Chapitre 4 : Les bases du C, partie 3

Construction et maintenance de logiciels

Guy Francoeur

basé sur les travaux d'Alexandre Blondin Massé, professeur

29 avril 2019

UQÀM | Département d'informatique

Table des matières

1. Tableaux multidimensionnels

2. Structures et unions

3. Types énumératifs

4. Types de données

Table des matières

1. Tableaux multidimensionnels

2. Structures et unions

3. Types énumératifs

4. Types de données

Tableaux multidimensionnels

- **Déclaration** :

```
1 // Matrice de 3 lignes et 2 colonnes
2 int matrice[3][2];
```

- Si la variable est **locale** (**automatique**), alors le tableau contient des valeurs **quelconques**;
- Le nombre de **dimensions** est **illimité**;
- **Initialisation** :

```
1 int matrice[3][2] = { {1,2}, {3,4}, {5,6} };
```

- **Accès** à un élément :

```
1 matrice[1][1] = 8;
```

Affectations

- Les deux affectations suivantes sont **équivalentes** :

```
1 int a[3][2] = { {1,2}, {3,4}, {5,6} };
2 int a[3][2] = { 1,2,3,4,5,6 };
```

- En revanche, les affectations suivantes ne sont pas **équivalentes** :

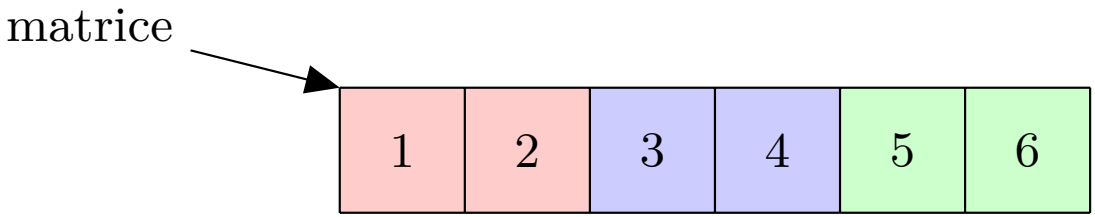
```
1 int a[3][2] = { {1}, {3,4}, {5} };
2 int b[3][2] = { 1,3,4,5 };
```

- En effet, on a

$$a[0][0] = 1,\ b[0][0] = 1$$
$$a[0][1] = 0,\ b[0][1] = 3$$
$$a[1][0] = 3,\ b[1][0] = 4$$
$$a[1][1] = 4,\ b[1][1] = 5$$
$$a[2][0] = 5,\ b[2][0] = 0$$
$$a[2][1] = 0,\ b[2][1] = 0$$

Mémoire réservée

- Les éléments sont d'abord rangés selon la **première dimension**, ensuite, selon la **deuxième**, etc.

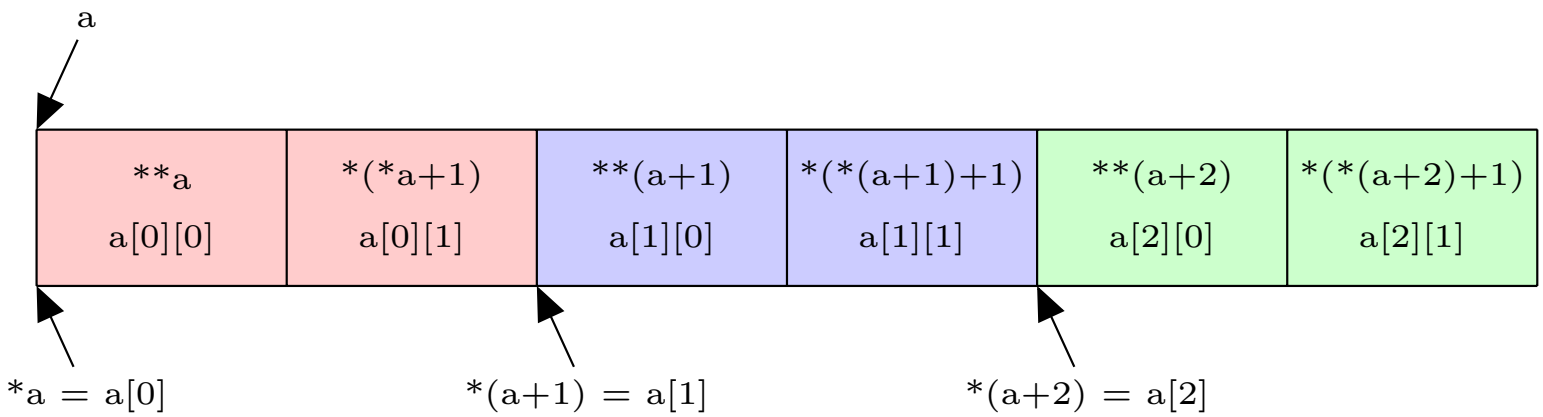



```
1  //ex5.c
2  #include <stdio.h>
3
4  int main() {
5      int matrice[3][2] = { {1,2}, {3,4}, {5,6} };
6      int i, j;
7
8      for (i = 0; i < 3; ++i)
9          for (j = 0; j < 2; ++j)
10             printf("%p -> %d   ", &matrice[i][j], matrice[i][j]);
11     return 0;
12 }
```

