Langage C

ENSTA - TC 1ère année

François Pessaux

U2IS

2017-2018

francois.pessaux@ensta-paristech.fr

Les tableaux

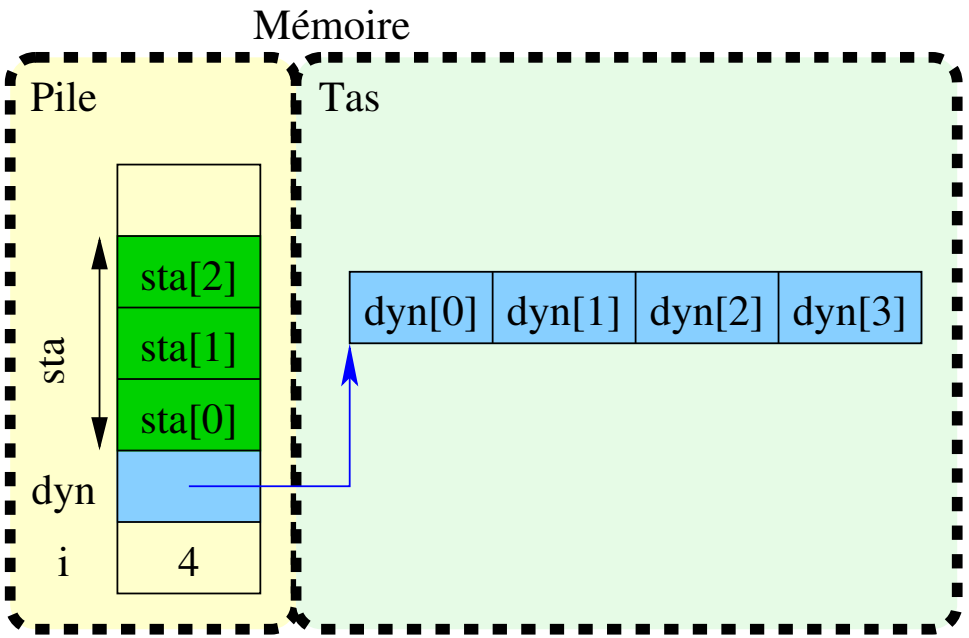
« *Rappels, remarques* »

- Tableau =
  - ensemble de « *cases* » mémoire consécutives,
  - du même type,
  - dénoté par un seul nom de variable.
- Accès à 1 case particulière (« élément ») par indexation : `t[3]`.
- ⚠ Contrairement à Python, les indices sont uniquement des entiers.
- Le type d'un élément détermine la taille d'une « case ».
- ⇒ Si on connaît où se trouve la $1^{\text{ère}}$ « *case* », (« base ») on trouve facilement l'endroit où se trouve la $i^{\text{ème}}$ « *case* » en mémoire.
- Numérotation des cases (« indices ») commence à 0 !
- Élément$_i$ à l'octet : « base » + i × taille d'un élément.

⇒ Accès aux éléments rapide (tps constant).

« Tableaux et mémoire »

- Deux sortes de tableaux :
  - Statiques : taille connue à la compilation.
    → gérés à la compilation comme des variables *« standard »*.
  - Dynamiques : taille déterminée à l'exécution.
    ⇒ Nécessite une fonction d'allocation de mémoire.
    ⇒ Cours ultérieur : uniquement des tableaux statiques pour commencer.




```
int i ;
/* Blabla ... i ← 4 */
/* Dynamique. */
int dyn[] = «allouer i cases»
/* Statique. */
int sta[3] ;
```

« Déclaration de tableaux statiques en C »

- *type nom* [*taille*] ;
- La *taille* doit être connue à la compilation : constante entière littérale.
- `int t[5] ;` *t* est un tableau de 5 entiers.
- On préfère nommer la taille à mettre un littéral : plus facile pour changer la taille et les traitement qui en dépendent.
  - ▶ Utilisation d'un `#define`.

  → On change juste la valeur d'initialisation du define.

```
#define SIZE (42)
int tab[SIZE] ;
for (i = 0; i < SIZE; i++) blabla (tab[i]) ;
```

Je ne veux PAS voir...

```
int f (...)
{
  int size ;
  ...
  size =
    truc + machin * fact (bidule + chose) ;
  int tab[size] ;
  for (...) tab[i] = blabla ;
  ...
}
```

NON !

