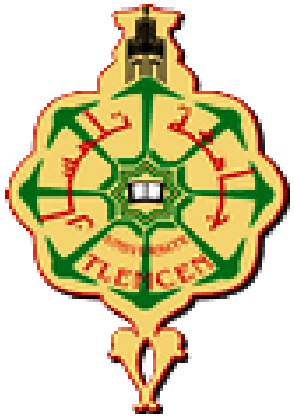


جامعة أبو بكر بلقايد

ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⴰⴱⵓⴱⴽⵔ ⴱⵍⵇⴰⵢⴷ ⵜⵍⵎⵙⵏ

UNIVERSITY OF TLEMCEN

Faculté des Sciences

Département d'informatique

Algorithmique & Structures de Données

L2 Informatique 2024-2025

Chapitre 1 : Introduction

Rappels & analyse d'algorithme

Analyse d’algorithme

Qu’est ce qu’un Algorithme ?

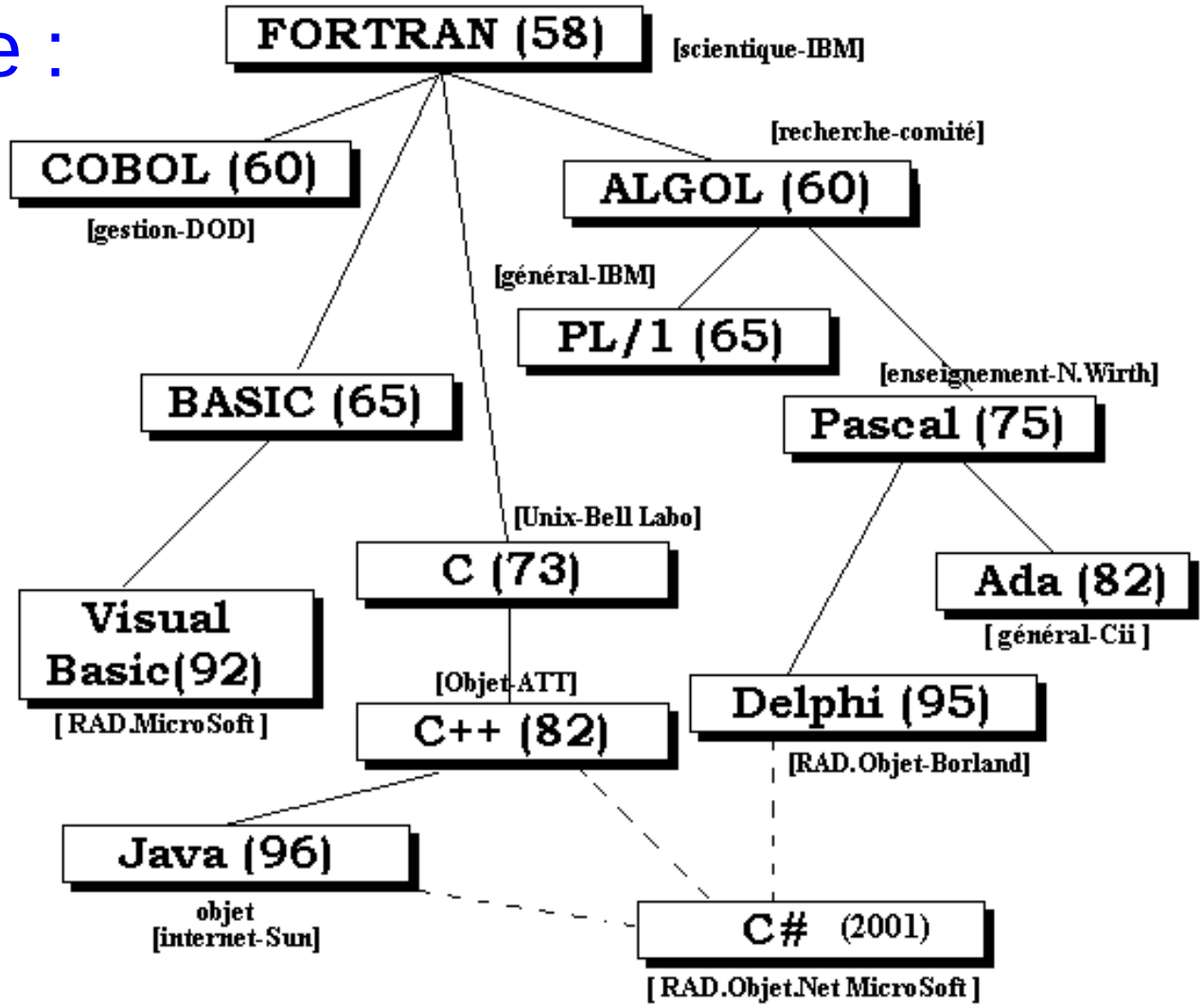
Un **algorithme** est une "spécification d'un schéma de calcul sous forme d'une suite finie d'opérations élémentaires obéissant à un enchaînement déterminé", ou encore : la description des étapes à suivre pour réaliser un travail.

Un **programme** est (donc) la description d'un algorithme dans un langage « évolué » accepté par la machine.