Sortie :

```
0x7fff5fbff720 -> 1  0x7fff5fbff724 -> 2  0x7fff5fbff728 -> 3  0x7fff5fbff72c -> 4
0x7fff5fbff730 -> 5  0x7fff5fbff734 -> 6
```

Tableaux et pointeurs



- Remarquez que a, *a et a[0] ont la même **valeur**;
- En revanche, a est de type int ** alors que *a et a[0] sont de type int *.

Trois types de déclarations

- int a[3][2];
  - Réserve **six** emplacements contigus de taille int;
  - L'expression (int *)a == a[0] est **vraie**.
- int *a[3];
  - Réserve **trois** emplacements contigus de taille int*;
  - Permet d'avoir des lignes de **taille variable**;
  - L'expression (int *)a == a[0] est **fausse**.
- int **a;
  - Réserve **un** emplacement de taille int**;
- Dans les trois cas, on peut utiliser l'adressage a[i][j].

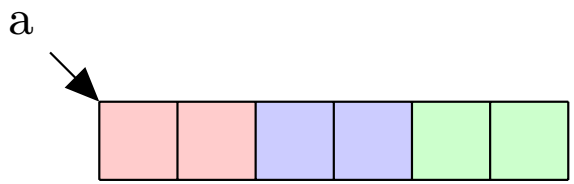
Exemple

```c
//ex6.c
#include <stdio.h>

int main() {
    int m[2][3] = { {1,2,3}, {4,5,6} };
    int *p[2] = {m[0], m[1]};
    int **q;
    q = (int**)m;
    int i, j;

    printf("%p %p %p\n", m, p, q);
    for (i = 0; i < 2; ++i)
        for (j = 0; j < 3; ++j)
            printf("%p %p %p\n", &m[i][j], &p[i][j], &q[i][j]);
    return 0;
}
```

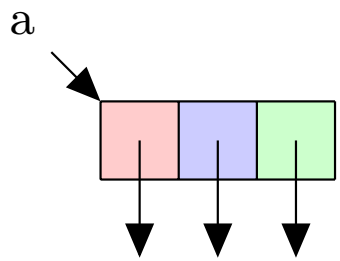
```
0x7fff5fbff700 0x7fff5fbff720 0x7fff5fbff700
0x7fff5fbff700 0x7fff5fbff700 0x200000001
0x7fff5fbff704 0x7fff5fbff704 0x200000005
0x7fff5fbff708 0x7fff5fbff708 0x200000009
0x7fff5fbff70c 0x7fff5fbff70c 0x400000003
0x7fff5fbff710 0x7fff5fbff710 0x400000007
0x7fff5fbff714 0x7fff5fbff714 0x40000000b
```

Représentation abstraite

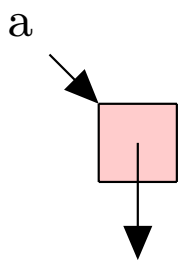
- int a[3][2];



- int *a[3];



- int **a;



Tableaux de chaînes de caractères

Lorsqu'on souhaite définir un tableau dont les éléments sont des **chaînes de caractères**, on utilise plutôt le type char *a[]

```
1  //ex7.c
2  #include <stdio.h>
3
4  int main() {
5    char *mois[] = {"lundi","mardi","mercredi","jeudi"
6                    ,"vendredi","samedi","dimanche"};
7    char **p;
8
9    p = mois;
10   printf("%c %c %s %s\n", **p, *mois[0], *(p+1), mois
         [1]);
11   return 0;
12 }
```

