Chapitre 12

Structures et types composés

12 Types

Types de base

- Nombres entiers
  - Anonymes : `int, short, …`
  - **Nommés** : `enum`
- Nombres flottants : `float, double, …`

Types dérivés

- Tableaux : `[ ]`
- Fonctions : `( )`
- Pointeurs : `*`
- **Structures** : `struct`
- **Unions** : `union`

`typedef`

Plan

1. **structures : `"struct"`**
2. structures : les champs de bits
3. `"union"`
4. `"enum"`
5. `"typedef"`

Rappel

12.1 Structures : déclaration de type

La **structure** permet de désigner **sous un seul nom** un **ensemble de valeurs**, pouvant être de types différents

Syntaxe de la **déclaration** d'un type structure :

```
struct [identificateur]
{
    type1       membre1;
    type2       membre2;
    …
    typeN       membreN;
}[var1, ...];
```

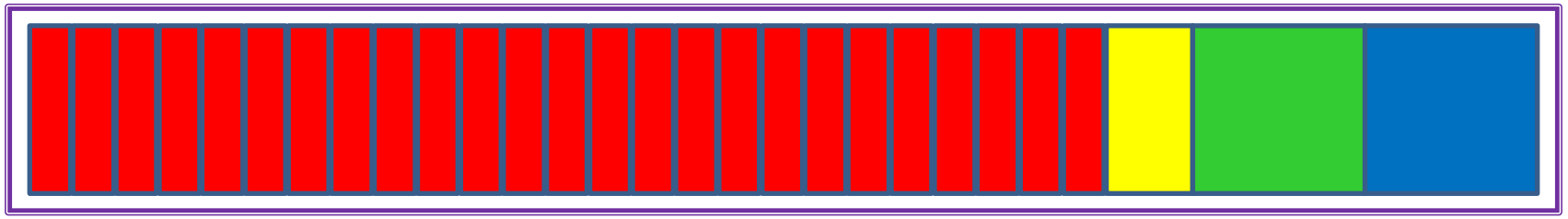
1x optionnel

Rappel

12.1 Structures : déclaration de type

Exemple : **déclaration d'un type** `struct PatientFile`

```
struct PatientFile  // déclaration du type
{
  // déclaration des membres
  char  name[32];
  short age;
  float height, weight;
};
```



Rappel

12.1 Structures : déclaration de variables (1)

Déclaration d'une variable `client` de type

`struct PatientFile`

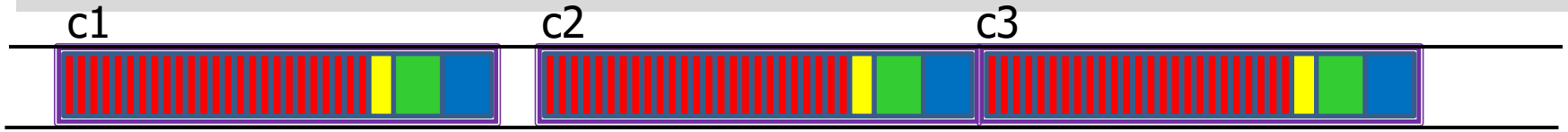
```
struct PatientFile client;
```

Déclaration <u>et initialisation</u> de variables `c1`, `c2`, `c3`, de type

`struct PatientFile`

```
struct PatientFile c1 = {"Jules",25,176.,72.},
                   c2 = {"Eva",18},
                   c3 = {"Ed",.height=145,59.};
```

≥C99



Rappel

12.1 Structures : déclaration de variables (2)

À la déclaration d'un type structure, il est permis de déclarer directement une ou plusieurs variables de ce type. On peut même le faire sans nommer le type structure

```
struct
{
   float x,y;
} point1, point2;
```

