TYPES STRUCTURÉS

1. Les types en C
2. Le type structure
3. Opérations sur les structures
4. Définition de type
5. Remarques sur `struct`
6. Le type union
7. Remarques sur `union`
8. Énumération
9. Remarques sur `enum`
10. Le type tableau
11. Représentation
12. Tableau en argument
13. Tableau à plusieurs dimensions
14. Chaîne de caractères

Les types en C

- Types de base
  - Caractères et entiers
  - Flottants
- Types structurés
  - Structures
  - Unions
  - Tableaux
- Autres types
  - Pointeurs (adresses)
  - Fonctions

Deux types sont compatibles s'ils ont la même spécification après développement des noms de types définis par `typedef` et normalisation (par exemple, remplacement de `long` par `long int`).

Le type structure

Entité regroupant plusieurs objets de types divers

- Exemple : fiche individuelle d'une personne

nom	Dupont
naissance	1960
salaire	200000

- Description du type

```
struct perso {
     char nom[16];
     int naissance;
     long salaire;
};
```

`nom, naissance, salaire`
sont les *membres* (ou champs) de la structure.
`perso` en est le *label*.

- Déclaration de variables dans le type

```
struct perso anne, jean;
struct perso x = {"Dupont", 1960, 200000};
```

Opérations sur les structures

Seules opérations possibles sur les structures :

- accès aux membres (.)

```
...
anne.naissance = 1965;
strcpy(anne.nom, "Durand");
...
```

- copie et affectation
  en particulier, une structure peut être argument d'une fonction, et être valeur de retour d'une fonction

```
...
jean = x;
x = anne;
...
```

- prise d'adresse (&)

```
long prime (struct perso * x) {
   return (*x).salaire += 20000;
}
...
printf("%ld\n", prime(&jean));
...
```

Définition de type

- Un type peut être nommé au moyen de "`typedef`" : accroît la lisibilité et la portabilité

```
typedef struct perso {
     char nom[16];
     int naissance;
     long salaire;
} personne;
...
personne jean, anne;
struct perso x;
...
```

- Le label ("`perso`") de la structure est facultatif

```
typedef struct {
     char nom[16];
     int naissance;
     long salaire;
} personne;
...
personne jean, anne, x;
...
```

- Syntaxe de `typedef` identique à celle de `static` et `extern`. Le nom de la variable devient un nom de type

Remarques sur `struct`

- Le type d'un membre de structure est quelconque

```
typedef struct {
     char mois[9];
     int annee;
} date;
typedef struct {
     char nom[16];
     date naissance;
     long salaire;
} personne;
...
jean.naissance.annee = 1960;
...
```

- Un même identificateur peut être utilisé pour désigner le type d'une structure, son label et un membre, ou une variable, un label et un membre. Mais pas pour un type *et* une variable.

  Deux types de structures peuvent avoir un même nom de membre (car les espaces de noms sont disjoints).

Le type union

Entité permettant d'interpréter la valeur d'un objet selon différents types

- Exemple : date de naissance ou âge

mois	Juillet		âge
annee	1960		

mois		34	âge
annee			

- Description du type

```
typedef union {
     date naissance;
     int age;
} etatcivil;
```

- Initialisation possible pour le premier membre uniquement

```
etatcivil etat = {"Juillet", 1960};
```

Remarques sur `union`

- Même syntaxe, mêmes opérations, mêmes remarques que pour les structures
- La taille d'une union est celle du plus long type de ses membres
  Par exemple, `sizeof(etatcivil)` vaut `sizeof(date)`
- On peut affecter une valeur à une union ou extraire une variable par n'importe lequel de ses sélecteurs (noms de membres).
  Mais c'est à l'utilisateur d'en gérer le type, au moyen d'une structure, par exemple

```
...
typedef struct {
   char nom[16];
   char cas; /* 'd' pour date, 'i' pour int */
   union {
      date naissance;
      int age;
   } etatcivil;
   long salaire;
} personne;
...
if (jean.cas == 'i')
   printf("AGE = %d\n", jean.etatcivil.age);
...
```

Énumération

Facilité pour la déclaration de constantes entières (ou de caractères)

- Exemples

```
enum {DATE, INT} cas;
enum COUL {bleu, blanc, rouge} couleur;
typedef enum {faux, vrai} boolean;
...
boolean test;
...
couleur = bleu;
test = vrai;
...
```

- La première constante vaut `0`, le deuxième vaut `1`, ..., sauf si des valeurs sont données

```
enum escapes {BELL = '\a', BACKSPACE = '\b',
              TAB = '\t', NEWLINE = '\n',
              VTAB = '\v', RETURN = '\r'};
enum jours {LUN=1, MAR, MER, JEU, VEN, SAM, DIM};
```

