float tab[N];    // réserve la place pour 10 float
```

- Pour un tableau dynamique c'est plus compliqué
  - il faut expressément réserver la mémoire (et la libérer).

```
1 int n;
2 int* dyn;          // réserve 1 case pour le pointeur
3 scanf("%d", &n);
4 dyn = (int*) malloc(n*sizeof(int));  // réserve n int
5 ...
6 free(dyn);         // libère la mémoire
```

- Pour l'instant on ne va faire que des tableaux statiques.

Les tableaux en C

Déclaration et initialisation

- Quand on déclare un tableau, il n'est pas initialisé :
  - il contient "ce qui était dans la mémoire",
  - on peut l'initialiser case par case ou d'un coup.

```
1 double a[3];
2 a[0] = 10.5;      // initialisation case par case
3 a[1] = 17.3;
4 a[2] = 35.9;
5
6 /* initialisation d'un coup */
7 int b[] = {1, 3, 4, 5}; // b est de taille 4
8 int c[10] = {0, 2, 4};
9 // c de taille 10 avec 3 cases initialisées
```

⚠ L'initialisation "d'un bloc" ne peut se faire qu'à la déclaration,

→ `int c[4]; c = {1, 2, 3, 4};` ne marche pas.

Les tableaux en C

Initialisation à l'aide d'une boucle

- Il est en général pratique d'initialiser un tableau avec une boucle :

```
1  #define N 10
2
3  int main() {
4    int i;
5    int square[N];
6
7    i = 0;                  // on démarre au début de tab
8    while (i<N) {           // le #define est pratique ici
9      square[i] = i*i;      // la case i contient i*i
10     i++;                  // on passe à la case d'après
11   }
12 }
```

- Les boucles `while` sont un peu lourdes

  → c'est pour cela que les boucles `for` existent !

Les chaînes de caractères

- En C, une chaîne de caractères est un tableau de *char*,
  - un tableau ne contient pas d'information sur sa longueur
    → il faut un moyen de reconnaître la fin de la chaîne.
  - un zéro '\0' marque la fin de la chaîne de caractère.

```
1 char hel[] = "Hello!";   // chaîne de 7 caractères
2 char str[20] = "World";  // 6 caractères initialisés
3 printf("%c %c %d %c %d %d\n",hel[0],hel[5],hel[6],
4                                   str[2],str[4],str[5]);
5 str[1] = 'y';            // modification d'une case
6 hel[2] = '\0';           // pour tronquer une chaîne
7 printf("%s %s\n", hel, str);
```

- %c affiche un caractère ASCII, %s une chaîne de caractères,
  - donc ce code va afficher :

```
H ! 0 r 100 0
He Wyrld
```

Les boucles `for` en C

Boucle `for`
Syntaxe

- La syntaxe d'une boucle `for` est la suivante :

```
1 int i, n=10;
2 for (i=0; i<n; i++) {
3   printf("%d\n",i);
4 }
```

- En une seule ligne on écrit :
  - l'initialisation : `i=0`
  - le test : `i<n`
  - l'incrémentation : `i++`

- Cela permet de rendre le code plus lisible :
  - on voit directement que l'on répète `n` fois les instructions,
  - simplifie aussi l'optimisation du code pour le compilateur.

Équivalence des boucles `for` et `while`

- Une boucle `for` peut toujours être remplacée par une boucle `while`

```
for (init;test;incr) {
  instruction;
}
```

```
init;
while (test) {
  instruction;
  incr;
}
```

- Mais l'inverse est aussi vrai !
  - les instructions du `for` peuvent être différentes des opérations standard et même vides.