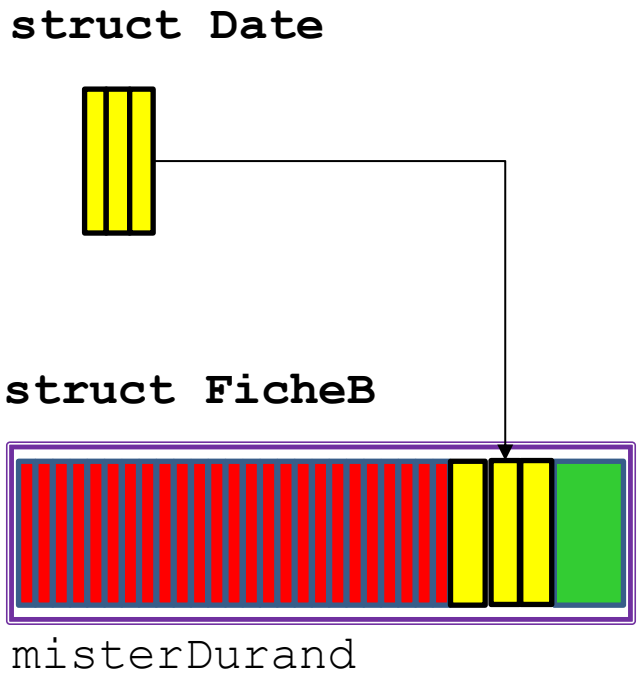
type anonyme

`point1` et `point2` sont des variables de type structure

Rappel

12.1 Structures : imbrications (déclaration)

```
struct date_Struct
{
   short day, month, year;
};

struct PatientFileB_Struct
{
   char    name[32];
   struct date_Struct birthDate;
   float   height;
};
```




```
struct PatientFileB _Struct misterDurand ={"Durand", {13,2,1976}, 190.0};
```

Rappel

12.1 Structures : accès aux membres (1)

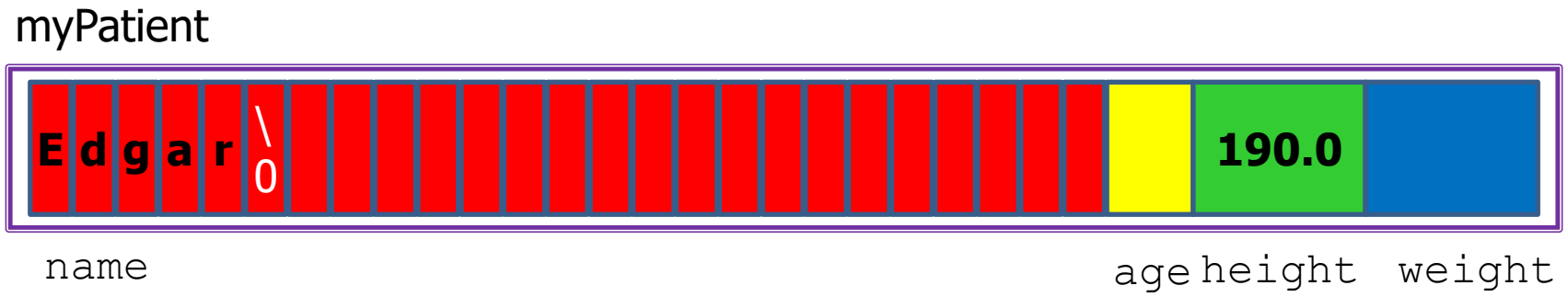
Variable de type structure, accès par l'opérateur point `'.'`

Syntaxe

```
<variable>.<membre>
```

Exemples

```
struct PatientFile myPatient;
myPatient.height = 190.0;
strcpy(myPatient.name, "Edgar");
```



12.1 Structures : accès aux membres (2)

Avec un **pointeur** sur une structure,

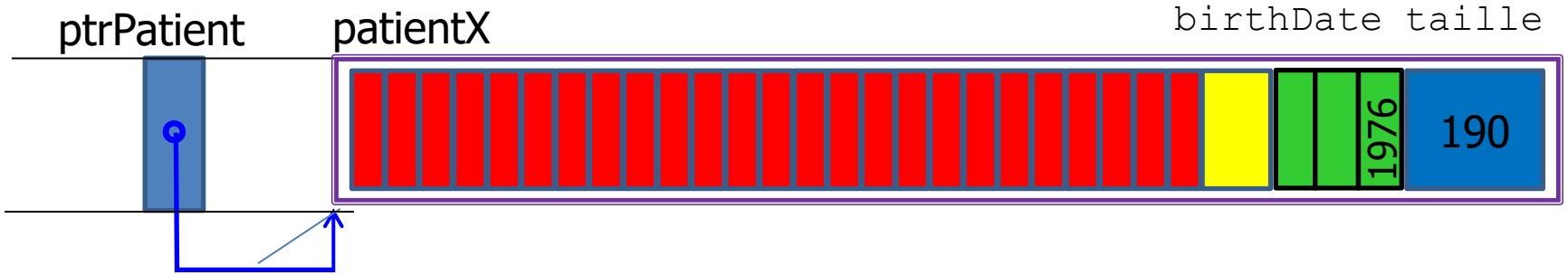
accès avec l'opérateur d'indirection : **->**