Remarques sur `enum`

- Les constantes d'une énumération sont déclarées implicitement de type `int`
- Les noms des constantes d'une énumération ne peuvent être des identificateurs de variables, ni de fonctions, ni de types
- Le label d'une énumération est facultatif
- Synonymes : trois formulations équivalentes

```
enum {bleu, blanc = 7, rouge} couleur;
```

```
#define bleu  0
#define blanc 7
#define rouge 8
int couleur;
```

```
const int bleu = 0;
const int blanc = 7;
const int rouge = 8;
int couleur;
```

Le type tableau

Regroupement indicé d'objets d'un même type de base

- Exemple : table de sept flottants

0	12.70
1	8.34
2	1.00
3	40.05
4	34.70
5	9.70
6	55.50

- Déclaration

```
double table[7];
```

- Déclaration avec initialisation

```
double table[7] = {12.70, 8.34, 1.00,
                   40.05, 34.70, 9.70, 55.50};
```

- Le type de base est quelconque

```
personne liste[TAILLE];
enum {bleu, blanc, rouge} couleur[20];
```

- Définition de types

```
typedef double type_table[7];
typedef personne type_liste[TAILLE];
typedef enum {bleu, blanc, rouge} type_couleur[20];
```

- Accès aux éléments par l'indice : il n'y a **pas de contrôle de débordement sur les indices**

```
double x, table[taille];
int i;
...
x = table[5];
...
for(i=0; i<taille; i++)
   table[i] = ...
...
personne jean, liste[TAILLE];
...
liste[i].salaire = 200000;
jean.nom[0] = 'D';
...
```

Représentation

- Les éléments d'un tableau sont rangés à des adresses consécutives dans la mémoire
- Un tableau `table` est assimilé à l'adresse de son premier élément `table[0]`
- Ceci est valide, mais n'est qu'une copie d'adresse

```
int t[100];
int * x; /* adresse sur un entier */
...
/* copie l'adresse de t[0] dans x */
x = t;
/* instruction similaire */
x = &t[0];
...
```

- **En conséquence**, il n'y a pas d'opération globale sur le type tableau hormis l'initialisation.
  En particulier, on ne peut tester directement l'égalité de deux tableaux (avec `==`),
  ni les copier avec l'affectation (`=`).

Tableau en argument

- Tableau en paramètre

```
void initialisation(double t[], int n){
     int i;
     for(i=0; i<n; i++)
         t[i] = 3.14;
}
```

- Tableau en argument

```
int taille = 100;
double table[taille];
...
initialisation(table, taille);
...
```

- L'adresse de `table[0]` est transmise au moment de l'appel à la fonction `initialisation`.
  Il y a *transmission par valeur* de l'adresse.
  Ceci revient à une *transmission par adresse* du tableau.
- **En conséquence**, il n'y a pas de copie des éléments du tableau au moment de l'appel. La fonction travaille directement sur le tableau de la fonction qui appelle.

RETENIR :
transmission par valeur pour structures et unions
transmission par adresse pour les tableaux

Tableau à plusieurs dimensions

- Matrice 2×3 :

12.70	8.34	1.00
40.05	34.70	9.70

- Un tableau à n dimensions est un tableau dont le type de base est un type de tableau à $n-1$ dimensions

matrice[0]	12.70	8.34	1.00
matrice[1]	40.05	34.70	9.70

- Déclaration avec initialisation

```
double matrice[2][3] = { {12.70, 8.34, 1.00},
                         {40.05, 34.70, 9.70} };
```

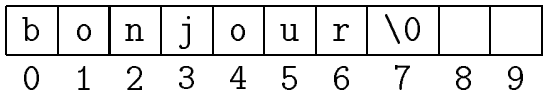
`matrice` est un tableau de taille 2 (deux lignes)
dont chaque entrée est un tableau de taille 3 et
dont les éléments sont des flottants "`double`"

- Accès aux éléments

```
...
x = matrice[0][2];
matrice[i][j] = x;
...
```

Chaîne de caractères

- Une chaîne est un tableau de caractères terminé par le caractère `NUL` (`'\0'`, entier zéro)



- Comme un tableau ordinaire

```
char car, chaine[100];
char salut[10] =
   {'b', 'o', 'n', 'j', 'o', 'u', 'r', '\0'};
...
car = salut[3];
...
```

- Initialisation simplifiée

```
char salut[10] = "bonjour";
...
car = salut[3];
...
```

- La bibliothèque `<string.h>` contient des fonctions de manipulation de chaînes de caractères

EXERCICES

1. **Strutures, E/S** : ajouter des membres (champs) à la structure qui décrit la fiche individuelle d'une personne. Écrire les fonctions de saisie et d'affichage d'une fiche :

```
personne saisie(void);
void affichage(personne x);
```

2. **Structures, échange** : programmer la fonction "`echange`" qui échange les valeurs de deux structures (de type "`personne`", par exemple).

