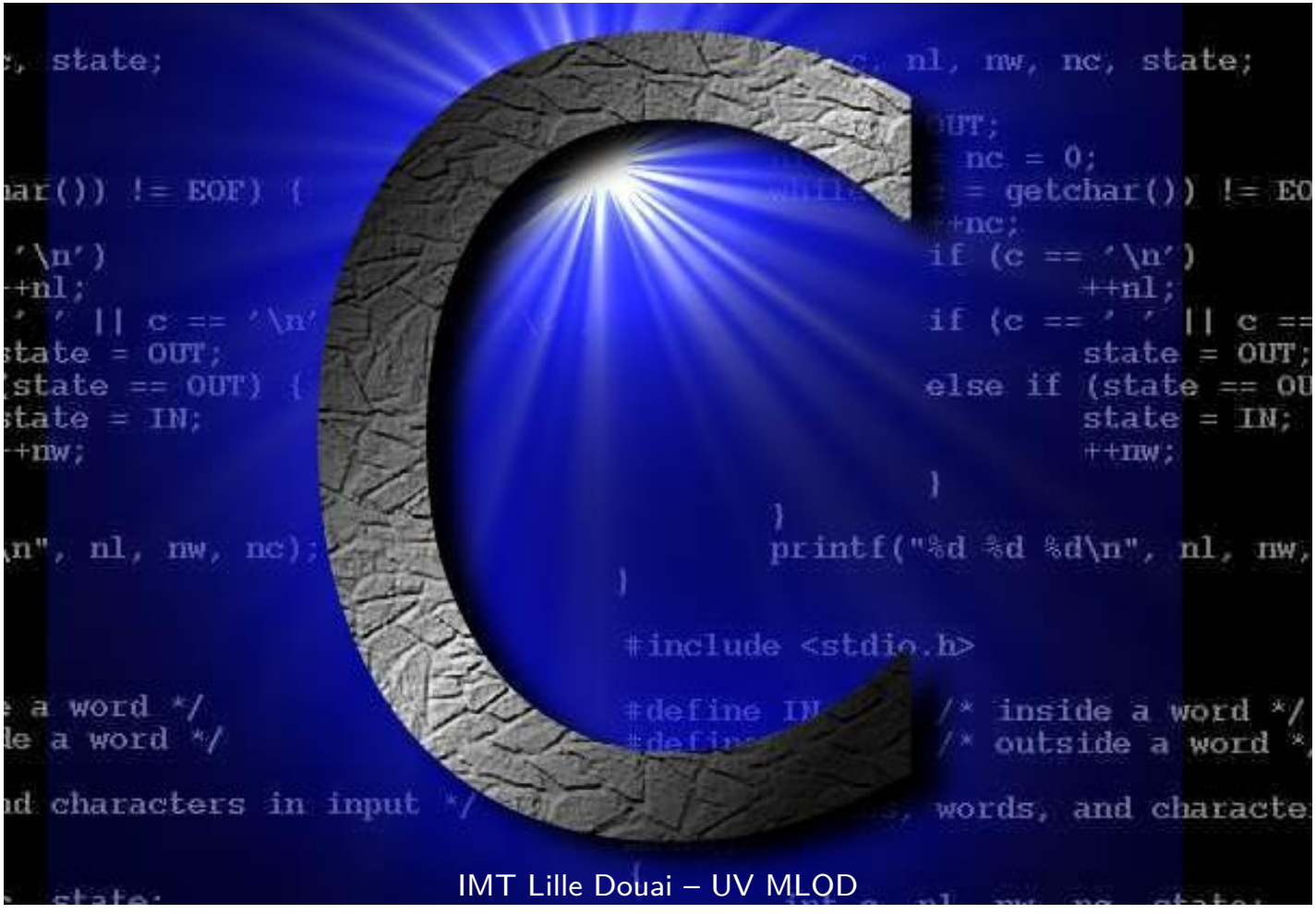
Algorithmique et langage C

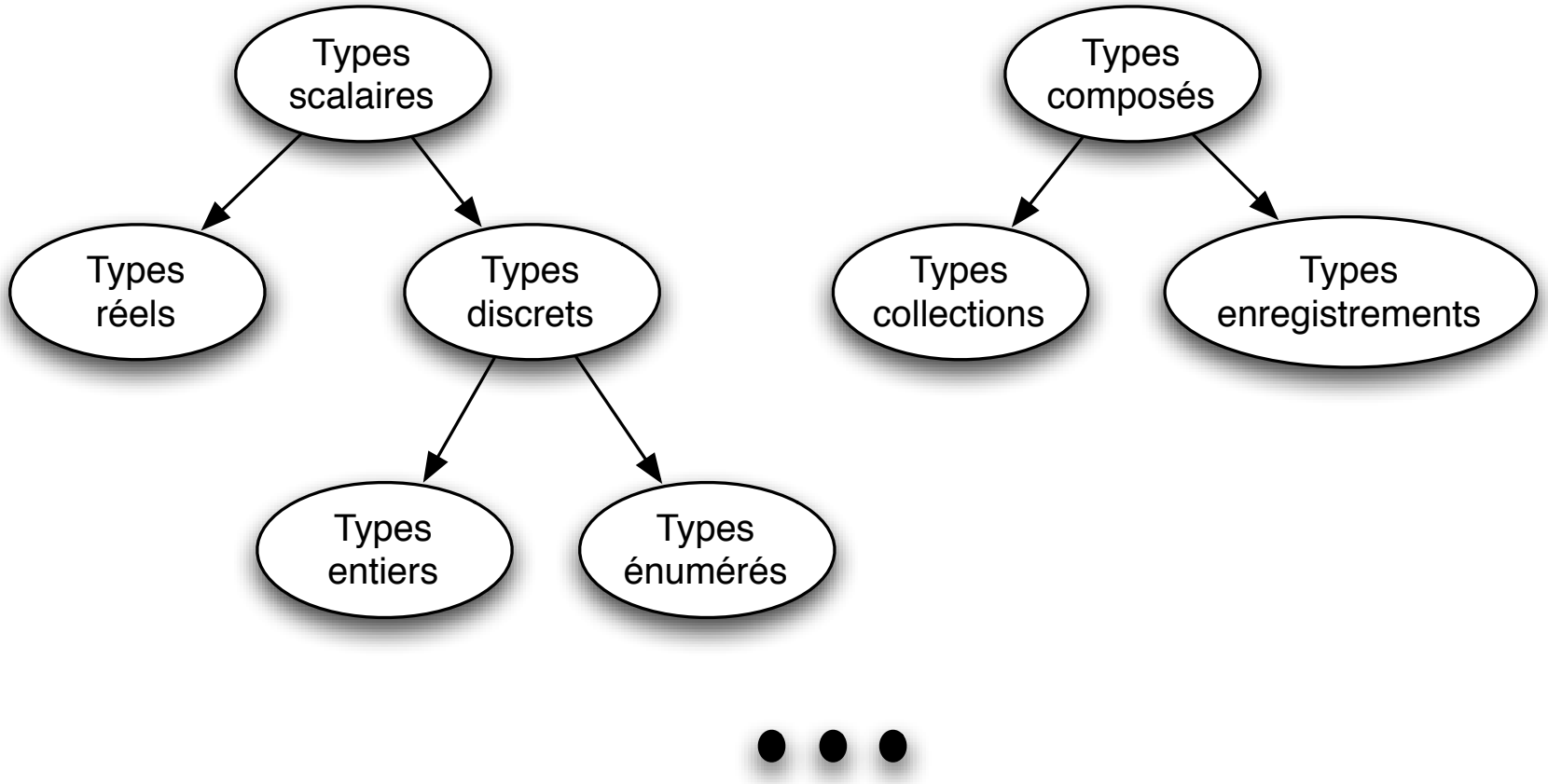
— types énumérés, tableaux, types composés, pointeurs —



IMT Lille Douai – UV MLOD

Luc Fabresse
luc.fabresse@imt-nord-europe.fr

Rappels sur les familles de types



Plan

Types énumérés

Syntaxe `enum <nom type> { <liste valeurs> }`

Effet Définit un nouveau type de données nommé `<nom type>` dont les valeurs possibles sont données en extension

Exemple

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

enum jour_semaine un_jour = lundi; // déclaration de la variable un_jour
```

Types énumérés (2)

Variante

```
enum {
  lundi,
  mardi,
  mercredi,
  jeudi,
  vendredi,
  samedi,
  dimanche
} un_jour; // déclaration de la variable un_jour

un_jour = lundi;
```

Types énumérés (3)

Règles :

- Chaque valeur d'un type énuméré est associé à une valeur entière
- La valeur entière peut être décidée par le programmeur
- Dans le cas contraire :
  - La 1re valeur est associée à la valeur 0
  - Une valeur est associée à la valeur de son prédécesseur incrémenté de 1

Exemple