Sortie : l l mardi mardi

Tableaux multidimensionnels en arguments

- Il est alors nécessaire de spécifier la taille de **chaque dimension**, sauf la **première**;
- **Raison** : autrement, le compilateur ne sait pas comment gérer l'**indexation** s'il ne connaît pas la taille de chaque ligne;
- Il est possible de déclarer l'en-tête de la fonction avec **des pointeurs**, mais à ce moment-là, il faut utiliser différentes **astuces d'indexation**.

```
1  //ex9.c
2  #include <stdio.h>
3  int retourneEntree(int *m, int i, int j, int tailleLigne) {
4      return *(m + tailleLigne * i + j);
5  }
6  int main() {
7      int m[2][3] = { {1,2,3}, {4,5,6} };
8      printf("%d", retourneEntree((int*)m, 1, 1, 3)); //
           Affiche 5
9      return 0
10 }
```

Table des matières

1. Tableaux multidimensionnels

2. Structures et unions

3. Types énumératifs

4. Types de données

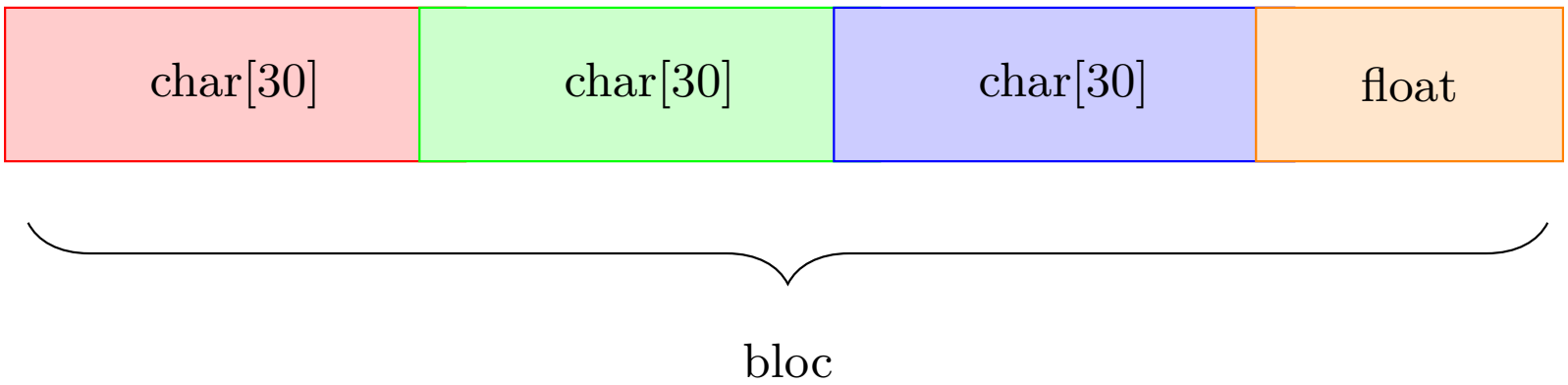
Les structures

- Aussi appelées **enregistrements**;
- Permet de regrouper sous un même **bloc** des données de types **différents**;
- Définissent un **nouveau type** de données (données **composées**);
- Déclarées à l'aide du mot réservé struct;

```
1    struct Point2d {
2        float x;
3        float y;
4    };
```

Exemples

```
1 struct Livre {
2     char titre[30];
3     char auteur[30];
4     char editeur[30];
5     float prix;
6 };
```



Déclaration et initialisation

- **Déclaration** d'une variable de type struct Point2d :

```
1       struct Point2d p;
```

- Attention de ne pas oublier le mot struct dans la déclaration.
- **Initialisation** :

```
1       struct Point2d p = {2.0, -1.2};
```

- On peut combiner déclaration, initialisation et définition.