3. **Tableaux** : calculer la somme cumulée des entrées d'un tableau de réels.

4. écrire une fonction de copie de tableau (de type donné).

5. initialiser un tableau `table[2][3][2]` de telle façon que `table[i][j][k]` soit égal à `i+j+k`.

6. **Position** : écrire une fonction qui donne l'indice d'un élément x donné (sa position) dans un tableau t de n éléments (et donne -1 si x n'apparaît pas dans le tableau).

7. **Dichotomie** : même question avec un tableau dont les éléments sont en ordre croissant ($t[0] \leq t[1] \leq \ldots \leq t[n-1]$). On utilisera la méthode par dichotomie : on compare x à l'élément central, puis on ramène la recherche à la première moitié ou à la seconde moitié du tableau.

Structures : entrées/sorties

```
personne saisie(void){
   personne x;
   printf("Saisie d'une fiche\n");
   printf("Nom : "); scanf("%s", x.nom);
   printf("Date de naissance (0) ou age (1) ? ");
   scanf("%d", &x.cas);
   if(x.cas == DATE){
      printf("Mois de naissance : ");
      scanf("%s", x.etatcivil.naissance.mois);
      printf("Annee de naissance : ");
      scanf("%d", &x.etatcivil.naissance.annee);
   } else {
      printf("Age : "); scanf("%d", &x.etatcivil.age);
   }
   printf("Salaire : "); scanf("%ld", &x.salaire);
   return x;
}

void affichage(personne x){
   printf("%s, ",  x.nom);
   if(x.cas == DATE){
      printf("%s, ",  x.etatcivil.naissance.mois);
      printf("%d, ",  x.etatcivil.naissance.annee);
   } else {
      printf("%d ans, ", x.etatcivil.age);
   }
   printf("%ld\n", x.salaire);
}
```

Structures : échange

```
typedef struct {
   char mois[10];
   int annee;
} date;

typedef struct {
   char nom[16];
   date_age cas;
   union {
      date naissance;
      int age;
   } etatcivil;
   long salaire;
} personne;

personne jean, anne;

void echange(personne * x, personne * y){
   personne temp;
   temp = *x; *x = *y; *y = temp;
}

...
   echange(&jean, &anne);
...
```

Tableaux

```
void affiche_table(double t[], int n){
   int i;
   for(i=0; i<n; i++)
      printf("%g ", t[i]);
   printf("\n");
}

void saisie_table(double t[], int n){
   int i;
   for(i=0; i<n; i++){
      printf("t[%d] = ", i); scanf("%g", &t[i]);
   }
}

double somme(double t[], int n){
   double cumul = 0;
   int i;
   for(i=0; i<n; i++)
      cumul += t[i];
   return cumul;
}
```

```
void copie(double r[], double t[], int n){
   int i;
   for(i=0; i<n; i++)
      r[i] = t[i];
}

typedef int type_tab[2][3][2];
type_tab tab;

void init_tab(type_tab tab){
   int i, j, k;
   for(i=0; i<2; i++)
      for(j=0; j<3; j++)
         for(k=0; k<2; k++)
            tab[i][j][k] = i+j+k;
}

void aff_tab(type_tab tab){
   int i, j, k;
   for(i=0; i<2; i++)
      for(j=0; j<3; j++)
         for(k=0; k<2; k++)
            printf("%d ", tab[i][j][k]);
   printf("\n");
}
```

Position

```
int position(long x, long t[], int n){
   int pos;
   for(pos=0; pos<n; pos++)
      if(x == t[pos])  return pos;
   return -1;
}
```

```
int position(long x, long t[], int n){
   int pos = 0;
   while(pos<n && x !=t[pos])
      pos++;
   if(pos == n) return -1;
   else return pos;
}
```

Dichotomie

```
int dicho(long x, long t[], int debut, int fin){
   /* debut <= fin */
   if(debut == fin)
      if(x == t[debut]) return debut;
      else return -1;
   else {
      int milieu = (debut+fin)/2;
      if(x <= t[milieu])
         return dicho(x, t, debut, milieu);
      else
         return dicho(x, t, milieu+1, fin);
   }
}

int position(long x, long t[], int n){
   /* n > 0 */
   return dicho(x, t, 0, n-1);
}
```