Institut National des sciences Appliquées et des Technologies

Algorithmique et Structures de Données 1
Niveau MPI

Année universitaire
2019-2020

Dr. Aymen Sellaouti
Dr. Majdi JRIBI

Chapitre 4
Fonctions et procédures

Plan

Plan

Sous-programmes - Décomposer pour résoudre

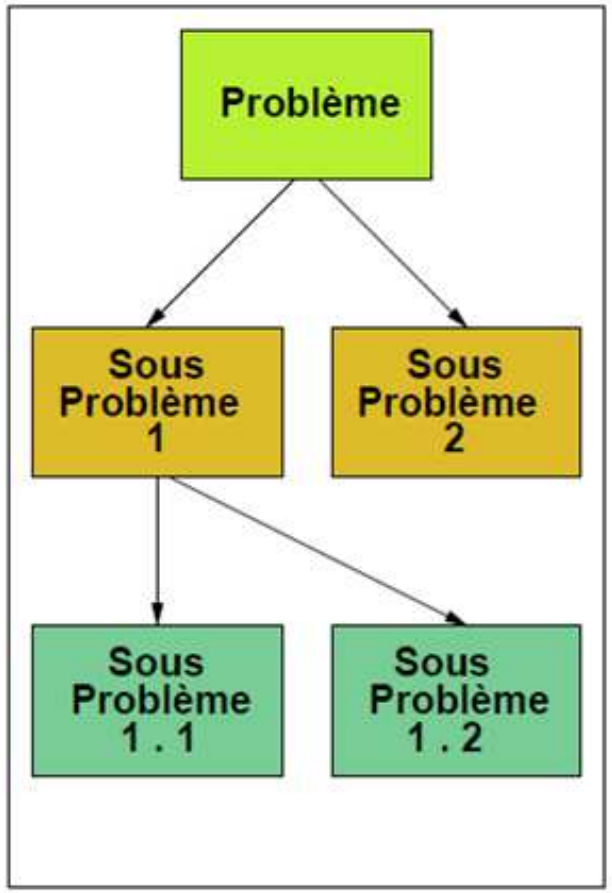
Analyse descendante

Approche incrémentale consistant à analyser la spécification d'un problème selon son arborescence

Décomposition / combinaison

à chaque niveau de l'arborescence :

- Décomposer le problème en un certain nombre de sous-problèmes qu'on supposera résolus
- Combiner les solutions des sous-problèmes pour résoudre le problème courant
- Résoudre les sous-problèmes par la même approche



Sous-programmes - Décomposer pour résoudre

- Par exemple, pour résoudre le problème suivant :

  Ecrire un programme qui affiche les nombres parfaits compris entre 0 et une valeur n saisie par l'utilisateur.

  ex: 28=1+2+4+7+14.

Cela revient à résoudre :

1. Demander à l'utilisateur de saisir un entier n
2. Savoir si un nombre donné est parfait
   - 2. 1. Savoir si un nombre est diviseur d'un autre nombre
   - 2. 2. Calculer la somme des diviseurs d'un nombre
3. Afficher les nombres parfaits entre 0 et n

Sous-programmes - Décomposer pour résoudre

- Chacun de ces sous-problèmes devient un nouveau problème à résoudre.
- Si on considère que l'on sait résoudre ces sous-problèmes, alors on sait "quasiment" résoudre le problème initial.
- **Donc écrire un programme qui résout un problème revient toujours à écrire des sous-programmes qui résolvent des sous parties du problème initial.**

- En algorithmique il existe deux types de sous-programmes :
  - **Les fonctions**
  - **Les procédures**

- Un sous-programme est obligatoirement caractérisé par un nom (identifiant) unique
- Le programme qui utilise un sous-programme est appelé **le programme appelant.**

Sous-programmes - Décomposer pour résoudre

❑ **Une fonction rend un et un seul résultat**

❑**Une procédure rend zéro ou plusieurs résultat**

Plan

Les fonctions – Déclaration d'une fonction

Fonction *NomDeLaFonction* **(***paramètres et leurs types***) : *type_valeur_retour_fonction***