Syntaxe

```
<pointeur>-><membre>
```

Exemple

```
struct PatientFileB patientX = {"Jean", …};
struct PatientFileB *ptrPatient = &patientX;
ptrPatient->height = 190.0;
ptrPatient->birthDate.yr = 1976;
```



12.1 Structures : affectation

Possible si même type

```
struct PatientFileB patientX = {"Jean", …};
struct PatientFileB patientY;

patientY = patientX;     // Tout le contenu est recopié
patientY.height = patientX.height;

// Problème avec les chaines de caractères
patientY.name = patientX.name;
strcpy(patientY.name,patientX.name); // solution
```

Exemple

12.1 Structures et fonctions

```
struct MyStruct
{
      ...
};
```

Une fonction peut retourner un résultat de type structure, ou un pointeur sur une structure

```
struct MyStruct function1(…);
struct MyStruct* function2(…);
```

Une structure peut être passée comme paramètre à une fonction

```
… function3(struct MyStruct  s);
… function4(struct MyStruct* ptr_s);
```

Exemple

Plan

1. structures : "struct"
2. **structures : les champs de bits**
3. "union"
4. "enum"
5. "typedef"

12.2 Champs de bits, *bit fields*

C'est un type `struct` particulier qui permet de

- Compacter des données
- Aligner des données

Chaque membre est défini comme un **champ** en précisant à la fin de sa déclaration le nombre de bits qu'il occupe

12.2 Champs de bits : déclaration

Syntaxe de la déclaration d'un type champs de bits:

```
struct identificateur
{
      type1 membre1 : nbre_bits;
      type2 membre2 : nbre_bits;
      …
      typeN membreN : nbre_bits;
};
```

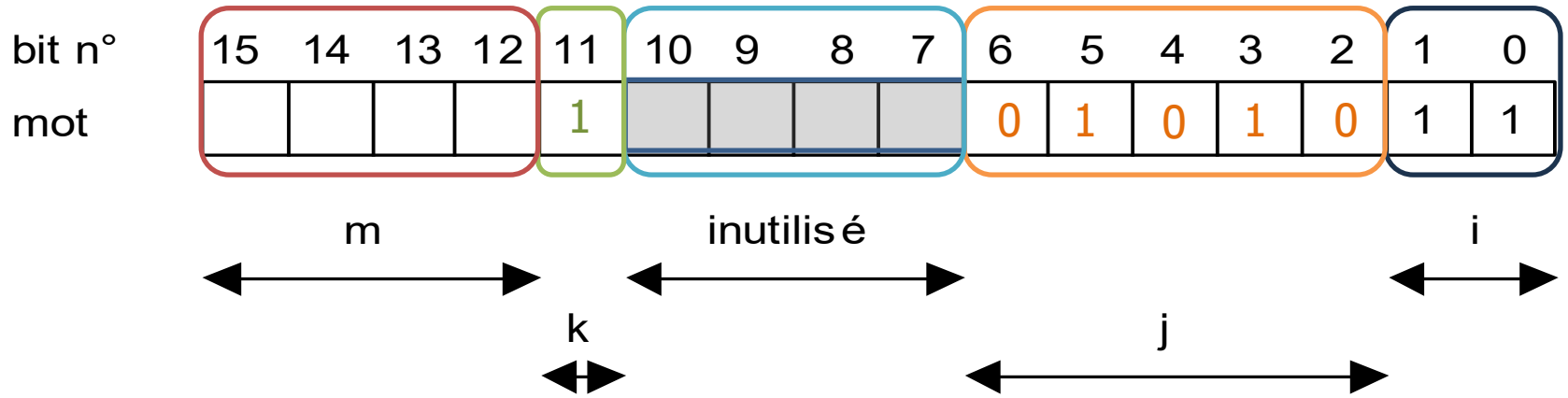
Le type d'un champ doit être entier

```
int ,         unsigned int,
char,         unsigned char,
long,         unsigned long,
long long,    unsigned long long
```

12.2 Déclaration type champs de bits

```
struct myStruct
{
   unsigned i : 2;
   unsigned j : 5;
   int        : 4;
   char     k : 1;
   unsigned m : 4;
};
struct myStruct mot = {3,10,1}; // initialisation des 3 premiers champs
```

Exemple



12.2 Champs de bits : remarques (1)

Une variable «champs de bits» est utilisée comme une structure. L'accès aux différents champs se fait de la même manière que l'accès aux membres.