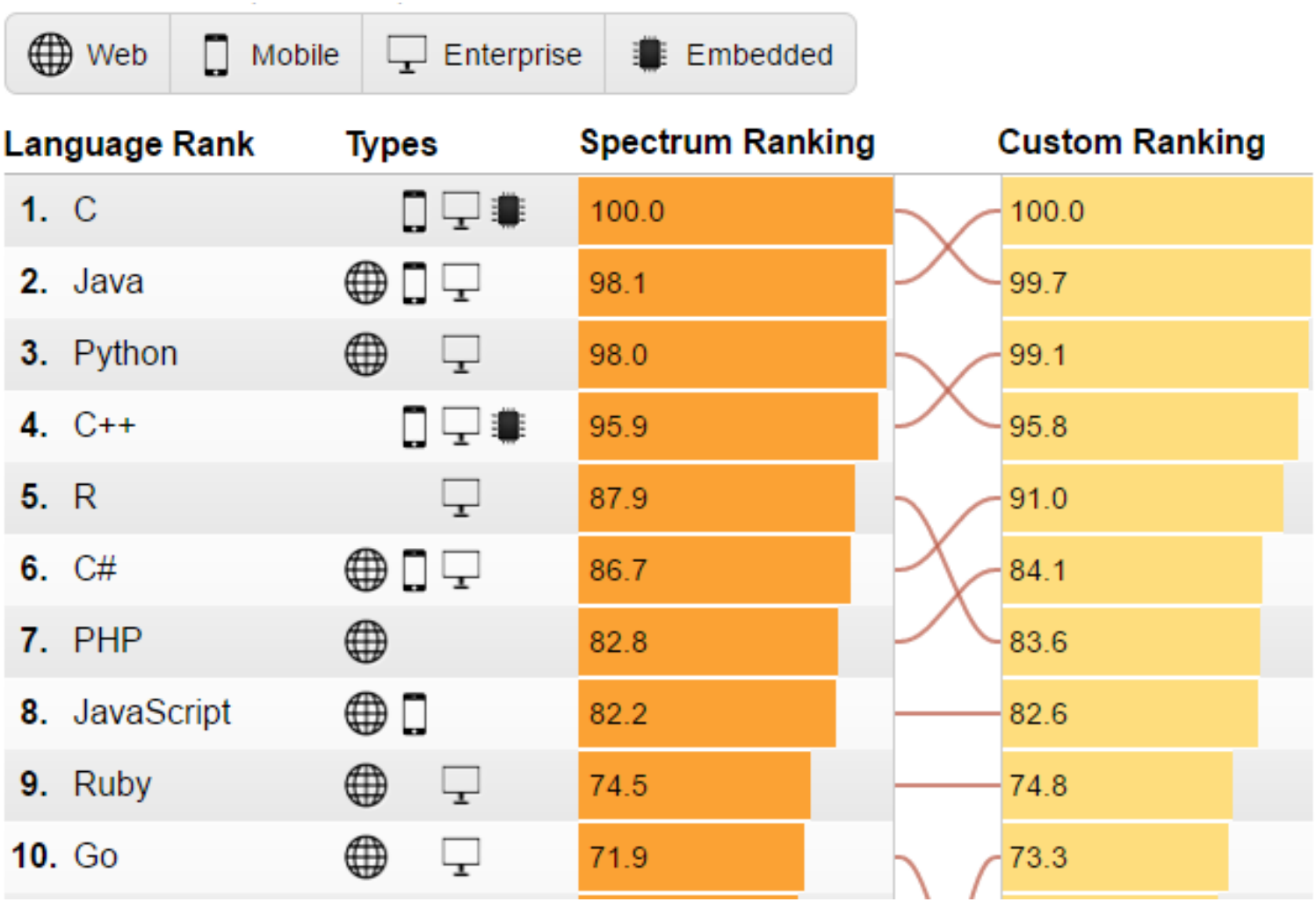
Un algorithme, à l'inverse d'un programme, est **indépendant** du langage de programmation (et donc de la machine).

Langages évolués

- Historique :



Langages de programmation: Classement 2016 :



- **Meilleurs langages en 2019 selon l'IEEE :**
- **Python leader pour la troisième année consécutive.**
- **Critères :**
  - **en forte croissance**
  - **les plus demandés par les employeurs**
  - **populaires dans la communauté open source**

Language Ranking: IEEE Spectrum

Rank	Language	Type	Score
1	Python		100.0
2	Java		96.3
3	C		94.4
4	C++		87.5
5	R		81.5
6	JavaScript		79.4
7	C#		74.5
8	Matlab		70.6
9	Swift		69.1
10	Go		68.0

Paradigmes

Un *paradigme* est un style de programmation.

- **Impératif :** ou *procédural* est basé sur l'idée d'une exécution étape par étape semblable à une recette de cuisine.
- **Déclaratif:** Les deux paradigmes déclaratifs sont: fonctionnel et logique. En paradigme fonctionnel le programmeur décrit des fonctions mathématiques. En paradigme logique il décrit des prédicats.
- **Fonctionnel:** est basé sur l'idée d'évaluer une formule, et d'utiliser le résultat pour autre chose
- **Logique:** est basé sur l'idée de répondre à une question par des recherches sur un ensemble, en utilisant des axiomes, des demandes et des règles de déduction.

Paradigmes

Orienté objet: est destiné à faciliter le découpage d'un grand programme en plusieurs modules isolés les uns des autres.

- **Concurrent:** un programme peut effectuer plusieurs tâches en même temps.
- **Visuel:** le but de faciliter la programmation des interfaces graphiques.
- **Événementiel:** le programme n'attend rien et est exécuté lorsque quelque chose s'est passé
- **Basé web:** Java, PHP et Javascript sont des langages de programmation basée web

Conception d'un algorithme

Analyse descendante :

décomposer le problème en sous problème de plus petite taille jusqu'à aboutir aux instructions élémentaires.

- Analyse ascendante ou montante :

utiliser des fonctions, des primitives et des outils dont on dispose, les assembler pour faire un truc qui résout notre problème.

- Mélange des deux (meilleure) :

on fait une analyse descendante tout en ayant à l'esprit les modules bien conçus.

Qualités d'un algorithme

1. Qualité d'écriture : un algorithme doit être structuré, modulaire, avec des commentaires pertinents, etc. *Il faut pouvoir comprendre la structure d'un coup d'oeil rapide.*

2. Terminaison : le résultat doit être atteint en un nombre fini d'étapes. Pas de boucles infinies, étudier tous les cas possibles. *Par exemple dans une boucle il faut montrer que la(es) variable(s) intervenant dans le test de la boucle décroi(ssen)t.*

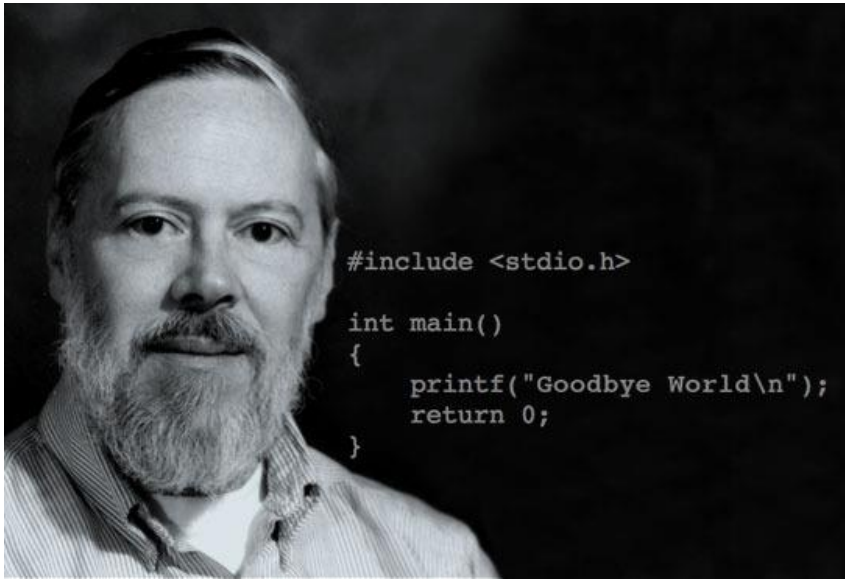
3. Validité : le résultat doit répondre au problème demandé. *Attention, un jeu d'essais ne prouve **JAMAIS** qu'un programme est correct. Il peut seulement prouver qu'il est faux.*