Var *variable locale 1 : type 1; . . .*

début

instructions de la fonction

Retourner *expression*

FinFonction

Les fonctions – Déclaration d'une fonction

- **type_valeur_retour_fonction** est le type du résultat renvoyé par la fonction

- **liste de paramètres** est la liste des paramètres formels donnés en entrée avec leurs types de la forme p_1: *type_1*, . . . , p_n: *type_n*,

- Le corps de la fonction doit comporter une instruction de la forme :

  retourner(*expression*);

  cette instruction met fin à l'exécution de la fonction et retourne *expression* comme résultat

Les fonctions – Exemple 1

Écrire une fonction qui renvoie la moyenne de deux entier.

```
Fonction Moyenne(A : entier, B : entier) : réel
Var : Moy : réel
   Moy ← (A + B) / 2
   Retourner  Moy
FinFonction
```

Les fonctions – Exemple 2

Écrire une fonction qui renvoie la factorielle d'un entier.

```
Fonction Factorielle(N : entier) : entier
Var : Fact, i : entier
   Fact ← 1
   Pour i ← 2 à N Faire
      Fact ← Fact * i
   Fin Pour
 Retourner   Fact
FinFonction
```

Les fonctions – Exemple 3

Écrire une fonction qui renvoie le maximum de deux réels.

```
Fonction Maximum(A : réel, B : réel) : réel
   Si (A ≥ B) Alors
     Retourner    A
   Sinon
     Retourner    B
   Fin Si
FinFonction
```

Les fonctions – Appel d'une fonction

- L'**appel** d'une fonction se fait par simple écriture de son nom dans le programme principal suivi des paramètres entre parenthèses (les parenthèses sont toujours présentées même lorsqu'il n'y a pas de paramètre).

NomDeLaFonction(<liste de paramètres)

- **liste de paramètres** est la liste des **paramètres effectifs** de la forme $q\_1,.\ .,\ q\_n$, avec q_i un paramètre de type *type* p_i
- L'appel de la fonction retourne une valeur calculée en fonction des paramètres effectifs
- La liste des paramètres effectifs doit être **compatible** avec la liste des paramètres formels de la déclaration de la fonction
- Lors de l'appel, chacun des paramètres formels **est remplacé** par le paramètre effectif

Les fonctions – Appel d'une fonction

- L'appel d'une fonction se fait par simple écriture de son nom dans le programme principale. Le résultat étant une valeur, devra être affecté ou être utilisé dans une expression

Exemple:

```
Fonction Pair (n : entier ) : booléen
    Debut
      retourner (n%2=0)
    FinFonction

Algorithme AppelFonction
  Var:  c : réel, b : booléen
  Début
    b ← Pair(3)
    …..
  Fin
```

- Lors de l'appel Pair(3), le paramètre formel n est remplacé par le paramètre effectif 3

Les fonctions – Appel d'une fonction


```
fonction minimum2 (a,b : Entier) : Entier
debut
    si a ≥ b alors
        retourner b
    sinon
        retourner a
    finsi
finFonction
fonction minimum3 (a,b,c : Entier) : Entier
debut
    retourner minimum2(a,minimum2(b,c))
finFonction
```

Plan

Les procédures – Déclaration

- Une procédure est un sous-programme semblable à une fonction mais qui ne retourne rien.

- Une procédure s'écrit en dehors du programme principal sous la forme :