Initialisation de tableaux

- Lorsqu'on déclare un tableau, il n'est pas initialisé.
- Il contient *« ce qu'il y avait dans la mémoire »*.
- Comme pour les autres variables, il faut l'initialiser :
  ⇒ donner une valeur à chaque case.
- Initialisation case par case :

```
float t[3] ;
t[0] = 1.0 ;
t[1] = 1.5 ;
t[2] = 2.0 ;
```

- Tableaux statiques : on peut initialiser d'un coup à la définition :

```
float t[3] = { 1.0, 1.5, 2.0 } ;
```

- `t = { 2.0, 4.7 } ;` ne marche pas !

Parcours de tableaux

- Un tableau étant une zone contiguë indexée, il est naturel d'utiliser une boucle pour le parcourir.
- Boucle sur les indices de 0 à *« taille du tableau −1 »*.

```
int t[SIZE] ;
int i = 0 ;
while (i < SIZE) {
  do_something (t[i]) ;
  i++ ;
}
```

- Exemple : initialisation

```
int t[SIZE] ;
int i ;
for (i = 0; i < SIZE; i++) t[i] = i * i ; /* t[i] = i^2. */
```

- Boucle `for` très pratique !

Petit retour sur les chaînes de caractères `string`

- En C : chaîne = un tableau de caractères...
- ...terminé par le caractère '\0'.

str.c

```
#include <stdio.h>
int main ()
{
  int i ;
  char foo[] = "stupefix" ;
  for (i = 0; foo[i] != '\0'; i++)
    printf ("%c ", foo[i]) ;
  printf ("\n") ;

  return (0) ;
}
```

```
mymac:/tmp$ gcc str.c -o str
mymac:/tmp$ ./str
s t u p e f i x
```

Tableaux à plusieurs dimensions

- Une image est une partie de plan : coordonnées x et y.
- Espace à 2 dimensions $\Rightarrow$ structure 2 D $\Rightarrow$ tableau à 2 dimensions.
- *type nom* `[` $taille_1$ `][` $taille_2$ `] ;`
- Accès par indexation sur les 2 dimensions : `t[x][y] = ... ;`
- Généralisable à n dimensions : `int t[3][2][6][7][4] ;`
- Tailles de tableaux statiques : connues à la compilation.
- Tableaux dynamiques : subtilités d'initialisation, on verra plus tard.

Tableaux statiques à plusieurs dimensions

st_array.c

```
#include <stdio.h>
#define X (4)
#define Y (3)

int main ()
{
  int x, y ;
  int c[X][Y] ; /* Statique/ */

  for (x = 0; x < X; x++) {
    for (y = 0; y < Y; y++)
      c[x][y] = x + y ;
  }

  for (x = 0; x < X; x++) {
    for (y = 0; y < Y; y++)
      printf ("%d ", c[x][y]) ;
    printf ("\n") ;
  }
  return (0) ;
}
```

```
mymac:/tmp$ gcc st_array.c -o st_array
mymac:/tmp$ ./st_array
c:
0 1 2
1 2 3
2 3 4
3 4 5
```

Un tableau bien utile : argv du main

- Rappel du prototype : `int main (int argc, char *argv[])`
- `argv` : Tableau contenant les chaînes de caractères passées sur la ligne de commande lors du lancement du programme.
- Permet de dialoguer avec l'entrée du programme dès son lancement.
- Contient toujours au moins 1 chaîne : `argv[0]` = nom du programme.