4. Performance : étude du coût (complexité) en temps et en mémoire.

Rappels : Langage C

Langage C conçu 1972 par
Dennis Ritchie(1941-2011)

Objectif : écrire un système d'exploitation (UNIX)
Inspiré du langage B (K.Thompson)
Normalisé ANSI 1989, ISO1999 et ISO2011



Présentation du Langage C

Premier programme :

```
main()
   {
     printf("bonjour ") ;
   }
```

main : précise que ce qui suit est « programme principal ».

prog principal délimité par { }

" " guillemets ou *double quote* pour les chaines de caractères.

; obligatoire après chaque instruction.

```
main()
{
printf("bonjour \n") ;
printf("monsieur ") ;   }
```

\n caractère fin de ligne

Variables et leurs types :

```
main()
{  int n ;
n=10 ;
printf(" valeur %d ",n) ;
}
```

Déclaration obligatoire

int n ; déclaration du type entier

affectation

printf : fonction avec arguments

% : signifie que ce qui suit n'est pas un texte à afficher mais un code format

d :entier signé, **u** :entier non signé, **c** : caractère, **s** : chaine de caractère

int n=10 ; déclaration et affectation.

Affichage de plusieurs valeurs

```
main()
{  int a,b,c ;
a=10 ; b=20 ; c=a+b ;
printf(" la somme de %d et %d est : %d ",a,b,c) ; }
```

la somme de 10 et 20 est : 30

nous aurions pu éviter de déclarer c :

```
printf(" la somme de %d et %d est : %d ",a,b,a+b) ;
```

Type caractère et format %c

```
main()
{  char x ;
x=’e’ ;
printf(" lettre = %c ",x) ;
}
```

‘e’ : caractère

"e" : chaine de caractères

Afficher un seul caractère : putchar

```
#include<stdio.h>
main()
{  char x ;
x=’e’ ;
printf(" lettre =  ") ;
putchar(x) ;
}
```

Lire un seul caractère : getchar

```
#include<stdio.h>
main()
{  char c ;
printf(" donnez un
     caractère :  ") ;
c=getchar() ;
printf(" merci pour %c
     ",c) ;
}
```

putchar/getchar/printf/scanf des fonctions qui appartiennent à une biblio, leurs déclarations se trouvent dans le fichier entête (header) stdio.h

#include<stdio.h> demande d’incorporer à votre prog source, avant sa compilation le contenu du fichier entête stdio.h (qui contient tout ce qui nécessaire aux entrées/sorties).

Lire des informations de types quelconques : scanf

```
main()
{  int n,p ;
   printf(" donnez deux nombres  :  ") ;
   scanf("%d %d ",&n,&p) ;
    printf(" leur somme est %d ",n+p) ; }
```

& : opérateur signifie adresse de

Remarque : si vous omettez & qui précède les noms de variables, le compilateur ne détectera aucune erreur, les informations seront rangées dans des emplacements aléatoires.

Instruction for pour les boucles

```
main()
{  int i,n ;
printf(" bonjour \n  ") ;
printf(" je vais vous calculer 3 carrés \n  ") ;
for (i=1 ;i<=3 ;i++)
  { printf(" donnez un nombre entier :  ") ;
   scanf(" %d   ",&n) ;
    printf(" son carré est : %d\n ",n*n) ;
    }
printf(" au revoir ") ;
}
```

```
 bonjour
je vais vous calculer 3 carrés
donnez un nombre entier :  3
son carré est : 9
donnez un nombre entier :  8
son carré est : 64
donnez un nombre entier :  5
son carré est : 25
au revoir
```

{ } : bloc , i=1 : initialisation, i<=3 : condition
i++ : (i=i+1) incrémentation après exécution du bloc

La directive #define pour définir une constante

#define NC 3

remplacer NC par 3 partout où il apparaît dans le prog

NC=NC+1 erreur

Instruction if

```
main()
{  int a,b,q,r ;
printf(" donnez deux entiers :  ") ;
scanf(" %d %d  ",&a,&b) ;
if (b !=0)
{ q=a/b ;  r=a%b ;
printf(" division de %d par %d \n  ",a,b) ;
printf(" %d=%d*%d+%d ",a,b,q,r) ; }
else printf(" diviseur nul ") ; }
```

```
donnez deux entiers : 37 8
division de 37 par 8
37 = 8 * 4 + 5
```

Règles générales d'écriture d'un prog en C :

Les identificateurs

Les identificateurs servent à désigner les différents objets manipulés :

- Commence nécessairement par une lettre (ou underscore_)
- Respecte la casse
- Au plus 31 caractères

ex : val, _Total2, Prix_unit

Mots clés :

auto	break	case	char	const	continue	default	do
double	else	enum	extern	float	for	goto	if
int	long	register	return	short	signed	sizeof	static
struct	switch	typedef	union	unsigned	void	volatile	while

Les commentaires : texte explicatif destiné aux lecteurs:

/* programme de calcul */
/* commentaire s'étendant sur
plusieurs lignes du programme source */
int nb ; // déclaration d'entier (commentaire de fin de ligne)

Types de variable :

- **char** → caractères
- **int** → entiers
- **short** [int] → entiers courts
- **long** [int] → entiers longs
- **float** → nombres décimaux
- **double** → nombres décimaux de précision supérieure
- **long double** → nombres décimaux encore plus précis
- **unsigned int** → entier non signé

Types de base en Langage C

Types Entiers :

Type	description	taille	Valeurs limites
long unsigned long	entier long entier long non signé	4 octets	$-2^{31} \leq n \leq 2^{31}-1$ $0 \leq n \leq 2^{32}$
short unsigned short	entier court signé entier court non signé	2 octets	$-2^{15} \leq n \leq 2^{15}-1$ $0 \leq n \leq 2^{16}$
char unsigned char	caractère signé caractère non signé	1 octet	$-2^{7} \leq n \leq 2^{7}-1$ $0 \leq n \leq 2^{8}$
int unsigned int	entier signé entier positif	dépend de la machine 2 ou 4 Octets	

```
#include<stdio.h>
main()
{
 short int n;
n =10+ 0xFF;
printf(" Première Valeur : %d \n ",n);
  n =10 + 0xFFFF;
printf(" Seconde Valeur : %d \n ",n);
}
```

```
Première Valeur : 265
 Seconde Valeur : 9
```