  Procédure *NomDeLaProcédure* **(***paramètres et leurs types***)**

  Var *variable locale 1 : type 1; . . .*

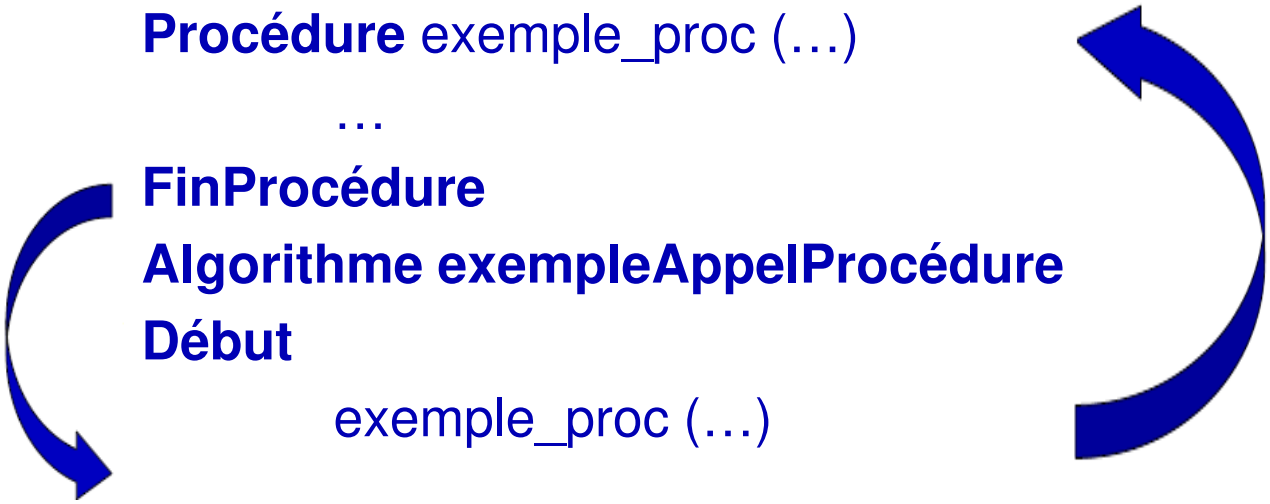
  début
  instructions de la procédure

  FinProcédure

- Remarque : une procédure peut ne pas avoir de paramètres.

Les procédures – Appel

- L'appel d'une procédure, se fait dans le programme principal ou dans une autre procédure par une instruction indiquant le nom de la procédure :



- Remarque : contrairement à l'appel d'une fonction, **on ne peut pas affecter la procédure appelée ou l'utiliser dans une expression**.

Plan

Portée d'une variable

❖ La **portée d'une variable**: **l'ensemble des sous-programmes où cette variable** est connue (les instructions de ces sous-programmes peuvent utiliser cette variable)

❖ Une variable définie au niveau du programme principal (celui qui résout le problème initial) est appelée **variable globale**

❖ Sa portée est totale : **tout sous-programme du programme principal peut utiliser cette variable**

❖ Une variable définie au sein d'un sous programme est appelée **variable locale**

❖ La portée d'une variable locale est uniquement le sous-programme qui la déclare. Lorsque le nom d'une variable locale est identique à une variable globale, la variable globale est localement masquée : Dans ce sous-programme la variable globale devient **inaccessible**

Plan

Paramètres formels/effectifs

- Les paramètres servent à échanger des données entre le programme principale (ou le sous-programme appelant) et le sous-programme appelé.
- Les paramètres placés dans la déclaration d'un sous-programme sont appelés paramètres formels. Ces paramètres peuvent prendre toutes les valeurs possibles mais ils sont abstraits (n'existent pas réellement)
- Les paramètres placés dans l'appel d'un sous-programme sont appelés paramètres effectifs. ils contiennent les valeurs pour effectuer le traitement
- Le nombre de paramètres effectifs doit être égal au nombre de paramètres formels. L'ordre et le type des paramètres doivent correspondre.

Plan

Transmission de paramètres

- Il existe deux modes de transmission de paramètres dans les langages de programmation :

La transmission par valeur : les valeurs des paramètres effectifs sont affectées aux paramètres formels correspondants au moment de l'appel de la procédure. Dans ce mode le paramètre effectif ne subit aucune modification

La transmission par adresse (ou par référence) : les adresses des paramètres effectifs sont transmises à la procédure appelante. Dans ce mode, le paramètre effectif subit les mêmes modifications que le paramètre formel lors de l'exécution de la procédure

Remarque : le paramètre effectif doit être une variable (et non une valeur) lorsqu'il s'agit d'une transmission par adresse