args.c

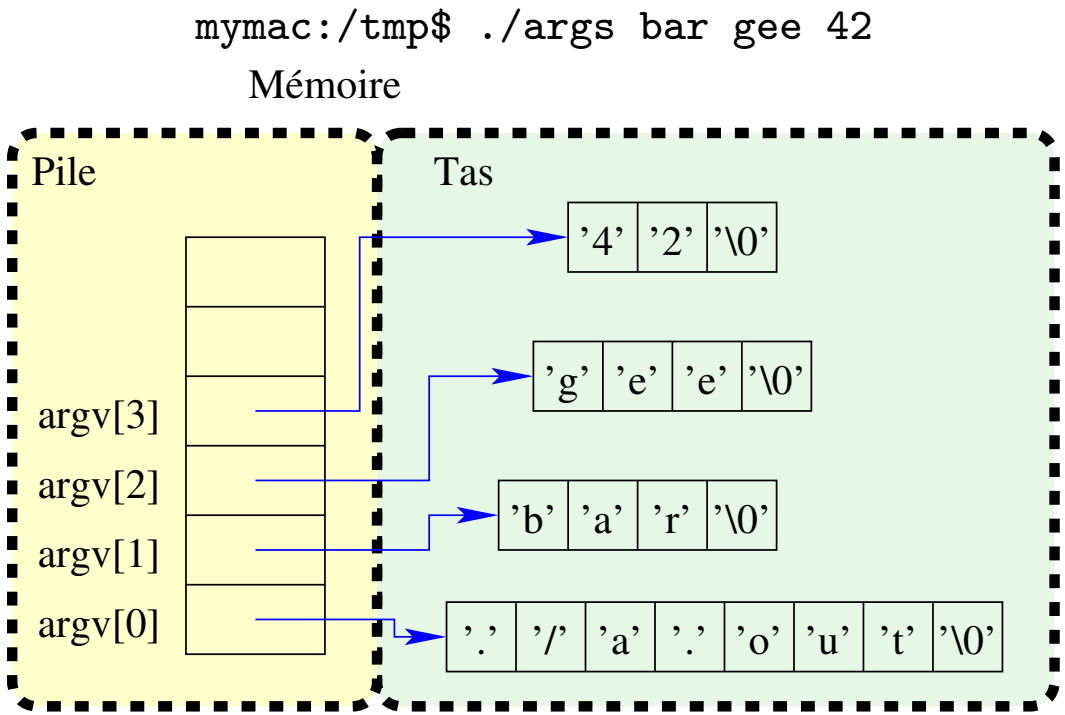
```
#include <stdio.h>

int main (int argc, char *argv[])
{
  int i ;
  for (i = 0; i < argc; i++)
    printf ("i=%d  %s\n", i, argv[i]) ;
  return (0) ;
}
```

```
mymac:/tmp$ dmd args.d
mymac:/tmp$ ./args bar gee 42
i=0  ./args
i=1  bar
i=2  gee
i=3  42
```

Quelques remarques sur argv (1)

- Déterminer le nombre d'éléments pour savoir jusqu'où aller dans argv.
- → Utilisation de la valeur de argc.



Quelques remarques sur `argv` (2)

- `argv` « *contient* » uniquement des chaînes de caractères.
- On peut parfois recevoir des nombres en arguments.
- ⇒ Nécessité de conversion chaîne → nombre.
- Nécessite une transformation algorithmique, et non un changement « simple » de regarder la zone mémoire !
- Fonctions à disposition (requièrent `#include <stdlib.h>`) :
  - `atoi` string → int
  - `atol` : string → long int
  - `atoll` : string → long long int
  - `atof` : string → float

Quelques remarques sur argv (3)

string-to-nums.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>  /* Pour accéder à atoXXX */
int main (int argc, char *argv[])
{
  int i = atoi (argv[1]) ;
  long l = atol (argv[2]) ;
  long long ll = atoll (argv[3]) ;
  float f = atof (argv[4]) ;
  printf ("i: %d, l: %ld, ll: %lld, f: %f\n", i, l, ll, f) ;
  return (0) ;
}
```

```
mymac:/tmp$ gcc -Wall string-to-nums.c
mymac:/tmp$ ./a.out 1 2 4559924234322424 4.5
i: 1, l: 2, ll: 4559924234322424, f: 4.500000
```

Structures de données élémentaires

Le besoin

- Vus jusqu'à présent :
  - Scalaires (entiers, flottants, caractères),
  - Chaînes de caractères,
  - Tableaux.
- Comment modéliser une localisation GPS : 48°42'39.1"N 2°13'09.4"E ?
  - Orientation de latitude (Nord ou Sud),
  - degrés et minutes de latitude (entiers),
  - secondes et fractions de latitude (flottant),
  - orientation de longitude (Est ou Ouest),
  - etc comme pour la latitude...
- $\Rightarrow$ Besoin de 2 nouveaux types de données.

Types énumérés (1)

- Une orientation de latitude c'est « *Nord* » ou « *Sud* »
- . . . et c'est tout !
- Besoin de valeurs « *atomiques* » disjointes (somme disjointe).
- Encoder par des entiers ?
  - `int Nord = 30, Sud = 17 ;`

  ou bien `#define NORD (30)`... `#define SUD (17)`.

- La valeur entière importe peu ⇒ pourquoi devoir la spécifier ?
- Spécifier les valeurs : source d'erreur si on ré-attribue la même valeur :
  - `int Nord = 1, Sud = 01`

Types énumérés (2)

- Déclaration : `enum nom-type { val1 , val2 ... };`
- Déclaration d'une variable : `enum` nom-type nom-variable ;
- Utilisation des valeurs : leur nom. I.e : `val1`, `val2` ...