Les types caractères : le type char est un cas particulier du type entier(8bits),
exemple : b → 98

```
main() {
  char u,v;
  puts("bonjour");
  u=65;v='A';
  printf("premier affichage de u :%d  \n  ",u);
  printf("deuxième affichage de u :%c  \n  ",u);
  printf("premier affichage de v :%d  \n  ",v);
  printf("deuxième affichage de v :%c  \n  ",v);
}
```

```
bonjour
premier affichage de u :65
  deuxième affichage de u :A
  premier affichage de v :65
  deuxième affichage de v :A
```

Les types réels : composés d'un signe, une mantisse (partie entière) et d'un exposant :

définition	précision	mantisse	domaine min	domaine max	nbr d'octet
float	simple	6	$3.4 * 10^{-38}$	$3.4 * 10^{38}$	4
double	double	15	$1.7 * 10^{-308}$	$1.7 * 10^{308}$	8
long double	suppl	19	$3.4 * 10^{-4932}$	$1.1 * 10^{4932}$	10

Entrées-Sorties conversationnelles :

La fonction ***printf*** a comme 1er argument une chaîne de caractères qui spécifie:

Des caractères à afficher tels quels;

Des **code de format** repérés par %.

Un code de format peut contenir des informations complémentaires agissant sur le : ***cadrage***, le ***gabarit*** ou la ***précision***.

Les principaux codes de conversion :

- **c** : char: caractère affiché "en clair" (convient aussi à short ou à int)
- **d** : int (convient aussi à char)
- **u :** unsigned int (convient aussi à unsigned char ou à unsigned short)
- **f** : double ou float écrit en notation "décimale" avec six chiffres après le point
- **e** : double ou float écrit en notation "exponentielle" (mantisse entre 1 et 9) avec six chiffres après le point décimal, sous la forme x.xxxxxxe+yyy .
- **s** : chaîne de caractères .
- **ld :** long
- **lu** : unsigned long

gabarit d'affichage: Les entiers sont affichés par défaut sans espaces avant ou après. Les flottants avec six chiffres après le point. Pour agir sur l'affichage, un nombre est placé après % et précise le nombre de caractère **minimum à utiliser.**

printf("**%3d**" , n);	n = 20	^20
	n = 3	^^3
	n = -5200	-5200

Les possibilités de la fonction ***scanf*** *:* Les principaux codes de conversion :

- **c** : char
- **d** : int
- **u :** unsigned int
- **hd** : short int
- **hu** : unsigned short
- **ld :** long
- **lu** : unsigned long
- **f** ou **e** : float écrit en notation "décimale" ou "exponentielle"
- **Lf** ou **le** : double écrit en notation "décimale" ou ‘'exponentielle''
- **s** : chaîne de caractères dont on fournit l'adresse.

Opérateurs & Expressions :

- classiques (arithmétique, relationnels, logiques).
- moins classiques(manipulation de bits…)

priorité :

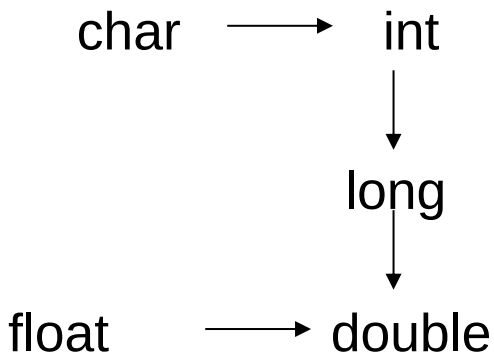
+ - : unaire ;
*** / ; binaire ;**
+ - : binaire ;
parenthèses

Exercice : type et résultats des expressions suivantes :

char c = '\x05' ;
int n = 5 ; long p = 100 ;
float x = 1.25 ; double z = 5.5 ;

n + c + p	5+5 =10 int 10 + 100 = 110 long
2 * x + c	2 * 1.25 = 2.5 float 5(char) +→ 5(int) +2.5→ 7.5(float)
z + n / 2	n/2 = 5/2 = 2 int 5.5 + 2(int→double) = 7.5 double

1-Règle générale de conversion (absorption) :



Horiz : systématique
Vert : ajustement de type

Prise en compte de l'attribut signe :

main() { int n ; **signed** char c ; c='\xfe'; n=c+1; printf ("%d", n); }	main() { int n ; **unsigned** char c ; c='\xfe'; n=c+1; printf ("%d", n); }
-128…..0…….127	0……255
-1	**255**

Opérateurs Relationnels:

< , ≤ , ≥ , > : priorité 1

= = , != : priorité 2

a<b= = c < d devient (a < b) = = (c < d)

Résultat de la comparaison est non pas une valeur booléenne(vrai/faux) mais un entier valant : 0 si résultat faux, 1 si résultat vrai

Résultat pourra intervenir dans des calculs arithmétiques n = p + (a > b) ;

Opérateurs relationnels sont moins prioritaires que les opérateurs arithmétiques :

x + y < a + 2 ⇨ (x + y) < (a + 2)

Opérateurs Logiques :

C dispose des opérateurs : && : et || : ou ! : négation

(a < b) && (c < d) ; (a < b) || (c < d) ; !(a< b)

Les opérateurs produisent un type numérique (int); C ne dispose pas de type logique.

si n et p sont des nombres quelconques :

les expressions : n||p ; n&&p ; !n : sont acceptées.

if (!n) ⇔ if (n= = 0)

a < b && c < d ⇔ ((a < b) && (c < d))

Opérateurs d'affectation :

i = 5 ; affectation simple
c = b + 3 ; évaluation et affectation
c + 5 = x ; Impossible (fausse)
i = j = 5 ; Associativité (droite à gauche j=5 puis i=5)

Opérateurs d'incrémentation et de décrémentation

i = i + 1 ;
n = n – 1 ;

+ + i ; pré incrémentation
i + + ; post incrémentation

si i = 5

n = ++i - 5 ;	i=6 n=1
n = i++ - 5 ;	i=6 n=0

Opérateurs de manipulations de bits : (type entier)