Passage d'arguments dans une fonction

Passage des paramètres par valeur (en Entrée)

- Les paramètres formels sont initialisés par une copie des valeurs des paramètres effectifs

- Modifier la valeur des paramètres formels dans le corps de la fonction ne change pas la valeur des paramètres effectifs

Passage d'arguments dans une fonction


```
Algorithme exemple1
Var  a,b : Entier

Fonction abs (unEntier : Entier) : Entier
Var ValeurAbsolue: Entier
Debut
Si(unEntier>=0) alors
ValeurAbsolue← unEntier
Sinon
ValeurAbsolue← - unEntier
Finsi
Retourner (ValeurAbsolue)
FinFonction

début
      écrire("Entrez un entier:")
      lire(a)
      B←abs(a)
      écrire("la valeur absolue de",a," est ",b)
Fin
```

Lors de l'exécution de la fonction *abs*, la variable *a* et le paramètre *unEntier* sont associés par un passage de paramètre en entrée : La valeur de *a* est copiée dans *unEntier*

Passage d'arguments dans une procédure

- Les procédures sont des sous-programmes qui ne retournent **aucun** résultat.

- Par contre elles admettent des paramètres avec des passages:
  - En entrée, préfixés par **Entrée** (ou **E**)
  - En sortie préfixés par **Sortie** (ou **S**)
  - En entrée/sortie, préfixés par **Entrée/Sortie** (ou **E/S**)

- Les paramètres en Entrée sont considérés aussi comme paramètres passés par valeur.
- Les paramètre en sortie ou en Entrée/ sortie sont considéré aussi comme paramètres passés par adresse ou par référence.

Déclaration d'une procédure

- On déclare une procédure de la façon suivante :

Procédure *NomDeLaProcédure* **(** **E** *paramètre(s) en entrée;* **S** *paramètre(s) en sortie;* **E/S** *paramètre(s) en entrée/sortie* **)**
Var *variable(s) locale(s)*
début
instructions de la procédure
FinProcédure

- Et on appelle une procédure comme une fonction, en indiquant son nom suivi des paramètres entre parenthèses

Procédures – Exemple 1


```
Algorithme exemple
Var  entier1,entier2,entier3,min,max : Entier
Fonction minimum2 (a,b : Entier) : Entier
. . .
Fonction minimum3 (a,b,c : Entier) : Entier
. . .
Procédure calculerMinMax3 ( E a,b,c : Entier ; S min3,max3 : Entier )
Début
        min3← minimum3(a,b,c)
        max3 ←maximum3(a,b,c)
Fin
début
    écrire("Entrez trois entiers :")
    lire(entier1) ;
    lire(entier2) ;
    lire(entier3)
     calculerMinMax3(entier1,entier2,entier3,min,max)
     écrire("la valeur la plus petite est ",min," et la plus grande est ",max)
Fin
```

Procédures – Exemple 2


```
Algorithme exemple2
Var  a,b : entier

Procédure echanger (E/S val1: entier , E/S val2: entier )
Var temp: entier
Début
temp← val1
val1← val2
val2← temp
FinProcédure

début
      écrire("Entrez deux entiers :")
      lire(a,b)

      echanger(a,b)

       écrire(« a= ",a," et b= ",b)
Fin
```

Lors de l'exécution de la procédure *echanger*, la variable *a* et le paramètre *val1* sont associés par un passage de paramètre en entrée/sortie : Toute modification sur val1 est effectuée sur a (de même pour b et val2)

Plan

Structure d'un programme en C

✓ La décomposition d'un programme en sous programmes permet d'avoir des programmes plus lisibles, plus faciles à mettre à jour et plus simples à développer puisqu'on ne s'intéresse qu'à une seule tâche à la fois.

✓ Un programme en C est une collection de fonctions. L'une des fonctions doit s'appeler **main**. L'exécution d'un programme C correspond à l'exécution de la fonction **main**. Les autres fonctions sont exécutées si elles sont appelées dans la fonction **main**.