Affectation (*compound literal*)

- On peut **initialiser** une structure en spécifiant les **champs**;
- On peut aussi faire une **affectation** en bloc.

```
1  //compound.c
2  #include <stdio.h>
3
4  struct Rectangle {
5      float x;
6      float y;
7      float width;
8      float height;
9  };
10
11 int main() {
12     struct Rectangle r = {1.0, 2.0, 5.0, 6.0};
13     // r = {3.0, 8.0, 9.0, 7.0}; Syntaxe non valide
14     r = (struct Rectangle) {3.0, 8.0, 9.0, 7.0};
15     float a = 0.0, b = 0.0, c = 1.0, d = 2.0;
16     r = (struct Rectangle) {.x      = a,
17                             .y      = d,
18                             .width  = b,
19                             .height = c};
20     return 0;
21 }
```

Manipulation des structures

```
1 struct Point2d p1 = {-1.2, 2.1};
2 struct Point2d p2;
```

- L'affectation p2 = p1 copie les champs des structures;
- Les structures sont passées par **valeurs** aux fonctions;
- Pour accéder aux différents **membres** d'une structure, il faut utiliser l'opérateur **point** . :

```
1  void affichePoint(struct Point2d p) {
2      printf("(%f, %f)", p.x, p.y);
3  }
4
5  int main() {
6      struct Point2d p = {2.0, -1.2};
7      affichePoint(p);
8  }
```

Sortie : (2.000000, -1.200000)

Pointeur sur une structure

- Lorsqu'on a un pointeur sur une structure, on doit utiliser l'opérateur ->;
- La plupart du temps, il est préférable de passer les structures par **adresse** aux fonctions;
- C'est plus **efficace**, en particulier lorsque les structures sont de taille **importante**;
- Par exemple, **comparaison** de deux points :

```
1 int ptcmp(const struct Point2d *p,
2            const struct Point2d *q) {
3     if (p->x != q->x) return p->x - q->x;
4     else return p->y - q->y;
5 }
```

- L'expression p->x est équivalente à (*p).x.

Types composés

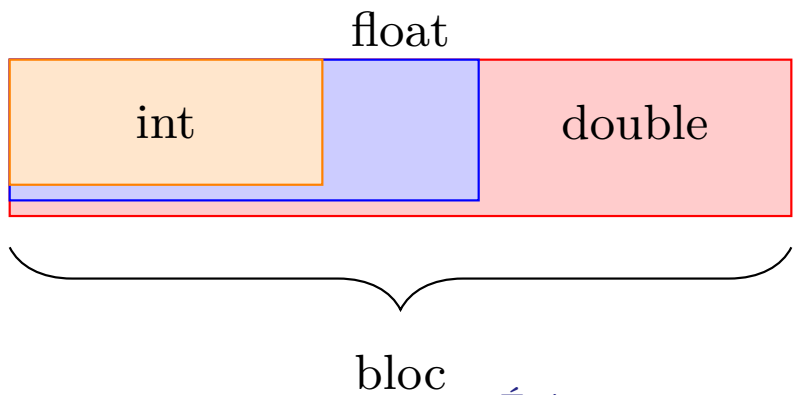
- Il est possible de créer des **structures** ayant des membres qui sont **eux-mêmes des structures**;
- On peut aussi composer des **structures** avec des **pointeurs** et des **tableaux**;

```
1 struct Segment {
2     struct Point2d p;
3     struct Point2d q;
4 };
5
6 struct Carre {
7     struct Point2d points[4];
8 };
```

Unions

- Permettent de créer des variables dont le contenu **diffère** selon le contexte;
- La variable sera créée avec une taille **suffisamment grande** pour contenir le type le **plus volumineux**;
- La **syntaxe** est la même que pour les **structures**.

```
1    union Nombre {
2        int     i;
3        float   f;
4        double d;
5    };
```



Exemple

```c
//union.c
#include <stdio.h>
int main() {
    union Nombre {
        int     i;
        float   f;
        double d;
    };
    union Nombre n;
    n.i = 3;
    printf("%d %f %lf\n", n.i, n.f, n.d);
    n.f = 2.0;
    printf("%d %f %lf\n", n.i, n.f, n.d);
    n.d = 3.0;
    printf("%d %f %lf\n", n.i, n.f, n.d);
}
```

Affiche :

3 0.000000 0.000000
1073741824 2.000000 0.000000
0 0.000000 3.000000

Initialisation des unions

- Comme les **structures**, les **unions** peuvent être initialisées en **bloc**;
- Par contre, seul le premier membre peut être initialisé.

```c
//union_init.c
#include <stdio.h>

int main() {
    union Nombre {
        int    i;
        float  f;
        double d;
    };
    union Nombre n1 = {3};
    printf("%d %f %lf\n", n1.i, n1.f, n1.d);
    union Nombre n2 = {2.1};
    printf("%d %f %lf\n", n2.i, n2.f, n2.d);
}
```

