Chapitre 4 : Les bases du C, partie 3

Notes de cours éditées par Alexandre Blondin Massé
modifié par Rachid Kadouche
Construction et maintenance de logiciels
INF3135

Département d'informatique
Université du Québec à Montréal

3 février 2018

Table des matières

Tableaux multidimensionnels

- Déclaration :

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

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

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

- Accès à un élément :

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

Affectations

- Les deux affectations suivantes sont équivalentes :

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

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

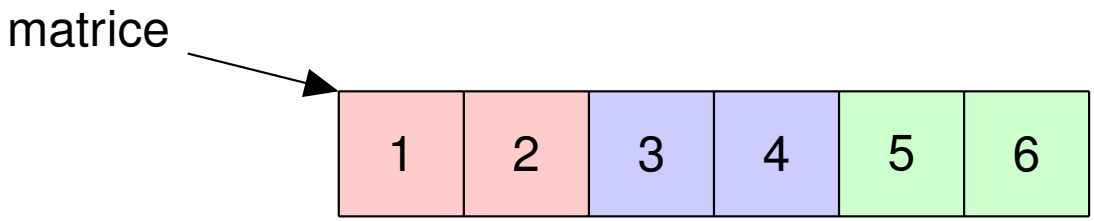
```
int a[3][2] = { {1}, {3,4}, {5} };
int b[3][2] = { 1,3,4,5 };
```

- 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.

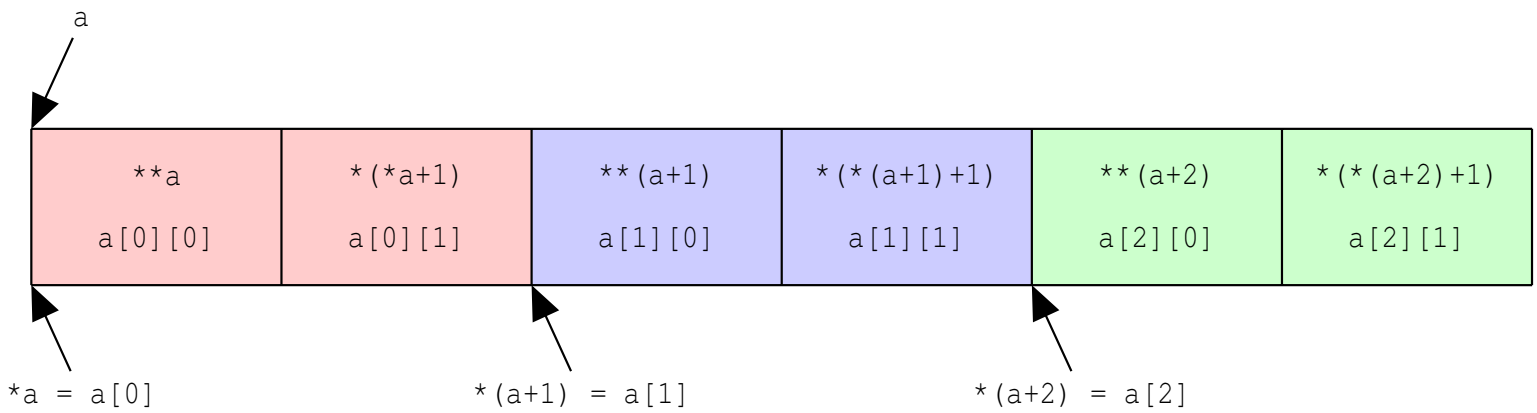



```
#include <stdio.h>

int main() {
    int matrice[3][2] = { {1,2}, {3,4}, {5,6} };
    int i, j;

    for (i = 0; i < 3; ++i)
        for (j = 0; j < 2; ++j)
            printf("%p -> %d  ", &matrice[i][j], matrice[i][j]);
}
```

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]`.