```
while (test) {
  instruction;
}
```

```
for (;test;) {
  instruction;
}
```

Boucle `for`
Utilisation standard

- L'utilisation standard d'un `for` est une boucle avec un compteur :
  - on répète une instruction un nombre de fois donné,
  - on a un compteur qui nous dit où on en est.
    - → idéal pour manipuler des tableaux.

- Déclaration et initialisation à 0 :

```
1 #define N 10
2
3 int i;
4 int zero[N];
5 for (i=0; i<N; i++) {
6   zero[i] = 0;
7 }
```

Boucle `for`
Utilisation standard

- L'utilisation standard d'un `for` est une boucle avec un compteur :
  - on répète une instruction un nombre de fois donné,
  - on a un compteur qui nous dit où on en est.
    - → idéal pour manipuler des tableaux.

- Déclaration et initialisation en fonction du compteur :

```
1 #define N 10
2
3 int i;
4 int square[N];
5 for (i=0; i<N; i++) {
6   square[i] = i*i;
7 }
```

Affichage d'un tableau

- `printf` ne permet pas d'afficher directement un tableau (à part une chaîne de caractères), il faut utiliser une boucle.

square_sum.c

```
1  #define N 10;
2  int main() {
3    int i;
4    int sq[N];
5    sq[0] = 0;                    // U(0) = 0
6    for (i=1; i<N; i++) {
7      sq[i] = i*i + sq[i-1];      // U(i) = U(i-1) + i*i
8    }
9    for (i=0; i<N; i++) {
10     printf("%d ",sq[i]); // affiche un élément à la fois
11   }
12   printf("\n");              // retour à la ligne à la fin
13 }
```

- Affiche : 0 1 5 14 30 55 91 140 204 285

Arguments en ligne de commande

Arguments de la fonctions `main`

- Dans un terminal, en tapant : `cp fichier1 fichier2`
  - vous appelez le programme cp,
  - vous lui passez deux arguments
    - → les chaînes de caractères `fichier1` et `fichier2`.
- En C, vous pouvez récupérer les arguments de la ligne de commande en ajoutant des arguments à la fonction `main` :

```
1 int main (int argc, char* argv[]) {
2   int i;
3   printf("Vous avez passé %d arguments.\n", argc);
4   for (i=0; i<argc; i++) {
5     printf("%s\n", argv[i]);
6   }
7   ...
```

⚠ Les arguments sont toujours les mêmes : un *int*, et un tableau de chaînes de caractères, vous pouvez seulement changer leurs noms.

Arguments de la fonctions `main`

- Les arguments de la fonction `main` sont :
  - un *`int`*, correspondant au nombre d'arguments
    - → le nombre de mots sur la ligne de commande,
  - un tableau de chaînes de caractères
    - → chaque mot va dans une case du tableau.

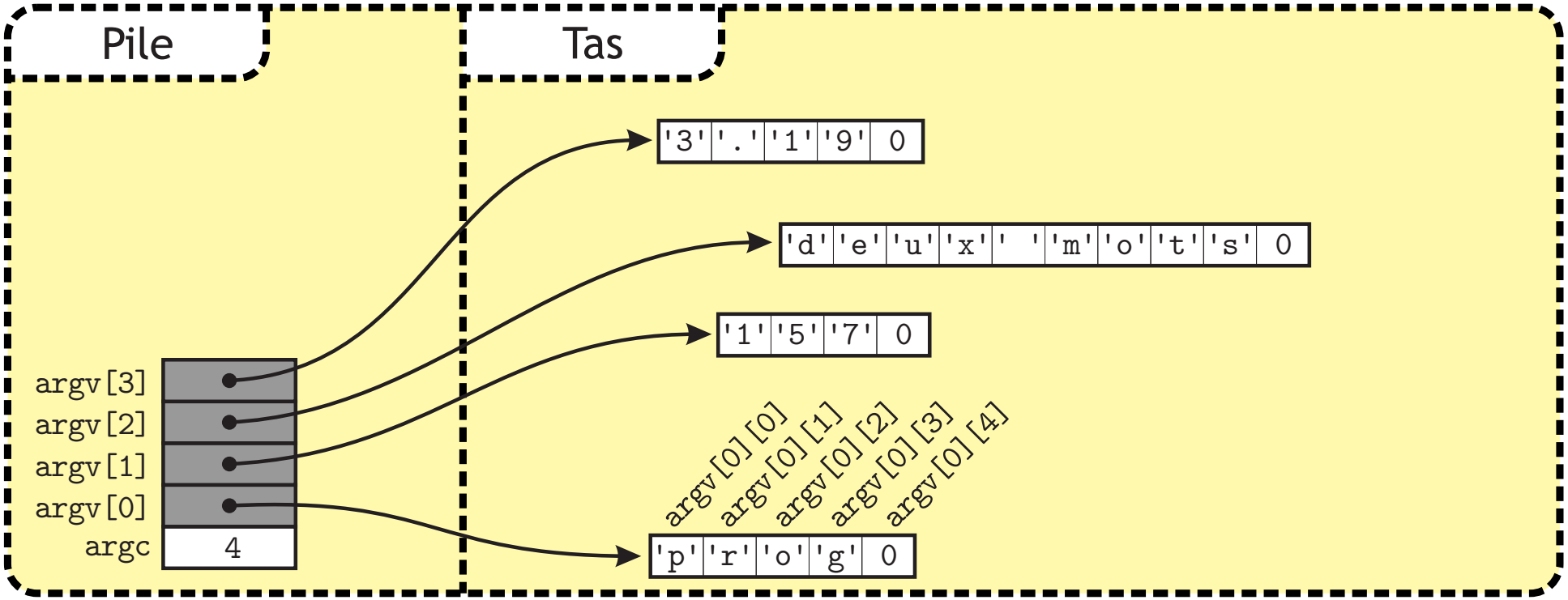
- Le nom du programme lui-même est aussi compté donc pour :
  `cp fichier1 fichier2`
  - `argc` contient 3,
  - `argv[0]` contient `"cp"`,
  - `argv[1]` contient `"fichier1"`,
  - `argv[2]` contient `"fichier2"`.

- `argv[0]` ne vous servira pas beaucoup, mais est utile quand un même programme peut avoir plusieurs noms.

Arguments de la fonction `main`

- Voici comment est organisée la mémoire si on exécute la commande :