```
enum jour_semaine {
  lundi = 1,
  mardi,
  mercredi,
  jeudi,
  vendredi,
  samedi,
  dimanche
};
enum jour_semaine un_jour;

printf("num du jour dans la semaine : %u\n",un_jour);
```

Plan

Déclaration

Syntaxe `<type> <nom variable> [taille]`

Effet Déclare une variable tableau ayant `taille` éléments de même `type`

- indice du 1er element est 0
- indice du dernier element est `taille-1`

Exemple

```
// tableau de 20 entiers
int notes[20];

// tableau de 12 caractères
char nom_famille[12];
```

Tableaux multidimensionnels

Syntaxe : `<type> <nom variable> [taille_dimension1] [taille_dimension2]`

Autant de [] que de dimensions

Exemple

```
/* tableau de réels à 2 dimensions :
 * 5 lignes et 4 colonnes */
float matrice[5][4];
```

Opération d'indexation

Syntaxe `<nom variable>[<indice>]`

- `<indice>` est une expression à valeur entière

Effet permet d'accéder à l'élément du tableau rangé à la position `<indice>`

Exemple

```
// tableau de 20 entiers
int notes[20];

notes[0] = 0;
notes[1] = notes[2] = notes[3] = notes[4] = 0;

matrice[0][0] = 10.1;
matrice[0][1] = matrice[0][2] = matrice[0][3] = 19.4;
```

Opération d'initialisation

Syntaxe `<type> <nom variable>[<taille>] = { <liste valeurs> }`

Effet permet d'initialiser un tableau avec l'ensemble <*liste valeurs*>

Exemple

```
int tabint[3] = {1, -5, 6};

float tabfl[] = {0.45, 6.78, 789.5};

float matrIdent[2][2] = {{1.0, 0.0}, {0.0, 1.0}};
```

Chaînes de caractères (1)

Convention

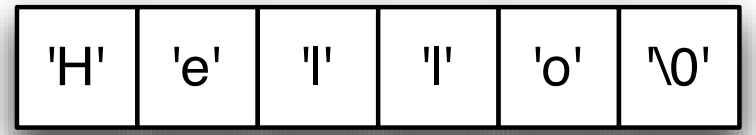
Une chaîne de caractères est un tableau de caractères se terminant par `'\0'`

Exemple

```
char message[5]= "Hello";
int l = 0;
char c = message[l];

while( c != '\0' ) {
  c = message[l];
  l++;
}

printf("longueur >%s< = %d\n",message,l);
```



Exemple

```
longueur chaine >Hello< = 6
```

Chaînes de caractères (2)

<string.h>

- strcmp
- strcpy
- ...

Taille des tableaux

https://stackoverflow.com/questions/4415524/common-array-length-macro-for-c

Macro pour retrouver les tailles des dimensions d'un tableau

```
#define ARRAY_LENGTH(x) ((sizeof(x)/sizeof(0[x])) / ((size_t)(!(sizeof(x) % sizeof(0[x])))))

int mat[4][5][6];
printf("taille = %li\n",ARRAY_LENGTH(mat));
printf("taille = %li\n",ARRAY_LENGTH(mat[1]));
printf("taille = %li\n",ARRAY_LENGTH(mat[1][1]));
```

```
taille = 4
taille = 5
taille = 6
```

4 définitions équivalentes de la même fonction :