Type	Opérateur	Signification
binaire	&	Et
binaire	|	Ou
binaire	^	Ou exclusif
binaire	<<	Décalage à gauche
binaire	>>	Décalage à droite
unaire	~	Complément à 1

n	0000010101101110	056E	1390
p	0000001110110011	03B3	947
n & p	0000000100100010	0122	209
n | p	0000011111111111	07FF	2047
n ^ p	0000011011011101	06DD	1757
~ n	1111101010010001	FA91	-1391
n << 2	0001010110111000		
n >> 3	0000000010101101		

Exemple :

```
main( )
{ int n ;
printf(" donnez un entier") ;
scanf ("%d",&n) ;
if (n & 0x0001 = = 1)  printf("                ") ;
else printf("                ") ;  }
```

Opérateurs d'affectation élargie:

i = i + k ;	i + = k ;
a = a * b ;	a * = b ;
n = n << 3 ;	n << = 3 ;
Liste des Opérateurs : += ; -= ; *= ; /= ; %= ; |= ; ; ^= ; &= ; <<= ; >>=	

Opérateur conditionnel ? :

Considérons l'expression :

```
if ( a > b )        max = a ;
     else           max = b ;
```

sera remplacé par :

```
max = a > b ? a : b ;
```

priorité	
z = (x = y) ? a : b ; affecte y à x , et si cette valeur est non nulle, affecter a à z, sinon affecter b à z.	z = x = y ? a : b ; va être évaluée z = x = (y ? a : b) ; si y ≠ 0 affecter a à x et z, sinon affecter b à x et z.

Opérateur de conversion "cast " :

Pour deux entiers n et p avec n = 10 ; p = 3 ;

(double) (n/p) vaut 3.0

(double) n/p vaut 3.33

Opérateur Séquentiel :

i++ , j=i+k ; est équivalente à : i++ ; j=i+k ;

Opérateur sizeof : fournit la taille d'une variable, si z est de type double ;

sizeof(z) vaudra 8.

sizeof(int) vaut 2.

sizeof(long int) vaut 4.

Exemple : int n = 5 , p = 9 ; int q ; float x ;

q = n < p ;	1
q = n= =p ;	0
q = p%n + p>n ;	5 = 4 + 1
x = p / n ;	1
x = (float) p / n ;	1.8
x = (p+0.5) / n ;	1.9
x = (int)(p+0.5) / n ;	1
q = n * (p > n ? n : p)	25
q = n * (p < n ? n : p)	45

12- Priorité des Opérateurs :

Catégorie	Opérateurs	Associativité
Référence	**( ) [ ]**	→
Unaire	**+ - ++ -- ! ~ * & cast sizeof**	←
Arithmétique	*** / %**	→
Arithmétique	**+ -**	→
Décalage	**<< >>**	→
Relationnels	**< <= > >=**	→
Relationnels	**= = !=**	→
manip-bit	**&**	→
manip-bit	**^**	→
manip-bit	**|**	→
Logique	**&&**	→
Logique	**||**	→
Conditionnel	**? :**	→
Affectation	**= ;+= ;-= ; *= ; /= ; %= ;&= ;|= ;^= ;<<= ;>>=**	←
Séquentiel	**,**	→

Instructions de contrôle :

Instruction IF :

```
if (expression) instruction1 ;  else instruction2
        if (a<=b) printf(" inférieur   ");
        else printf(" superieur   ");
```

Instruction switch :

```
switch (expression)
{
case const1 :
        [suite instructions1]
case const2 :
        [suite instructions2]
case const_n :
        [suite instructions_n]
default : suite instructions
}
```

```
#include <stdio.h>
  main() {
  int n;
printf(" donnez un entier   ");
scanf("%d  ",&n);
switch (n)
{
case 0 : printf("nul \n") ; break ;
case 1 : printf("un \n") ; break ;
default : printf(" grand \n") ;
}
printf(" au revoir  ");  }
```

Instruction do …while

```
do  instructions;
while (expression) ;
 main() {
  int n;
do {
printf(" donnez un entier >0   ");
scanf("%d",&n);
printf(" vous avez fourni : %d\ n   ", n);
} while (n<=0) ;
printf(" réponse correcte    ");
 }
```

Instruction while :

```
while (expression)  instructions;

main() {
 int n , som = 0 ;
while (som<100)
{printf("donnez un nombre :");
scanf("%d",&n);
som+=n ;}
printf("Somme obtenue : %d ",som);
}
```

Instruction for :

```
fact=1;
for(i=1;i<=n;i++)
fact=fact*i;
printf(" Factoriel %d ",fact);
```

for([exp1] ;[exp2] ;[exp3]) instructions	⇔	exp1; while(exp2) { instructions; exp3; }

Instructions de branchement inconditionnel:

-1 Instruction break : interrompre déroulement d'une boucle

main()
{ int i ;
for(i=1;i<=10;i++)
{ printf("début tour %d \n",i);
printf("bonjour \n");
if (i= = 3) break;
printf("fin tour %d\n",i);
}
printf("après boucle"); }
	début tour 1
	bonjour
	fin tour 1
	début tour 2
	bonjour
	fin tour2
	début tour 3
	bonjour
	après boucle

-2 Instruction continue: permet de passer au tour suivant de la boucle

main()
{ int i ;
for(i=1;i<=4 ;i++)
{ printf("tour %d \n",i);
if (i < 3) continue;
printf(" bonjour \n");
} }
	tour 1
	tour 2
	tour 3
	bonjour
	tour 4
	bonjour

```
main()
{ int n ;
do {
   printf("donnez un nb>0 : ”);
  scanf("%d",&n);
   if (n < 0 ) { printf(" svp >0 :  \n ”);
                    continue;  }
  printf(" son carré est : %d \n ",n*n);}
  while (n) ;   }
```

```
donnez un nb >0 : 2
son carré est : 4
donnez un nb > 0 : -5
svp > 0
donnez un nb >0 : 0
son carré est : 0
```

-3 Instruction goto : permet le branchement en un emplacement quelconque

```
main()
{ int i ;
for(i=1;i<=10;i++)
{ printf(" tour %d \n”,i);
   printf("bonjour \n”);
if (i= = 3 ) goto sortie ;
  printf("fin tour %d\n”,i);
}
sortie : printf("après boucle"); }
```

```
tour 1
bonjour
fin tour 1
tour 2
bonjour
fin tour2
tour 3
bonjour
après boucle
```

VII- Les Fonctions :

Type de variables :

1. variable globale : accessible depuis n'importe quel endroit du source et même d'autres fichiers.
2. globale cachée(static) :accessible depuis n'importe quel endroit du source, mais pas d'autres fichiers.
3. locale à une fonction (main).
4. locale à un bloc.