```
> prog 157 "deux mots" 3.19
```



Arguments de la fonctions `main`

Exemple d'utilisation

echo.c

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main (int argc, char* argv[]) {
4    if (argc > 1) {              // y a t'il un argument ?
5      printf("%s\n",argv[1]);    // affiche l'argument
6      return 0;                  // tout s'est bien passé
7    } else {
8      printf("Donnez un argument !\n");
9      return 1;                  // une erreur a eu lieu
10   }
11 }
```

- Il est préférable de toujours tester argc avant de lire un argument
  - sinon, si l'argument manque, erreur de segmentation.

Conversion de chaînes de caractères

- Les arguments sont des chaînes de caractères, mais on veut souvent des entiers ou des flottants...
- Les fonctions `atoi` et `atof` de `stdlib.h` permettent la conversion : `atoi` : ASCII to *`int`*, `atof` : ASCII to *`float`* (*`double`* en fait)

prod.c

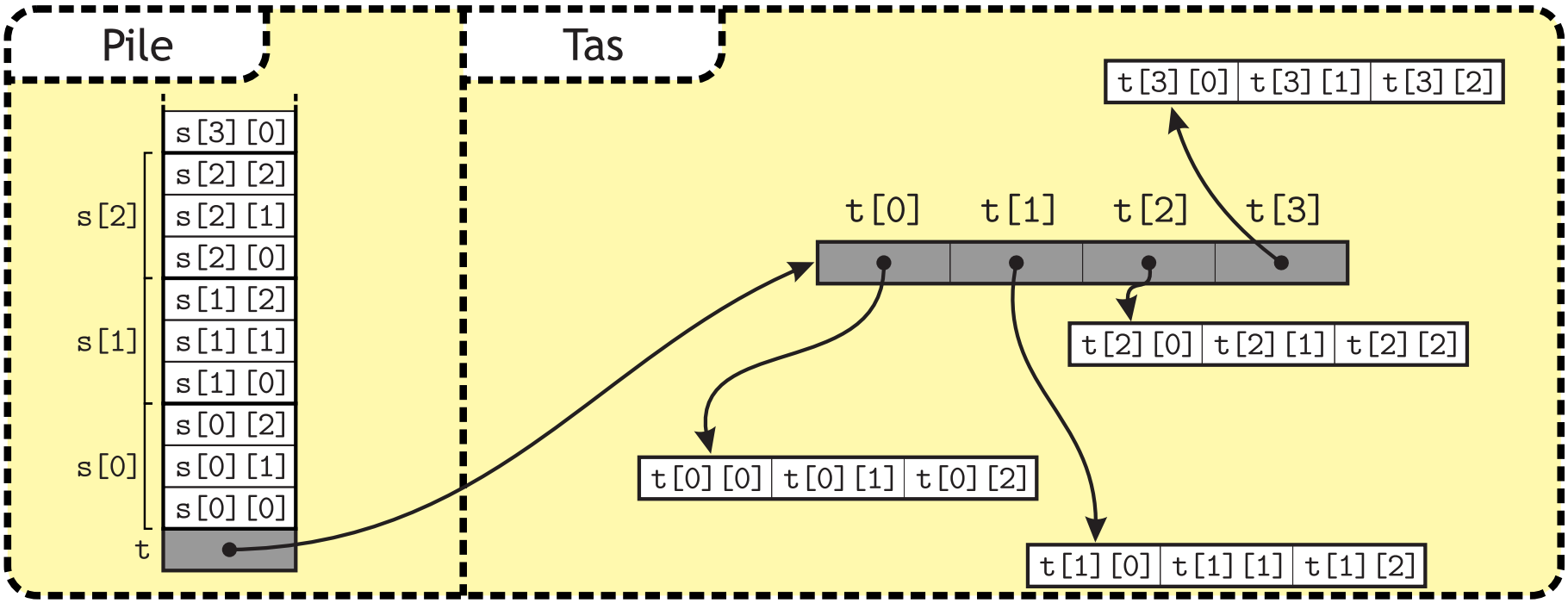
```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  int main (int argc, char* argv[]) {
4    int i;
5    double tmp = 1;
6    for (i=1; i<argc; i++) {
7      tmp *= atof(argv[i]);  // on convertit en flottant
8    }
9    printf("Product: %f\n",tmp);
10 }
```