```
void f(int b[10][15][20]);
void f(int b[100][15][20]);
void f(int b[][15][20]);
void f(int (*b)[15][20]);
```

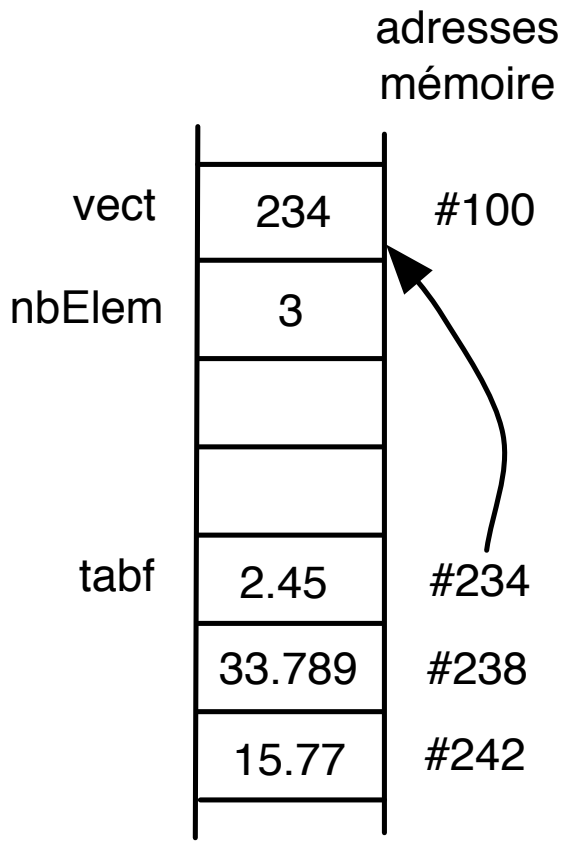
Remarque :

- la taille de la dimension la plus interne du tableau peut être omise dans la signature
- lorsqu'un tableau est passé en paramètre d'une fonction, le compilateur passe toujours l'adresse du premier élément (`int*` dans l'exemple précédent)
- Le résultat d'une fonction ne peux pas être un tableau

Exemple

```
float sommeVect(float vect[], int nbElem) {
  int i;
  float sigma;
  for (i=0, sigma = 0; i < nbElem; i++)
  sigma += vect[i];
  return sigma;
}

int main(void) {
  float tabf[3] = {2.45, 33.789, 15.77};
  float somme;
  somme = sommeVect(tabf,3);
  return 0;
}
```



Plan

Pointeurs : notions de base

Définitions

- Un pointeur est une donnée (constante ou variable) contenant l'adresse mémoire d'une donnée
- Le type d'un pointeur est lié au type de donnée pointée (type de base, type tableau, ...)
- La valeur `NULL` représente une adresse mémoire invalide

Utilisations

- Allocation dynamique de mémoire
- Simulation du passage par variable
- Structure de données dynamiques (listes chaînées, arbres, ...)

Pointeurs : déclaration

Syntaxe `<type> * <nom variable>`

- Comme une variable avec * précédant le nom

Effet Déclare une variable contenant une adresse donc n'alloue l'espace que pour une adresse.

Exemple

```
int *pi; /* pointeur vers un int */
char *pc; /* pointeur vers un char */
```

L'opérateur unaire &

Syntaxe `&<nom variable>`

Effet retourne l'adresse de la variable `<nom variable>`

Exemple `&x`

L'opérateur unaire *

Syntaxe `*<nom variable>`

Effet retourne la valeur stockée à l'adresse désignée par la variable `<nom variable>`

Exemple `*x`

Pointeurs : exemples

Exemples d'initialisation de pointeurs

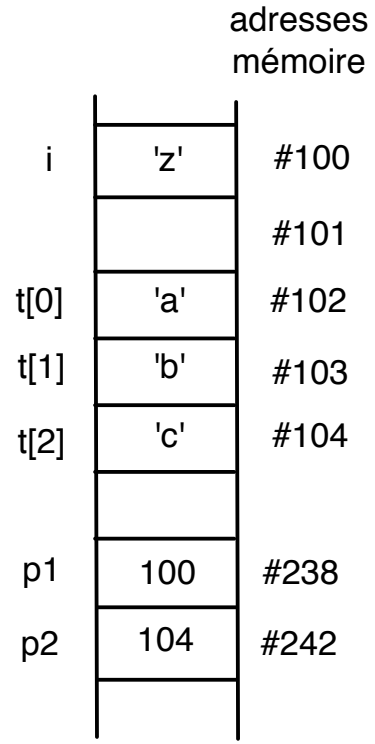
```
char i = 'z';
char t[3] = {'a', 'b', 'c'};

char *p1, *p2;

p1 = &i;  // p1 <- l'adresse de i
p2 = &t[2]; // p <- l'adresse de t[2]
```

Accès à l'entité référencée

```
*p1 = 'x'; // i <- 'x' car p==&i
*p2 = 'd'; // t[2] == 'd'
```



Pointeurs (cf. MOOC C)

https://codecast.france-ioi.org/v2/player?id=1479999497689

Opérations sur les pointeurs

Addition/soustraction d'un entier `n` à un pointeur

ajout/retrait de `n` fois la taille de l'entité désignée à l'adresse du pointeur

Accès à l'entité référencée