Le nombre de bits d'un champ doit être une valeur entre 1 et la taille du type du champs. Par ex. entre 1 et 8 pour `char`, ..., entre 1 et 64 pour `long long`.

Des champs sans nom sont autorisés, cela dépend de l'environnement

12.2 Champs de bits : remarques (2)

L'ordre dans lequel les bits d'un champ sont stockés n'est pas garanti ► dépend de la plate-forme ou du compilateur

⚠ Il n'est pas possible de prendre l'adresse d'un champ

Les opérations courantes sur les entiers (+, -, *, /, %) ne sont pas applicables à une variable champs de bits

12.2 Champs de bits : remarques (3)

Lorsque la valeur que l'on veut stocker dans un champ est trop grande par rapport au nombre de bits réservés, la valeur est tronquée, les bits de poids fort sont perdus

⚠ Les exécutables avec des champs de bits ne sont pas portables

L'emploi des champs de bits n'économise pas forcément de la mémoire. Le gain de stockage des données, peut être perdu par la taille du code nécessaire à la manipulation des champs

12.2 Champs de bits : exemple (2)

```
struct Date
{
   unsigned year : 11;
   unsigned month: 4;
   unsigned day  : 5;
};
```

20 bits
→(3)4 bytes au lieu de 12

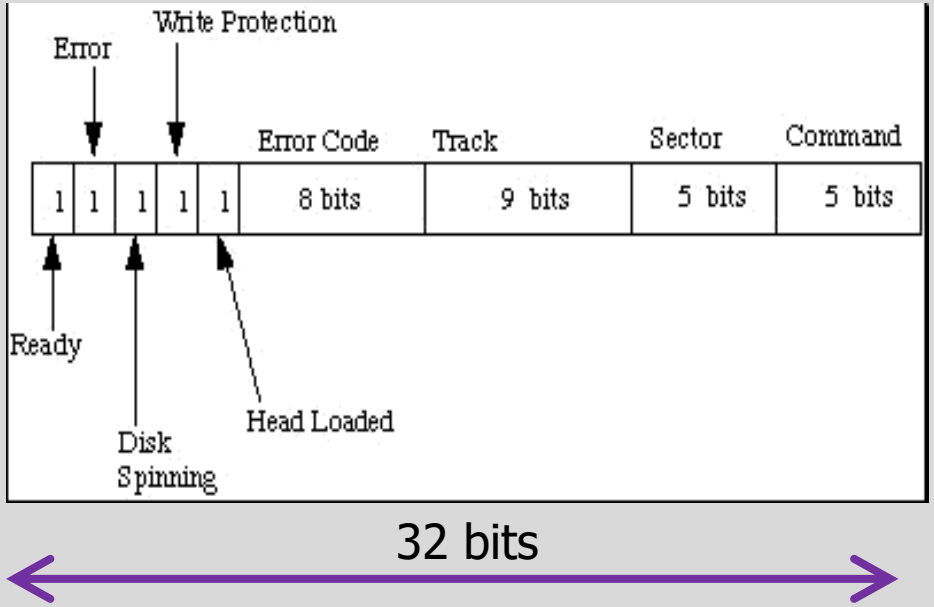
```
struct Date today = {2018, 1, 14};

printf("Date: %3d/%2d/%4d\n", today.year,
        today.month, today.year);
```

12.2 Champs de bits : exemple (3)

Souvent, les contrôleurs de périphériques (p.ex. un disque dur) et le système d'exploitation ont besoin de communiquer à bas niveau.

