

# Programmation avancée

# Structures cartésiennes

Walter Rudametkin

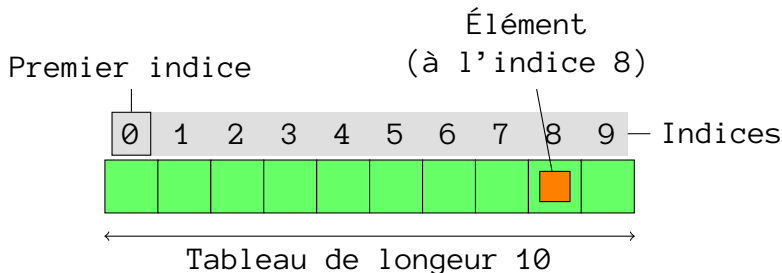
Walter.Rudametkin@polytech-lille.fr  
<https://rudametw.github.io/teaching/>

Bureau F011  
Polytech Lille

CM1

# Tableaux

- ▶ Collections indicées d'informations de même type (homogène)



## Types de données

- ▶ char, short, int, long, long long, float, double, long double

# Structures cartésiennes

- ▶ n-uplet d'informations de types quelconque rangées dans des champs
  - ▶ Informations complexes (composites)
  - ▶ Des « types de variables personnalisés »
- ▶ Notation

```
type <ST> = structure  
    champ1 : <T1>  
    champ2 : <T2>  
    . . .  
    champn : <Tn>  
  
fin
```

# Structures cartésiennes

## Domaine des valeurs d'une structure

- ▶ Produit cartésien des domaines des champs
  - ▶  $\text{Dom}(ST) = \text{Dom}(T_1) \times \text{Dom}(T_2) \times \dots \times \text{Dom}(T_n)$
- ▶ Accès aux champs par notation pointée
  - ▶  $v : \langle ST \rangle$ , accès au champs  $i$   $v.\text{champ}_i$

## Exemple

```
type Ouvrage = structure  
    code: Entier  
    titre: Chaine  
fin
```

# Structures cartésiennes

```
type Complexe = structure  
    reelle, imag: Reel  
fin
```

---

```
fonction plus(c1,c2) : Complexe  
    donnees: c1,c2: Complexe  
    locales: c: Complexe  
    c.reelle := c1.reelle + c2.reelle  
    c.imag := c1.imag + c2.imag  
    resultat: c  
finfonction
```

---

Utilisation:

```
c1,c2,c3 : Complexe  
c3 := plus(c1,c2)
```

# Structures imbriquées

- ▶ Le types des champs est quelconque
  - ▶ Ils peuvent même être des structures

```
type Date = structure  
    jour, mois, annee : Entier
```

```
fin
```

```
type Fiche = structure  
    emprunt : Ouvrage  
    date : Date
```

```
fin
```

---

```
//F est une variable de type Fiche
```

```
F: Fiche
```

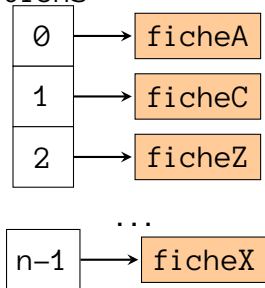
```
//Les accès aux champs sont de type
```

```
⇒ F.date: Date ⇒ F.date.jour: Entier
```

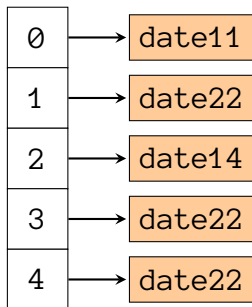
```
⇒ F.emprunt: Ouvrage ⇒ F.emprunt.titre: Chaine
```

# Tableaux de structures

locations



j\_feries



*//Accès*

locations : vecteur[N] de Fiche

f: Fiche ; f ← locations[3]

⇒ f.date: Date ⇒ f.date.jour: Entier

⇒ f.emprunt: Ouvrage ⇒ f.emprunt.titre: Chaîne

# Déclaration de structures en C

- ▶ Le mot clé `struct` permet de définir des modèles de structures:

```
struct <désignateur> {  
    <déclaration de champ1>;  
    <déclaration de champ2>;  
    ...  
    <déclaration de champn>;  
}; //Point-virgule obligatoire
```

où:

- ▶ <désignateur> est le nom (facultatif) du modèle
- ▶ <déclarations de champ> comme des déclarations de `var` mais sans initialisation



# Exemples de structures en C

```
/* definition de la structure*/  
struct date {int j,m,a;};
```

```
/*2 variables selon le modèle date*/  
struct date d1, d2;
```

```
/*définition et utilisation immédiate*/  
struct complexe {float reelle, imag;} c1, c2;
```

```
/*rappel du même modèle*/  
struct complexe c3;
```

# Définitions de synonymes de types (typedef)

- ▶ typedef permet de donner des alias (synonymes) à des définitions de types dans toute zone déclarative :

**typedef** <un\_type> <synonyme\_du\_type>

<un\_type> a la même syntaxe qu'une déclaration de variable, et <synonyme\_du\_type> désigne le nouveau nom du type

- ▶ Donnez des noms plus simples pour faciliter l'écriture et augmenter la lisibilité

- ▶ Exemples :

```
typedef unsigned char octet;
```

```
typedef struct ma_structure * ptr_ma_struct;
```

```
typedef struct S S;
```

# Tableaux de structures

## Exemples :

```
typedef int * PtInt;
typedef int Matrice[10][20];
typedef struct date Date;
typedef struct {
    int numero;
    char titre[50];
} Ouvrage;
```

## Conséquences

```
PtInt p; ⇔ int * p;
Matrice m; ⇔ int m[10][20];
Date d; ⇔ struct date d;
Ouvrage o; ⇔ struct {
    int numero;
    char titre[50];
} o;
```

Typedef rend superflu le nom du modèle (sauf dans le cas de structures récursives...).

# Manipulations de structures: Exemple Date

```
typedef struct Date {int jour, mois, annee;} Date; /* option 1 */
typedef struct {int jour, mois, annee;} Date; /* option 2 */
Date d1 = {18,5,2012} ; Date d2 = {24,12,2015}; /* variables */
sizeof(Date); /* taille de la structure Date = 3*sizeof(int) */
```

d1	18	05	2012
d2	24	12	2015

- Sélection de champ : opérateur . de plus forte priorité

```
d1.jour = d2.jour;
scanf("%d",&d2.jour);
/* équivalent à scanf("%d", &(d2.jour)); */
```

# Affectation entre structures

- ▶ Copie **champs par champ** (contrairement aux tableaux).
  - ▶ Attention aux pointeurs, "**shallow copy**"

## Avec tableau

```
struct Sarray {  
    int p[3];  
};  
struct Sarray sa1, sa2;  
  
sa1.p[0]=10; sa1.p[1]=20;  
sa1.p[2]=30;  
  
sa2 = sa1;
```

## Avec pointeur

```
1 struct Spointer {  
2     int * p;  
3 };  
4 struct Spointer sp1, sp2;  
5 sp1.p = malloc(3*sizeof(*sp1.p));  
6 sp1.p[0] = 10; sp1.p[1] = 20;  
7 sp1.p[2] = 30;  
8  
9 sp2 = sp1;  
10 free(sp1.p);
```

Quelles sont les différences ?

## Quelques limites

- ▶ Pas de comparaisons (`==`, `!=`, `>`, `<`, ...)
- ▶ Pas d'opérateurs arithmétiques
- ▶ Pas de E/S (`scanf`, `printf`, ...)
- ▶ Pas de support de "deep copy" (pas de copie des valeurs "pointées", seulement les valeurs des pointeurs)
- ▶ Attention aux passages des structures dans des fonctions (passage-par-copie des structs, implique "Shallow Copy")

Beaucoup de choses à programmer  
*à la main !!!*

# Tableaux dans les structures

```
typedef struct {  
    int numero;  
    char titre[50];  
} Ouvrage;  
Ouvrage x,y; //variables
```


	numéro	titre[0]	titre[1]	...	...	titre[49]
x	int	char	char	...	...	char

▶  $y = x$  ✓

▶  $y.\text{titre} = x.\text{titre}$  ⚠ IMPOSSIBLE

Et si titre était un char \* ???