```c
char lettres[]={'H','E','L','L','O'};
char *p;
p = &lettres[0];
p+= 2; /* p prend pour valeur &lettres[2] */
*p = 'l'; /* équivalent à lettres[2] = 'l' */

// Incrémentation d'un pointeur
p++; /* p prend pour valeur &lettres[3] */
*p = 'l'; /* équivalent à lettres[3] = 'l' */
```

Pointeurs passés en paramètres

Rappel :

En C, il n'existe que le mode de passage par valeur

Le passage par variable :

- permet d'agir sur les paramètre effectifs
- peut être obtenu en passant des pointeurs (adresses) en paramètre

Exemple

```
void incrementer(int *x) {
  (*x)++;
}

int main(void) {
  int a = 10;
  incrementer(&a); // on passe l'adresse de a
  return 0;
}
```

Les valeurs passées en paramètre via des pointeurs peuvent être modifiées et sont donc à la fois paramètre et résultat.

Relation entre pointeur et tableau

Une variable tableau c'est :

un pointeur constant sur le premier élément du tableau

Exemple

```c
int t[10];
int * p;
p = t; /* équivalent à p = &t[0] */
*t; /* équivalent à *p et à t[0] */
*(t+1); /* équivalent à t[1] */
```

Sont interdits (car pointeur constant) :

- l'affectation : `t = &i`
- l'incrémentation : `t++`
- la décrémentation : `t--`

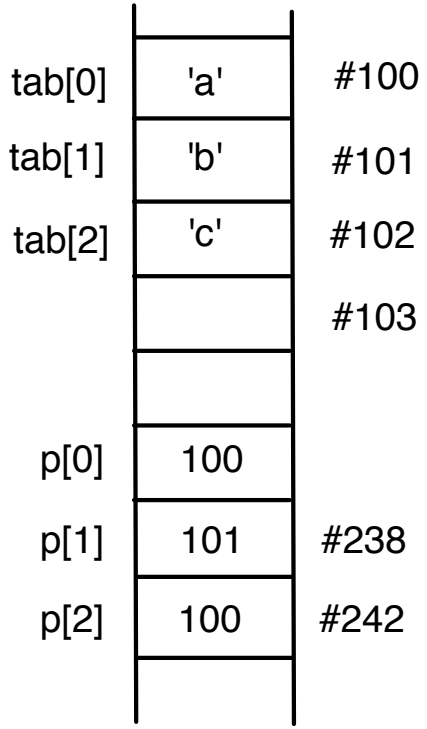
Tableau de pointeurs

Exemple

```
// Déclaration
char tab[3] = {'a','b','c'};
char *p[3] = {tab, tab+1, tab};

// Accès aux objets référencés par les éléments
*p[1] = 'x'; // équivalent à tab[1]='x'

// Modification des éléments
p[1]++; // p[1] == &tab[2]
```



Exemple

```c
#include <stdio.h>

float plus(float a,float b) { return a+b; }
float moins(float a,float b) { return a-b; }
float mult(float a,float b) { return a*b; }
float diviser(float a,float b) { return a/b; } // b!=0

int main(void) {
  float (*operation)(float,float); // un pointeur sur fonction
  float a,b; char op;

  printf("enter un nombre : "); scanf("%f",&a);
  operation = NULL;
  while(operation == NULL) {
    printf("Enter operation sign (+,-,*,/) : "); scanf("%c",&op);
    switch(op) {
      case '-': operation = moins; break;
      case '+': operation = plus; break;
      case '*': operation = mult; break;
      case '/': operation = diviser;
      default: ;
    }
  }
  printf("enter un nombre : "); scanf("%f",&b);
  printf("resultat : %f\n",operation(a,b));

  return 0;
}
```

Comment lire des déclarations avec pointeurs ? (1)

cf. `http://blog.parr.us/2014/12/29/how-to-read-c-declarations/`

Quelle différence entre :

```
int *a[3];