Les contrôleurs de ces périphériques contiennent **plusieurs registres** qui peuvent être **compactés dans un seul entier**.

```
struct DISK_REGISTER {
      unsigned ready:1;
      unsigned error_occured:1;
      unsigned disk_spinning:1;
      unsigned write_protect:1;
      unsigned head_loaded:1;
      unsigned error_code:8;
      unsigned track:9;
      unsigned sector:5;
      unsigned command:5;
};
```




```
struct DISK_REGISTER *prtDisk_reg =
   (struct DISK_REGISTER *) DISK_REGISTER_MEMORY;

//Define sector and track to start read
prtDisk_reg->sector  = new_sector;
prtDisk_reg->track   = new_track;
prtDisk_reg->command = READ; 2222
```

Plan

1. structures : "struct"
2. structures : les champs de bits
3. **"union"**
4. "enum"
5. "typedef"

12.3 Union

Les unions permettent de stocker des objets de types différents dans un **même espace mémoire.**

Syntaxe

```
union identificateur
{
      type1  membre1;
      type2  membre2;
      …
      typeN  membreN;
};
```

Remarque la taille d'une variable de type union est fixe; elle correspond à la place nécessaire pour stocker le membre le plus grand.

12.3 Union : exemple «float / int»

```
union myUnion
  {
    float f;
    int   i;
    char  c[4];
  };

union myUnion n;
```

la variable **n** pourra contenir, selon les besoins :

- **soit** un **float**
- **soit** un **int**
- **soit** un tableau de **char**.

12.3 Union : exemple «float / int»

```
union myUnion n;
n.f = 1.2f;
printf("%f  ", n.f);
printf("0x%x", n.i);
```

```
1.200000  0x3f99999a
```

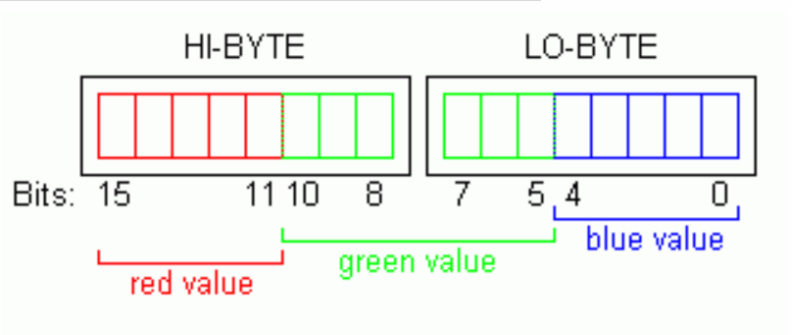
← Exemple

https://www.h-schmidt.net/FloatConverter/IEEE754.html

Remarque : une variable union ne peut être initialisée lors de sa déclaration qu'à travers son premier membre.

12.3 Union : exemple RGB565

```
typedef struct  // Structure contenant les 3 couleurs
{
   unsigned blue  : 5; // 5 bits pour blue
   unsigned green : 6; // 6 bits pour green
   unsigned red   : 5; // 5 bits pour red
} RGB565_bits;


union RGB565      // Union contenant les deux variantes
{
   RGB565_bits RGB565_values;// 3 couleurs => 5,6,5 bits
   int RGB565_global;        // Valeur sur 16 bits
}; // int obligatoire pour gcc => minimum 32 bits
```



12.3 Union : exemple RGB565

```
union RGB565 pixel;
```

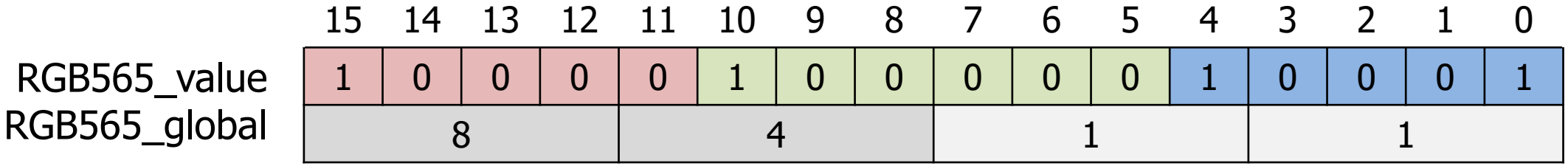
Déclaration d'une variable pixel

```
pixel.RGB565_global = 0x8411;
```

Ecriture du pixel «globalement»

```
pixel.RGB565_values.blue  = 0x11;
pixel.RGB565_values.green = 0x20;
pixel.RGB565_values.red   = 0x10;
```

Ecriture du pixel couleur par couleur



Plan

1. structures : "struct"
2. structures : les champs de bits
3. "union"
4. **"enum"**
5. "typedef"

12.4 Énumération

Permet d'attribuer un **identificateur** à un entier grâce au déclarateur d'énumération **enum**.