Résultat :

```
3 0.000000 0.000000
2 0.000000 0.000000
```

Structures et unions anonymes

- On peut déclarer des **structures** et des **unions** dans d'autres **structures** sans leur donner de nom :

```c
//anonyme.c
#include <stdio.h>
#include <stdbool.h>

struct Choix {
    bool estNombre;
    union {
        float nombre;
        char *chaine;
    };
};

void afficherChoix(struct Choix *choix) {
    if (choix->estNombre) {
        printf("%lf\n", choix->nombre);
    } else {
        printf("%s\n", choix->chaine);
    }
};

int main() {
    struct Choix choix = {false, .chaine = "oui"};
    afficherChoix(&choix);
    choix = (struct Choix){true, 3.14};
    afficherChoix(&choix);
    return 0;
}
```

Table des matières

1. Tableaux multidimensionnels

2. Structures et unions

3. Types énumératifs

4. Types de données

Types énumératifs

- Déclaration

```
1       enum Jour {LUN, MAR, MER, JEU,
2                  VEN, SAM, DIM};
```

- Une des façons de définir des **constantes**;
- La première valeur prend la valeur **0**, la seconde prend la valeur **1**, etc.
- Seules des valeurs **entières** sont permises :

```
1       // Ne fonctionne pas !!!
2       enum ConstanteMath {PI = 3.141592654,
3                           E = 2.7182818};
```

Limite des types énumératifs

L'instruction enum ne permet pas de détecter les **incohérences**;

```
1  //enum1.c
2  #include <stdio.h>
3
4  int main() {
5      typedef enum sexe {M = 1, F = 2} Sexe;
6      Sexe s = 8;
7      int t = M;
8      printf("%d %d\n", s, t);
9      return 0;
10 }
```

Affiche : 8 1

Table des matières

1. Tableaux multidimensionnels

2. Structures et unions

3. Types énumératifs

4. Types de données

L'instruction typedef

- Permet de définir de **nouveaux types**;

```
1  typedef char NAS[9];
2  typedef char *String;
3  typedef struct {
4      float x;
5      float y;
6  } Point2d;
7
8  NAS nas;
9  String s;
10 Point2d p;
```

- Améliore la **lisibilité** du code dans **certains cas**;
- Les types sont seulement des **synonymes** : par exemple, toute fonction ayant un paramètre de type char * acceptera en argument le type String.

Utilisation de typedef

- De nombreux programmeurs **expérimentés** considèrent que l'instruction typedef est utilisée de façon **abusive**;
- Voir une discussion intéressante sur Stack Overflow, en particulier cette réponse.
- En tant que **programmeurs**, cependant, si vous avez à lire du code écrit en C, il est probable que vous rencontriez les **deux pratiques**;
- Il est donc important d'être familier avec les typedefs.

Portée de struct, union et typedef

- Mêmes propriétés que les **variables** et les **fonctions**;
- Si déclaré **localement**, alors limité au bloc dans lequel ils sont **déclarés**;
- Si déclaré **globalement**, alors accessible jusqu'à la fin du fichier;
- Par contre, impossible de les déclarer **externes**;
- Pour rendre des **structures**, des **unions** et des **types** accessibles dans n'importe quel fichier, il faut alors les déclarer dans une **interface** (fichier .h) qu'on inclut à l'aide de l'instruction #include dans le préambule.

L'opérateur sizeof

- Retourne le nombre d'**octets** utilisés par
  - **un type de données** : sizeof(int);
  - **une valeur constante** : sizeof("bonjour");
  - **le nom d'une variable** : sizeof(matrice);
- L'expression est évaluée à la **compilation**;
- Permet de produire du code **plus portable**;
- **Très utile** pour l'allocation dynamique.

Exemple

```c
//enum2.c
#include <stdio.h>

int main() {
    typedef struct {
        int quantite;
        float poids;
    } Fruit;
    int a[5];

    printf("%lu %lu %lu %lu %lu\n", sizeof(int),
           sizeof(float), sizeof(Fruit), sizeof a,
           sizeof "bonjour");
    return 0;
}
```

Affiche : 4 4 8 20 8