# Tableaux dans les structures

- ▶ `y.titre = x.titre`  **IMPOSSIBLE**
  - ▶ Copiez les caractères un par un
  - ▶ Ou utilisez les fonctions de C dédiées : `strcpy`, `strncpy`, `strncat`, ...

```
//attention aux caractères de fin de chaine '\0'  
strcpy(y.titre, x.titre);
```

```
strncpy(y.titre, x.titre, 50); //donnez la taille  
y.titre[50 - 1] = '\0'; //garantir fin de chaine
```

```
/* Ou concaténer avec une chaine vide: */  
*y.titre = '\0'; strncat(y.titre, x.titre, 50-1);
```



# Structures dans les structures

```
typedef struct {int numero; char titre[50];} Ouvrage;  
typedef struct {int jour, mois, annee;} Date;  
typedef struct Fiche {  
    Ouvrage emprunt ; //struct imbriquée  
    Date date ;      //struct imbriquée  
} Fiche ;
```

*//Déclaration et Initialization en 1:*

```
Fiche f = {{23, "H. Potter"}, {12, 5, 2006}}; //C99
```

## Accès aux champs

- ▶ f.date.jour de type int
- ▶ f.emprunt.titre de type char []

# Tableaux de structures

- Utilisation similaire aux tableaux "normaux"

```
1 Fiche tableau_fiches[3];
2 Ouvrage o1; Date d1;
3 //Fiche 1 : initialisation des sous structures
4 o1.numero=23; strcpy(o1.titre,"H. Potter");
5 d1.jour=12 ; d1.mois=5; d1.annee=2006;
6 tableau_fiches[0].emprunt=o1; tableau_fiches[0].date=d1;
7 //Fiche 2 et Fiche 3
8 Fiche f2 = (Fiche) {{23,"H. Potter"}, {15,7,2006}}; //C99
9 Fiche f3 = (Fiche) {{30,"Hamlet"}, {12,5,2006}}; //C99
10 tableau_fiches[1]=f2; tableau_fiches[2]=f3;
```

## Accès aux champs

- `tableau_fiches[2].date.mois` de type `int`
- `tableau_fiches[0].emprunt.titre` de type `char []`

# Tableaux de structures: initialisation avancée

- ▶ Toujours pareil que pour les tableaux "normaux"

```
1 //Définition et initialisation
2 Fiche tableau_fiches [3] = {
3     {{23, "H. Potter"}, {15, 7, 2006}},
4     {{30, "Hamlet"}, {12, 5, 2006}},
5     {{35, "Don Quichotte"}, {12, 5, 2006}}
6 };
```

- ▶ Attention aux accolades, l'initialisation des sous structures et tableaux en nécessite aussi !
- ▶ Ça ne marche QUE si on définit et initialise toutes les variables d'un coup

## Astuce

- ▶ Créer des fonctions utilitaires qui prennent des valeurs en paramètre et renvoient des structures

# Passage de structures en paramètre

- ▶ *Passage par valeur* (données)
  - ▶ L'affectation entre structures étant possible, le passage par valeur ou en tant que résultat de fonction l'est aussi.

```
1 struct complexe {float reelle, imag;};
2 typedef struct complexe Complexe;
3
4 /* Prend deux Complexe en paramètre,
5    renvoi leur addition */
6 Complexe plus (Complexe c1, Complexe c2) {
7     Complexe r;
8     r.reelle = c1.reelle + c2.reelle;
9     r.imag = c1.imag + c2.imag;
10    return r;
11 }
```

# Passage de structures en paramètre

- ▶ *Passage par pointeur/référence* (données et résultat)
  - ▶ Exemple: traduire un point en x

```
1  typedef struct {int x, y;} Point ;
2  void traduire (Point *pp, int dx) {
3      (*pp).x = (*pp).x + dx;
4      /* attention aux priorités */
5  }
6  int main () {
7      Point p;
8      scanf ("%d%d", &p.x, &p.y);
9      traduire(&p, 10);
10 }
```

## L'opérateur ->

- ▶ L'écriture `(*pp).x` est très courante d'où l'opérateur '->' applicable à tout pointeur de structure:

`pointeur->champ`       $\iff$       `(*pointeur).champ`

- ▶ Exemple

```
void translater (Point *pp, int dx) {  
    pp->x = pp->x + dx;  
}
```