Syntaxe

```
enum nomdutype
{
    identificateur1  [= valeur1],
    identificateur2  [= valeur2],
    ...
    identificateurN  [= valeurN]

}   [liste_variables]  ;
```

0
1
2
...

[optionnel]

12.4 Énumération : exemples

```
{
 enum status{stopped, running} motor;
 enum colors{red, orange, green};
 enum weekDays{monday, tuesday, wednesday,
 thursday, friday, saturday, sunday};

 enum colors trafficLight;      // déclaration
 motor = running;
 if (trafficLight != green)
   motor = stopped;
 int red = 254;   // symbole réservé (dans la portée)
}
```

12.4 Énumération : remarques

Les énumérations simplifient le code (+ lisible), et sont supportées par beaucoup d'IDE (aide contextuelle).

Les identificateurs d'une énumération sont réservés (limite de la portée).

→ plus utilisable pour autre déclaration

On peut :

déclarer une variable de type **enum**

utiliser une valeur identifiée par une énumération comme une constante

La valeur d'une variable de type **enum** n'est pas limitée aux valeurs énumérées

Plan

1. structures : `"struct"`
2. structures : les champs de bits
3. `"union"`
4. `"enum"`
5. **`"typedef"`**

12.5 `typedef` (types synonymes)

Rappel

Le langage C permet de renommer des types en leur donnant un synonyme

L'intérêt est de **simplifier** l'écriture et la lecture du code

Offre un outil **favorisant la portabilité du code**

```
typedef unsigned char Uint8;
typedef double        Sfp64;
```

La déclaration d'un nouveau type (synonyme) se fait avec le mot-clé `typedef`

12.5 Type synonyme standard

Rappel

Syntaxe

```
typedef  <Type standard> <Nom de type>;
```

Exemple

```
typedef  int  Entier;
Entier  v1;     // équivalent à int v1
```

12.5 Type synonyme pour tableau

Rappel

Syntaxe

```
typedef  <Type std> <Nom de type>[<N>];
```

Exemple

```
typedef char CHAINE[80];
CHAINE v2; // équivalent à char v2[80]
```

12.5 Type synonyme pour pointeurs

Rappel

Syntaxe

```
typedef <Type std>* <Nom de type>;
```

Exemple

```
typedef int* IntPtrTy;
IntPtrTy v3;    // équivalent à int* v3
```

12.5 Type synonyme pour `struct`

Rappel

Syntaxe

```
typedef <Déf struct> <Nom de type>;
```

Exemple

```
typedef struct
        {
            char nom[20];
            int age;
        }
        PersonneTy;

PersonneTy v4; // équiv. à struct personne v4
```

12.5 Remarque

Rappel

Quelle est la différence entre **`struct`** et **`typedef struct`** ?

```
struct t1 { ... };              //1.
typedef struct { ... } T2;      //2.
```

`t1` est un identificateur de structure. Le type associé est **`struct t1`**

`T2` est un nouveau type. Cette écriture permet plus d'abstraction de type :

```
struct t1 v1; // struct traine
T2 v2;        // Abstraction
```

12.5 Type synonyme pour un enum

Syntaxe

```
typedef <Déf énum> <Nom de type>;
```

Exemple

```
typedef enum{lundi, mardi, mercredi, jeudi,
vendredi, samedi, dimanche}JOURSEM;


JOURSEM JourCourant, JourFinPeriode;


JourCourant = mercredi;

JourFinPeriode = JourCourant;
```

12.5 Type synonyme pour un pointeur de fonction

Syntaxe

```
typedef  <Type retour> (*<Nom de type>)(<Type1>,...);
```

Exemple

```
int max (int, int) {...}
typedef int (*FnctPtr)(int, int);
FnctPtr f1=&max;     // ou int (*f1)(int, int)=&max;
(*f1)(4,5);          // appellera Max(4,5)
```

Exercices

[Exercices du chapitre 12]