- Si on lance `./prod 1.5 6 2`, cela affiche `Product: 18.000000`

Tableaux à plusieurs dimensions

Tableaux à plusieurs dimensions

- Un tableau à 2 dimension est un tableau de tableaux
  - permet de représenter une matrice par exemple,
  - on peut aussi faire des dimensions plus élevées : 3, 4...
    - → il n'y a pas de limite en C.
- Ils peuvent être dynamiques (avec des pointeurs), ou statiques :
  - `int s[4][3];` déclare un tableau de 4 tableaux de 3 `int`.



Tableaux à plusieurs dimensions

Exemple et boucles `for` imbriquées

binom.c

```
1  #define N 20
2  int main() {
3    int i,j;
4    int bin[N][N];
5    for (i=0; i<N; i++) {
6      bin[0][i] = 0;
7      bin[i][0] = 1;
8    }
9    for (i=1; i<N; i++) {
10     for (j=1; j<N; j++) {
11       bin[i][j] = bin[i-1][j-1] + bin[i-1][j];
12     }
13   }
14   for (i=0; i<N; i++) {
15     for (j=0; j<=i; j++) {
16       printf("%d ",bin[i][j]);
17     }
18     printf("\n");
19   }
20 }
```

Tableaux à plusieurs dimensions

Allocation dynamique

- Si on veut passer la taille en argument, il faut des tableaux dynamiques. Le code ressemble alors à cela :

```
1  int main(int argc, char* argv[]) {
2    int i,N;
3    int** bin;
4    if (argc != 2) {
5      printf("Donnez la taille.\n");
6      return 1;
7    }
8
9    N = atoi(argv[1]);
10   bin = (int**) malloc(N*sizeof(int*));
11   for (i=0; i<N; i++) {
12     bin[i] = (int*) malloc(N*sizeof(int));
13   }
14   ...
```

Ce qu'il faut retenir de ce cours

- Les tableaux sont un outil essentiel en C :
  - ensemble de cases mémoires adjacentes,
  - leur type donne la taille d'une case,
  - la numérotation des cases commence à 0,
  - le programme ne connaît pas la longueur d'un tableau,
    - → au programmeur de vérifier qu'il ne va pas trop loin.

- Les boucles `for` vont de paire avec les tableaux :
  - initialisation, affichage...
  - ou pour toute opération à répéter un nombre de fois donné,
    - → plus lisibles qu'un `while` dans ce cas.

- Un programme peut prendre des arguments
  - ils sont transmis dans un tableau de chaînes de caractères,
  - `atoi` et `atof` permettent des conversions.