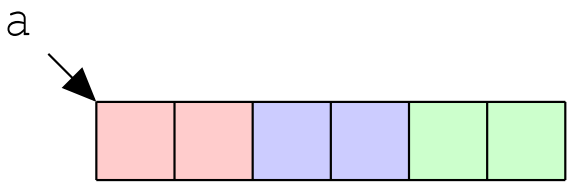
Exemple

```c
#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]);
}
```

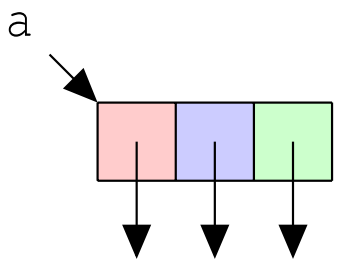
```
0x7fff5fbff700 0x7fff5fbff720 0x7fff5fbff700
0x7fff5fbff700 0x7fff5fbff700 0x200000001
0x7fff5fbff704 0x7fff5fbff704 0x200000005
0x7fff5fbff708 0x7fff5fbff708 0x200000009
0x7fff5fbff70c 0x7fff5fbff70c 0x400000003
0x7fff5fbff710 0x7fff5fbff710 0x400000007
0x7fff5fbff714 0x7fff5fbff714 0x40000000b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

Représentation abstraite

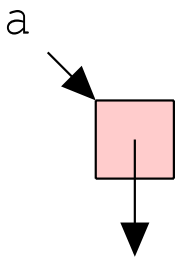
- `int a[3][2];`



- `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[]`

```
#include <stdio.h>

int main() {
    char *mois[] = {"lundi", "mardi", "mercredi",
                    "jeudi", "vendredi", "samedi",
                    "dimanche"};
    char **p;

    p = mois;
    printf("%c %c %s %s\n", **p, *mois[0], *(p+1),
           mois[1]);
}
```

Sortie : `l l mardi mardi`

Arguments de la fonction `main`

- `int main(int argc, char *argv[]);`
- Le paramètre `argv` est un tableau de pointeur vers des caractères ;
- `argv[argc] == NULL` est vrai ;
- Quelle est la sortie affichée par le programme suivant lorsqu'on lance la commande `gcc ex8.c && ./a.out bonjour toi` ?

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char **argv) {
    int i;

    for (i = 0; i < argc; ++i) {
        printf("%s\n", argv[i]);
    }
}
```

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.

```c
#include <stdio.h>

int retourneEntree(int *m, int i, int j, int tailleLigne) {
    return *(m + tailleLigne * i + j);
}

int main() {
    int m[2][3] = { {1,2,3}, {4,5,6} };
    printf("%d", retourneEntree((int*)m, 1, 1, 3));
                    // Affiche 5
}
```