// et

int (*a)[3];
```

Comment lire des déclarations avec pointeurs ? (2)

cf. `http://blog.parr.us/2014/12/29/how-to-read-c-declarations/`

Règle :

1. Start at the variable name (or innermost construct if no identifier is present)
2. Look right without jumping over a right parenthesis ; say what you see
3. Look left without jumping over a parenthesis ; say what you see
4. Jump out a level of parentheses if any and restart at #2

int *a[3]

a, (right) array of 3, (left) pointer to, (right) nothing, (left) int
a is an array of 3 pointers to int

int (*a)[3]

a, (right) nothing, (left) pointer to, (right) array of 3, (left) int
a is a pointer to an array of 3 ints

Plan

Définition

Ensemble de plusieurs variables, parfois de type différents, regroupées sous un seul nom pour les traiter en bloc

Exemple

```
// Déclaration d'un type structure
struct livre { // nom de la structure
  char Titre[40]; // champs
  int Annee;
  int Cote;
};

// Déclaration d'une variable de type structure
struct livre langageC;
```

Utilisation de l'opérateur « . » (notation pointée)

```
struct livre l;
l.Annee = 1983;
strcpy(l.Titre, "Le langage C");
```

Utilisation de l'opérateur « -> » avec un pointeur sur structure

```
struct livre l;
struct livre *pl = &l;
(*pl).Annee = 1990;
pl->Annee = 1991; /* équivalent à (*p1).Annee = 1991 */
```

Initialisation : possiblilité d'affecter tous les champs en une seule fois

```
struct livre l1 = {"Le langage C", 1983, 1023 };
```

Affectation entre structures : recopie des champs

```
struct livre l2;
l2 = l1; /* après affectation l2.Annee = 1983, ... */
```

Remarques :

- Les champs de type pointeur sont partagés en cas d'affectation
- La taille mémoire d'une structure = la somme des tailles de tous ses champs

Affectation entre structures : recopie des champs

```c
enum Mois {jan = 1, fev, mars, avr, mai, juin, juil, aout, sept, oct, nov, dec};

struct Date {
  int jour;
  enum Mois mois;
  int annee;
};

int main(void) {
    struct Date naissance;
    naissance.jour = 4;
    naissance.mois = juil;
    naissance.annee = 1990;
}
```

Tableaux de structures

Déclaration

```c
struct complexe {
 float reel;
 float imaginaire;
};

/* tableau de 100 éléments de type struct complexe */
struct complexe tabComplexe[100];
```

Acces aux champs des éléments

```c
tabComplexe[1].reel = 5;
tabComplexe[1].imaginaire = 10;
```

Passage par valeur = recopie des valeurs des champs

```c
#include <stdio.h>

struct complexe {
 float reel;
 float imaginaire;
};

struct complexe plus(struct complexe a, struct complexe b){
  struct complexe resultat;
  resultat.reel = a.reel + b.reel;
  resultat.imaginaire = a.imaginaire + b.imaginaire;
  return resultat;
}

void affiche(struct complexe a) {
  printf("(%.2f + i * %.2f) ",a.reel,a.imaginaire);
}

int main(void) {
  struct complexe c1 = {0.0,-1.0},c2 = {2.0,0.0},c3;
  c3 = plus(c1, c2);
  affiche(c1);printf("+ ");affiche(c2);printf("= ");affiche(c3);printf("\n");
  return 0;
}
```

```
1  (0.00 + i * -1.00) + (2.00 + i * 0.00) = (2.00 + i * -1.00)
```

Pointeurs sur structure passés en paramètres

Utiliser un pointeur sur la structure afin :

d'autoriser la modification des champs de la structure passée en paramètre

Acces aux champs des éléments

```c
void mult(struct complex * pc, float m) {
  pc->reel *= m
  pc->imaginaire *= m;
}

int main(void) {
  struct complexe c = {10,3};
  mult(&c, 10);
  /* c. reel = 100, c.imaginaire = 30 */
  return 0;
}
```

Plan

L'instruction typedef

Syntaxe typedef <type existant> <nouveau nom>

Effet déclaration du type <nouveau nom>

Exemple