✓ **Il n'y a pas de procédure en C**. Pour traduire une procédure, on crée une fonction qui ne retourne pas de valeur, on utilise alors le type **void** comme type de retour.

Déclaration d'une fonction

- ***typeRetour*** **NomFonction (*type1* *arg1*, *type2* *arg2* …*typeN* *argN*)**

```
// paramètres formels arg1, arg2, …,argN
{
   // variables locales
   instructions ;
   return val;
}
```

- . **L'entête de la fonction comprend :**
  1. *typeRetour* : le type du résultat retourné, une fonction qui ne retourne rien est de type void.
  2. Le nom de la fonction.
  3. La liste de ses paramètres : arguments de la fonction. Cette liste peut être vide.
- **Le corps :** contient des déclarations de variables, des instructions C (conditions, boucles ...). L'instruction return permet de retourner le résultat de la fonction au programme qui l'a appelée

Déclaration d'une fonction


```
/* la fonction surface délivre un int,
   ses paramètres formels sont l'int largeur et l'int longueur */
int surface(int largeur, int longueur)
{
   int res;          /* déclaration des variables locales */
   res=largeur*longueur;
   return res;       /* retourne à l'appelant en délivrant res */
}
```

Appel des fonctions

Appel d'une fonction : Variable = Nom_fonction(arg1, arg2, …, argN);
Appel d'une procédure : Nom_procedure(arg1, arg2, …, argN);

```
#include <stdio.h>

int surface(int largeur , int longueur)
{
    int res;
    res=largeur*longueur;
    return res;
}

void main()
{
    int l,L,surf;
    printf("\n Entrer la largeur:"); scanf("%d", &l);
    printf("\n Entrer la longueur:"); scanf("%d", &L);
    surf=surface(l,L);    // appel de la fonction surface
    printf("\n Surface = %d\n",surf);
}
```

Appel des fonctions

Si la fonction est écrite **après** la fonction main, il faut donner son prototype (en-tête) avant cette dernière :

```
#include <stdio.h>
int surface(int largeur, int longueur);
void message();

void main()
{
   int l,L,surf;
   message(); scanf("%d", &l);
   message(); scanf("%d", &L);
   surf=surface(l,L);      /*appel avant déclaration de la fonction surface*/
   printf("\n Surface = %d\n",surf);
}

int surface(int largeur, int longueur)
{
   return largeur*longueur;
}
void message() { printf(" \n Saisir une valeur:");}
```