```
enum lat_orient_t { La_North, La_South } ;
enum long_orient_t { Lo_West, Lo_East } ;

enum long_orient_t invert (enum long_orient_t o)
{
  enum lat_orient_t res  ;
  switch (o) {
  case Lo_West: res = Lo_East ; break ;
  case Lo_East: res = Lo_West ; break ;
  default: break ;      // Ne devrait jamais se produire.
  }
  return (res) ;
}
```

Les structures (1)

- Besoin d'agréger des données de types différents.
- Tableaux ? → **NON** car agrègent uniquement des données de même type.

⇒ Structure : groupement de données par champs nommés.

- Un peu comme les classes en Python, mais sans méthodes/fonctions.

```
enum lat_orient_t { La_North, La_South } ;

struct gps_loc_t {
  enum lat_orient_t lao ;
  unsigned int la_deg, la_min ;
  float la_sec ;
  enum long_orient_t loo ;
  unsigned int lo_deg, lo_min ;
  float lo_sec ;
};
```

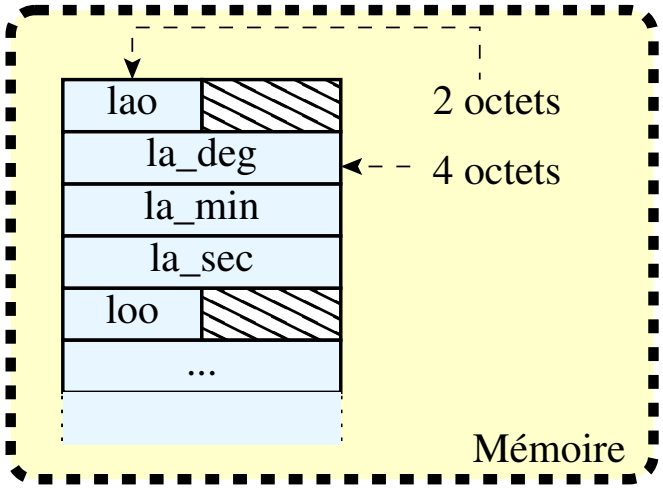
Les structures (2)

- Déclaration de variable : `struct` nom-type nom-variable ;
  - `struct gps_loc_t somewhere ;`
- Initialisation à la déclaration : énumération dans l'ordre entre accolades et séparées par des virgules :
  - ```
    struct gps_loc_t here =
      { North, 48, 42, 39.1, East, 2, 13, 9.4 } ;
    ```
- Accès à une donnée par nom de champ :
  - Notation pointée si : `struct gps_loc_t there` :
    ```
    printf ("%d, %d\n", there.la_deg, there.la_min);
    ```
  - Notation fléchée si : `struct gps_loc_t` *there :
    ```
    printf ("%d, %d\n", there->la_deg, there->la_min);
    ```
- Nommage des champs :
  - ⇒ Facilité d'accès aux différentes parties de la structure.
  - ⇒ Indépendance par rapport à l'organisation en mémoire.
    ```

Les structures (3)

- Champs stockés de manière (presque) contiguë en mémoire.
- Attention : il peut y avoir des « *trous* » entre les champs
  - Contraintes d'architecture matérielle, de performance, etc.

  ⇒ Ne pas s'appuyer sur l'agencement effectif mémoire.



- Les structures sont gérées comme les autres types :
  - Peuvent être des variables locales (détruites en fin de portée).
  - Recopiées lorsque passées en arguments de fonction.
  - ⇒ Pour de grosses structures, coût de recopie et coût de pile !
    - Les passer comme argument par adresse (cours ultérieur).

Structuration, **modularité** et abstraction

- Besoin de rendre le logiciel robuste
  - Aux changements de structure / implémentation interne.
  - Aux modifications sauvages mettant en péril des invariants.
- Différentes formes de structures de données vues. . .
  - ▶ Utiliser la plus adaptée au modèle à implémenter !
  - ▶ Ex : `struct` à 4 champs `nord`, `sud`, `est`, `ouest` versus tableau de taille fixe = 4.
- Modularité : répartir dans des fichiers différents les traitements sur des concepts différents.
  - ▶ Projet réaliste = plusieurs $10(0)^{\text{aines}}$ de milliers de lignes
  - ▶ ⇒ Tout n'est pas dans le même fichier.
  - ▶ ⇒ Répartition en fonction des sous-problèmes.
- Abstraction : ne montrer *« à l'extérieur »* que le minimum.
  - ▶ ⇒ Ne mettre dans les `.h` que ce qui est nécessaire.