Exemple1 : fonction sans argument et sans valeur :

```
main()
{
   optimist() ;
}

optimist()
  {
     printf(" il fait beau ");
  }
```

Exemple2 : fonction avec argument et sans valeur :

```
main()
        {    int a = 10, b = 20 ;
             ecris(a) ;
             ecris(b);
             ecris (a+b);
           }
ecris(int n)
  {
     printf(" valeur  :%d \n ",n);
  }
```

Exemple3 : fonction fournissant un résultat :

```
double som(double, double) ;  /*prototype*/
main()
{  double a,b,c,d,x,y ;
a = 1. ; b = 2. ;c = 3. ;d = 4. ;
x = som (a,b) + 5 ;
printf(" x = %e \n ",x);
y = 3 * som(c,d);
printf(" y = %e \n ",y);
}
```

```
double som(double u, double v)
{
   double s ;
   s = u + v ;
  return s;
}
```

```
x =  8.000000e+000
y =  2.100000e+001
```

- notion de prototype : déclaration entête d'une fonction.

double som(double, double) ;

- Le type void : sert à spécifier qu'une fonction ne retourne pas de résultat, et améliore la lisibilité.

ex : void optimist () ;

void ecris(int) ;

même si elle retourne une valeur, C ne fait pas de control.

Arguments transmis par valeurs :

```
echange(int a, int b)
{ int c ;
printf(" début echange : %d%d  \n",a,b);
c = a ;
a = b ;
b = c ;
printf(" fin echange : %d%d  \n ",a,b);
}
```

```
main()
{  int n = 10 , p = 20 ;
printf(" avant appel : %d%d  \n ",n,p);
echange(n,p) ;
printf(" après appel : %d%d  \n ",n,p);
}
```

avant appel : 10 20
début echange : 10 20
fin echange : 20 10
après appel : 10 20

Arguments transmis par adresses :

```
main()
{  void p(int x, int *y) ;
   int A = 0 ,B = 0;
    p(A,&B) ;
    printf("%d%d  \n ",A,B); }
void p(int x, int *y)
{ x= x + 1 ;
  *y = *y + 1 ;
printf("%d%d  \n ",x,*y);  }
```

Affichage de l'exécution :
1 1
0 1

A	B	Appel →	x	*y
0 **0**	0 **1**	retour ←	0 1 **1**	0 0 **1**

VIII Tableaux et Pointeurs :

1-Tableau à une dimension :

```
main() {  int i, som, nbm;
          float moy;
          int t[20];
          for (i=0;i<20;i++)
          { printf("donnez la note n° %d :", i+1);
          scanf("%d ",&t[i]);  }
          for (i=0;som=0;i<20;i++)
          som+=t[i];
          moy=som/20;
          printf("moyenne : %f  ",moy); }
```

```
//opérations possibles
    t[2] = 5 ;
    t[3]++;
    --t[i] ;
    t[q*p-2+j%i] = var ;
```

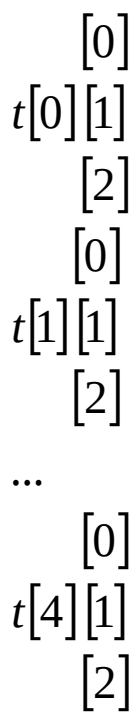
-Initialisation de tableau à une dimension :

```
int tab[5] = {10,20,5,0,3} ;
int tab[5] = {10,20} ; /* valeurs manquantes = 0 */
int tab[5] = {,,5,,3} ; // dépend du compilateur
int tab[ ] = {10,20,5,0,3} ;
```

1-Tableau à plusieurs dimensions :

int t [5][3] ;

son arrangement mémoire :



Dépassement d'indice :

t[0][5] → t[1][2]

Initialisation de tableau :

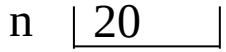
```
int tab[3][4]={{1,2,3,4},{5,6,7,8},
                {9,10,11,12}};

int tab[3][4]={1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12} ;
```

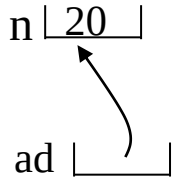
Notion de pointeurs (opérateurs * et &) :

int *ad ; /* réserve comme étant pointeur sur un entier */

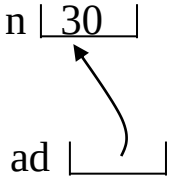
int n =20 ;



ad = &n;



*ad = 30 ;



Exemple : int *ad1,*ad2 ; int n = 10 , p = 20 ;

ad1 = &n ;

ad2 = &p ;

*ad1 = *ad2 + 2 ; ⇔ n = p + 2 ;

*ad1 += 3 ; ⇔ n = n + 3 ;

(*ad1)++ ; ⇔ n++ ;

si ad est un pointeur : ad ou *ad ont un sens (lvalue) , par contre &ad n'a pas de sens (&2 adresse fixe).

Utilisation des pointeurs en argument de fonction :

```
main( )
{  int a = 10, b = 20 ;
printf(" avant appel %d %d \n ",a,b);
echange(&a,&b) ;
printf(" après appel %d %d \n ",a,b);
}
```

```
echange(int *ad1, int *ad2)
  {   int x ;
      x = *ad1 ;
      *ad1 = *ad2 ;
      *ad2 = x ;  }
```

avant appel 10 20

après appel   20 10

pointeurs dans les tableaux :

```
 int t[10] ;
```

alors les notations suivantes sont équivalentes :

t ⇔ &t[0]

t+1 ⇔ &t[1]

t+i ⇔ &t[i]

t[i] ⇔ *(t+i)

pour int t[3][4];

t[0] ⇔ t[0][0];

t[1] ⇔ t[1][0];

fonction qui calcule la somme des éléments d'un tableau de taille quelconque

```
int som(int t[ ], int nb) ;
  {   int i, s = 0;
      for (i =0 ; i < nb ; i++)
       s+=t[i];
       return s ;    }
```

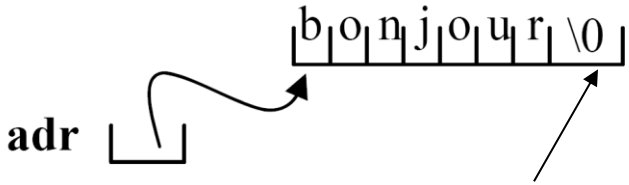
appel de cette fonction se fait :

```
int t1[30], t2[15] ;
s1 = som (t1,30) ;
s2 = som (t2,15) ;
```