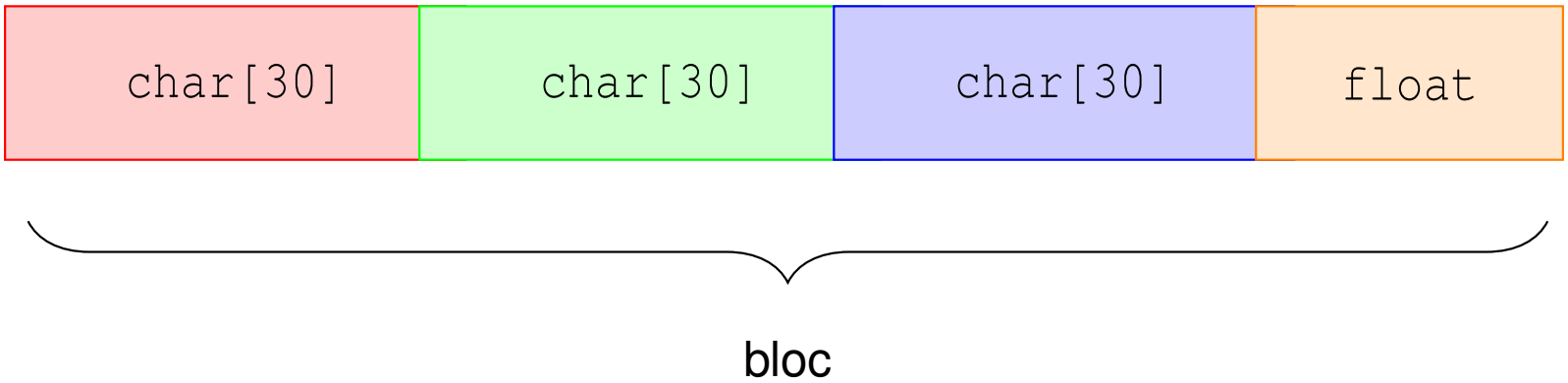
Les structures

- 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` ;

```
struct Point2d {
    float x;
    float y;
};
```

Exemples

```
struct Livre {
    char  titre[30];
    char  auteur[30];
    char  editeur[30];
    float prix;
};
```



Déclaration et initialisation

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

```
struct Point2d p;
```

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

```
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.

```
#include <stdio.h>

struct Rectangle {
    float x;
    float y;
    float width;
    float height;
};

int main() {
    struct Rectangle r = {1.0, 2.0, 5.0, 6.0};
    // r = {3.0, 8.0, 9.0, 7.0}; Syntaxe non valide
    r = (struct Rectangle) {3.0, 8.0, 9.0, 7.0};
    float a = 0.0, b = 0.0, c = 1.0, d = 2.0;
    r = (struct Rectangle) {.x      = a,
                            .y      = d,
                            .width  = b,
                            .height = c};
    return 0;
}
```

Manipulation des structures

```
struct Point2d p1 = {-1.2, 2.1};
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 `.` :

```
void affichePoint(struct Point2d p) {
    printf("(%f, %f)", p.x, p.y);
}
int main() {
    struct Point2d p = {2.0, -1.2};
    affichePoint(p);
}
```

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 :

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

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

Types composés

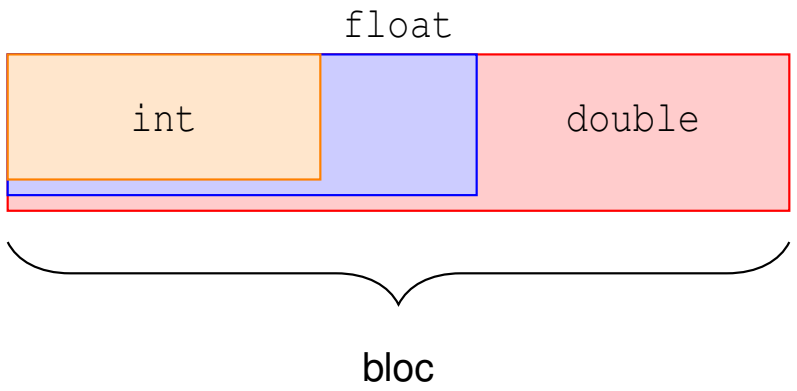
- Il est possible de créer des structures ayant des membres qui sont eux-mêmes des structures ;
- On peut aussi composer des structures avec des pointeurs et des tableaux ;

```
struct Segment {
    struct Point2d p;
    struct Point2d q;
};

struct Carre {
    struct Point2d points[4];
};
```

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.

```
union Nombre {
    int    i;
    float  f;
    double d;
};
```



Exemple

```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.

```
#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 :

```
#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);
}
```

Types énumératifs

- Déclaration

```
enum Jour {LUN, MAR, MER, JEU,
           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 :

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

Limite des types énumératifs

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

```
#include <stdio.h>

int main() {
    enum Sexe {M = 1, F = 2};
    enum Sexe s = 8;
    int t = M;
    printf("%d %d\n", s, t);
}
```

Affiche : `8 1`

L'instruction `typedef`

- Permet de définir de nouveaux types ;

```
typedef char NAS[9];
typedef char *String;
typedef struct {
    float x;
    float y;
} Point2d;

NAS nas;
String s;
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
#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");
}
```

Affiche : 4 4 8 20 8