```
enum MesMois {jan = 1, fev, mars, avr, mai, juin,
  juil, aout, sept, oct, nov, dec};

typedef enum MesMois Mois; // déclaration du type MesMois

struct DateSimple {
  int jour;
  Mois mois; // Simplification !
  int annee;
};

typedef struct DateSimple Date;

int main(void) {
  Date naissance; // Simplification !
  Date armistice = {11,nov,1918};

   naissance.jour = 1;
  naissance.mois = jan;
  naissance.annee = 1970;

   return 0;
}
```

Plan

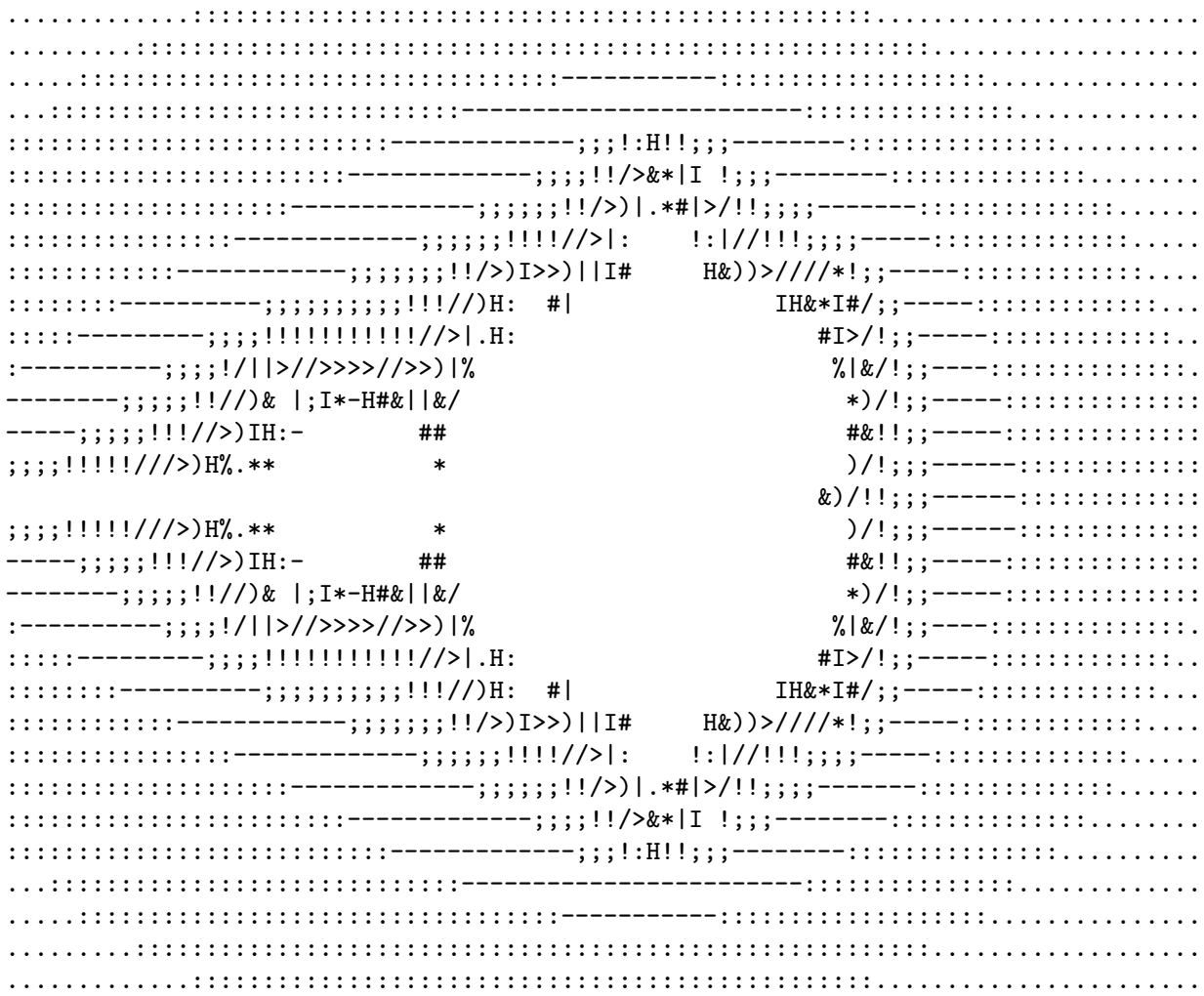
À ne pas faire : prog.c

```c
#include <stdio.h>
int main(void){int k=0;float i,j,r,x,y=-16;while(puts(""),y++<15)
for(x=0;x++<84;putchar(" .:-;!/>)|&IH%*#"[k&15]))
for(i=k=r=0;j=r*r-i*i-2+x/25,i=2*r*i+y/10,j*j+i*i<11&&k++<111;r=j);return 0;}
```

Règles

- *indenter* !
- nommer clairement les fichiers, variables, fonctions, ...
- commentez !

Place aux exercices !



Plan

Place aux exercices !