XI. LES CHAINES DE CARACTERES(C ne dispose de string) :

1. Constantes chaîne de caractères :

```
main ()
{    char  *adr ;
adr = "bonjour" ;
     do   printf ("%c ",*adr) ;
     while (*adr++) ;   }
```



Octet nul:
caractère de fin

2. Initialisation tableaux caractères :

```
char    ch[20] ;
ch= "bonjour" ; n'est pas correct
Par contre : char ch[20] ={'b','o','h','j','0','4','5','\0'}
```

3. Tableaux de pointeurs sur chaînes :

```
main () { int i ;
char  *jour[7]= { "lundi","mardi",…."dimanche"} ;
printf ("donnez un entier entre 1 et 7"} ;
scanf ("%d",&i) ;
printf ("le jour numéro %d de la semaine est %s",i,jour [i-1]) ; }
     donnez un entier entre 1 et 7 :3
     le jour numero 3 de la semaine est mercredi
```

4. Fonctions gets, puts et le code format %s :

```
main( ) {
char nom[20], prénom [20], ville[25] ;
printf ("quelle est votre ville : ") ;
gets(ville) ;
printf ("donnez votre nom et prénom : ") ;
scanf ("%s%s", nom ,prénom) ;
printf ("bonjour cher %s%s qui habite à ", prénom, nom) ;
puts(ville) ;
}
```

Quelle est votre ville: paris

Donnez votre nom et prénom: dupont yves

Bonjour cher yves dupont qui habite paris

- **Fonctions strlen**(chaine) retourne la longueur(lenght) d'une chaîne.

Remarques :

- printf,scanf:permettent de lire et afficher plusieurs infos de type quelconques.
- gets, puts : ne traitent qu'une chaîne à la fois.
- %s délimiteurs classiques:espace, tabulation et fin de ligne, càd, scanf interdit lecture d'une chaîne contenant un espace, avec gets : seul fin ligne délimiteur.
- Les identificateurs de scanf et gets ne doivent être précèdés de l'opérateur & (puisqu'ils représentent déjà des adresses).
- Puts réalise un changement de ligne à la fin de l'affichage ce qui n'est pas le cas de printf (%s).

5. Fonctions de concaténation de chaînes : (prototypes dans string.h)

strcat(but, source) : recopie la seconde à la suite de la première chaîne.

```
main( ) {
 char ch1[50]= "bonjour" ;
char * ch2= "monsieur" ;
printf ("avant : %s\n",ch1) ;
strcat (ch1,ch2) ;
printf ("après :%s",ch1) ; }
```

avant : bonjour
après : bonjourmonsieur

strncat(but,source,lgmax) contrôle sur nombre de caractères qui seront concatènés.

```
char ch1[50]= "bonjour" ;
char *ch2="monsieur" ;
printf ("avant : %s\n",ch1) ;
strncat (ch1,ch2,6) ;
printf ("après : %s",ch1) ;
```

avant : bonjour
après : bonjourmonsie

6. Fonctions de comparaisons : (prototype dans string. h)

strcmp (chaine1, chaine2) : Compare chaine1 et chaine2 et retourne une valeur entière :

- Positive si chaine1>chaine2
- Nulle si chaine1= chaine 2 (même suite de caractères)
- Négative si chaine1 < chaine 2

Exemple :

strcmp ("bonjour","monsieur") negative

strcmp ("paris2", "paris10") positive

strncmp (chaine1,chaine2, lgmax) : limite la comparaison au nombre de caractère indiqué par l'entier lgmax

Exemple :

strncmp("bonjour","bon",4) positive

strncmp("bonjour","bon",2) nulle

7. Fonctions de copie de chaîne : (prototype dans string.h)

strcpy(destin,source) : Recopie source dans destin, il est nécessaire que la taille soit suffisante pour accueillir la chaîne à recopier.

strncpy (destin, source, lgmax) : Limite la recopie au nombre de caractère précisé :

si lg(source) < lgmax alors caractère '\0' sera copié sinon le caractère '\0' ne sera pas copié.

Exemple :

```
main() {
char ch1[20]="xxxxxxxxxxxxxxxxxxx";
char ch2[20];
printf("donnez un mot : ");
gets(ch2);
strncpy(ch1,ch2,6);
printf(" %s",ch1);
}
```

```
donnez un mot : bon
bon
donnez un mot :bonjour
bonjouxxxxxxxxxxxxx
```

8. fonction de rechercher dans une chaîne (string.h):

strchr (chaîne, caractère) : recherche la première position du caractère dans la chaîne retourne l'adresse en cas succès ou pointeur nul sinon.

strrchr (chaîne, caractère) : même chose mais en explorant la chaîne à partir de la fin.

strstr (chaîne,sous-chaine) : recherche première occurrence de sous chaîne.

strpbrk (ch1,ch2) : recherche dans ch1 la première occurrence d'un char quelconque de ch2.

9. fonctions de conversion : (prototype dans stdlib.h) :

Chaîne $\Rightarrow$ valeur numérique : il existe trois fonctions permettent de convertir une chaîne en une valeur numérique (int, long,double)

atoi (chaîne): fournit résultat de type int.

atol (chaîne): fournit résultat de type long.

atof (chaîne): fournit résultat de type double.

Valeur numérique $\Rightarrow$ chaîne :

itoa (entier, chaîne, base) pour entier int

ltoa (entier, chaîne, base) pour entier long

ltoa (entier, chaine,base) pour entier unsigned long

Exemple :

```
#include<stdio.h>
#include<string.h>
#define c 'e'
#define sch "re"
#define voy "aeiou"
main( ) {
char mot[40];
printf("donnez un mot : ");
gets(mot);
printf(" premiere occurence de %c en %s \n",c,strchr(mot,c));
printf(" derniere occurence de %c en %s \n",c,strrchr(mot,c));
printf(" premiere occurence de %s en %s
\n",sch,strstr(mot,sch));
printf(" premiere occurence de l'une des lettres %s en
%s\n",voy,strpbrk(mot,voy)); }
```

```
donnez un mot : correspondances
 premiere occurence de e en espondances
 derniere occurence de e en es
 premiere occurence de re en respondances
 premiere occurence de l'une des lettres aeiou en orrespondances
```

```
donnez un mot : bonjour
 premiere occurence de e en (null)
 derniere occurence de e en (null)
 premiere occurence de re en (null)
 premiere occurence de l'une des lettres aeiou en onjour
```

Exemple 1:

```
#include <stdlib.h>
main() { char ch[40] ;
int n;
do { printf ("donnez une chaine: ") ;
gets (ch);
printf ("val int : %d\n",n=atoi(ch));
printf("val double :%e\n",atof(ch)); }
while (n); }
```

```
donnez une chaine :123
val int 123
val double 1.230000e+002
donnez une chaine : -123.45
val int -123
val double -1.234500e+002
donnez une chaine : bof
val int 0
val double 0.000000e+000
```

Exemple 2 :

```
#include <stdlib.h>
main()  {
char ch[50];
int n,b;
do {
printf("donnez un nbre et une base: ");
scanf("%d%d",&n,&b) ;
printf("%s\n" , itoa(n,ch,b)); }
while (n); }
```

```
donnez un nbre et base : -123   10
-123
donnez un nbre et base : 200   16
C8
donnez un nbre et base : 35  36
z
donnez un nbre et base : 0  0
```

XII. LES STRUCTURES :

1. structures (déclarations) :

```
struct enreg
{  int numero ;
    int qte ;
   float prix ;
} ; struct enreg art1,art2 ;
```

2. déclaration de variables :

```
ou struct enreg   {
                    int numero ;
                     int qte ;
                     float prix ;
                   } art1,art2 ;
```

3. utilisation des champs d'une structure :

```
art1.numero=15 ;
printf ("%e",art1.prix) ;
scanf("%e,&art2.prix) ;
art1.numero++ ;                    /* .  plus prioritaire que ++ et autre */
art1=art2 ;
struct enreg art1= { 15,285,253.75}  initialisation
```

Initialisation statique sont par défaut à zéro, automatique ne sont pas initialisées donc aléatoire.

4. déclaration de types synonymes: **typedef**

Déclaration: typedef int entier ;

int n,p ; ⇔ entier n,p;

typedef int* ptr ;

int *p1,*p2 ; ⇔ ptr p1,p2;

typedef int vecteur [3]:

int v[3],w[3]; ⇔ vecteur v,w;

Application aux structures :

```
struct enreg {
        int numéro ;
        int qte ;
        float prix ; }
typedef struct  enreg s_enreg ;
s_enreg art1,art2 ;   ou bien
typedef struct {
        int numero;
        int qte ;
        float prix ; } s_enreg ;   s_enreg art1,art2 ;
```

5. Exemple de structures :

```
struct personne { char nom[30] ; char prenom[20] ;
                                  float heures[31] ; }  employe ,courant ;
employe.heure[4] : 5eme élément tableau heure
employe.nom [0] : premier caractère champ nom
&courant.heure[4] : @ 5eme élément tableau heure
courant.nom : @ tableau nom
struct point { char nom ;
                          int x,y ; } ;
struct point  coubre[50] ;
courbe[i].nom=…;
courbe[4].x=…;
struct date { int jour,mois,année ;} ;
struct personne { char nom [30] ;char prenom [20] ;
                            struct date. date_embauche ;
                            struct date. date_poste ; } employe,courrant ;
employe.date_embauche.année=1998 ;
courant.date_embauche= employe.date_poste ;
```

6. structure transmise en argument de fonction :

transmise par valeur :

```
struct enreg { int a ; float b ;};
main() {
struct enreg x;
void fct (struct enreg y);
x.a=1 ;x.b=12.5 ;
printf ("\n avant appel :%d%e", x.a, x.b) ;
fct(x) ;
printf ("\n apres appel : %d %e", x.a, x.b) ; }
void fct (struct enreg s)
{ s.a=0 ; s.b =1 ;
printf ("\n dans fct :%d%e",s.a, s.b) ;  }
```

```
avant appel : 1     1.25000e+01
dans fct :       0    1.00000e+00
après appel : 1     1.25000e+00
```

transmise par adresse :

```
struct enreg { int a ; floatb ;} ;
main ()
struct enreg *x;
void fct (struct enreg *)
x.a=1 ; x.b=12.5;
printf ("\n avant appel : %d%e", x.a, x.b) ;
fct (&x) ;
printf ("\n apres appel: %d%e" , x.a, x.b) ;}
void fct (struct enreg *s)
{ s->a =0; s->b=1;
printf ("\n dans fct : %d%e", s->a, s->b);}
```

```
avant appel : 1   1.25000e+01
dans fct :       0   1.00000e00
apres appel : 0   1.00000e+00
```

XIII. La gestion dynamique :

Allocation de mémoire **statique** int monNombre = 0;	Allocation de mémoire **dynamique**
Une fois la mémoire allouée, elle est fixée.	Une fois allouée, la mémoire peut être modifiée.
Il n'est pas possible de redimensionner après l'allocation initiale.	la mémoire peut être réduite ou agrandie en conséquence.
Impossible de réutiliser la mémoire inutilisée.	Permet de réutiliser la mémoire. On peut allouer plus de mémoire si nécessaire. Il peut libérer la mémoire si nécessaire.
L'allocation est faite **avant** l'exécution du programme	L'allocation est faite **pendant** l'exécution du programme

Outils de base de la gestion dynamique: **malloc** & **free** (stdlib.h et alloc.h):

Exemple :

```
# include <stdlib.h>
…….
char * adr;
…….
adr = malloc(50);
……
for (i=0;i<50;i++)
*(adr+i) = 'x';
```

```
float *pi ;
pi=(float*)malloc (size of (float));
*pi= 3.14;
……..
 free (pi);
```

Rq: ne plus appeler pi après free

–malloc (50) alloue un emplacement de 50 octets

–la fct malloc() peut échouer , s'il n y plus de mémoire disponible , elle renvoie la valeur 0 qui se note null.

–float * pi =(float*)malloc(sizeof(float));

if (pi==NULL) { printf ("échec de malloc : plus de mémoire !\n") ;

else { *pi=3.14 ; …….;free(p)} ;

pointeur & tableaux : on peut créer un tableau avec malloc() :

```
foat *t = (float*)malloc(10*sizeof (foat)) ;
if (t!=null) { int i;
for (i=0; i<10; i++);
t[i]=I;
free(t);
……..
float * p =t; /* pointeur sur élément du tableau */
int i ;
for ( i=0, i<10,i++)
{ *p=i;
   p=p+1;}
 free(t) ;}
……...
 char *pcar.
 pcar=(char*)malloc(10*sizeof(char));
```

```
float *t;
t=(float*)malloc(10*sizeof(float));
```