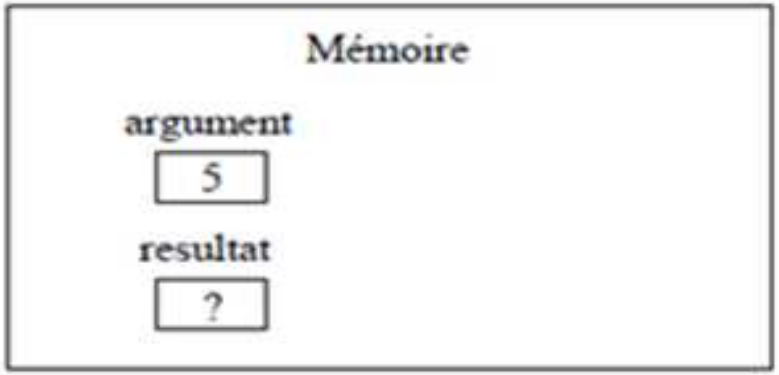
// Prototype

Appel des fonctions

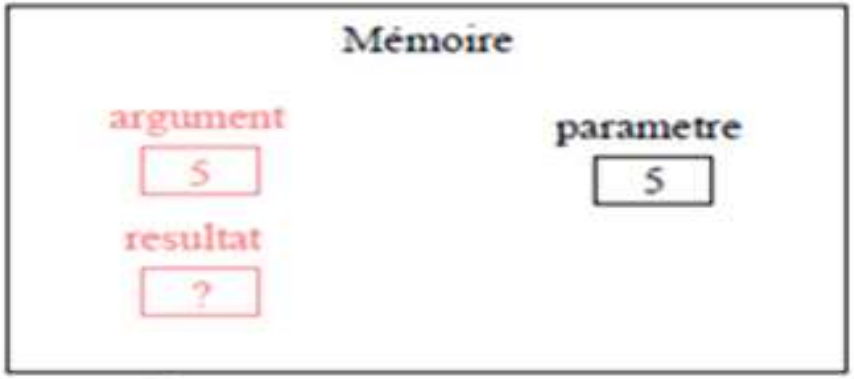

```
#include<stdio.h> /*inclusion d'un fichier permettant l'utilisation*/
                                    /* de fonctions déjà codées */


int AuCarre(int) ;              /* prototypage de notre fonction AuCarre */

int main()
{                                                  /* l'exécution commence ici */
  int resultat ;                          /* déclaration de variables locales */
  int valeur = 5 ;

  resultat = AuCarre(valeur) ;                              /*Appel de AuCarre*/
  printf("resultat = %d \n",resultat) ;     /*Appel fonction bibliothèque*/
}

int AuCarre(int parametre)                  /* code de la fonction AuCarre*/
{
  return parametre*parametre;
}
```

Que se passe t-il en mémoire?

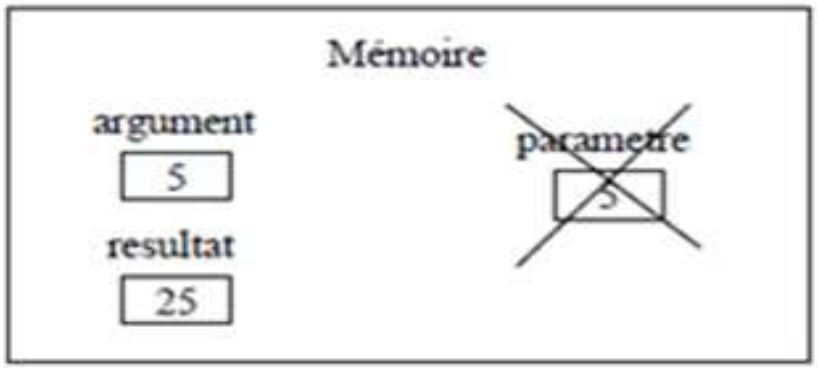

```
1       int AuCarre(int);
2
3       int main()
4       {
5         int resultat;
6         int argument = 5;
7
8         resultat = AuCarre(argument);
9       }
10
11      int AuCarre(int parametre)
12      {
13        return (parametre*parametre);
14      }
```



État de la mémoire à la ligne 7 de l'exécution



État de la mémoire à la ligne 12



État de la mémoire à la ligne 9

Fonctions – Factorielle d'un entier

Déclaration:

```
int Fact(int n)
{
     int i, f ;
    for(i=1 , f=1 ; i<=n ; i ++)
     f=f* i ;
    return (f );
}
```

Appel de cette fonction :

```
void main( )
{
   int  x = Fact(4) ;
   int  y = Fact(3) + Fact(2) ;
   printf("%d", Fact(5)) ;
}
```

Fonctions – Maximum de deux entiers


```
int max(int x, int y)
{
   int m ;
   if (x > y)
            m = x ;
  else
            m = y ;
  return (m) ;
}
```

```
int max(int x, int y)
{
   if (x > y)
       return (x) ;
  else
       return (y) ;
}
//sans aucune variable intermédiaire
```

```
void main( )
{
   int a ;
   a = Max(4, 5) ;
   printf("%d", a);                          // a = 5
   a = Max(a, 10) ;
   printf("%d", a);                          // a = 10
   a = Max(a, Max(a, 5)) ;
   printf("%d", a);                          // a = 10
 }
```

Fonctions – Passage de paramètres par valeur

main()

int x = Fact(4) ;

x = 24

Appel

Retour

fact()

n = 4

Exécution

f= 24

return(24)

Lors de l'appel, il y a copie des valeurs des paramètres effectifs dans les paramètres formels. ➔ **Passage des paramètres par valeur.**

fact(4) ➔ Paramètre **effectif (appel de la fonction)**

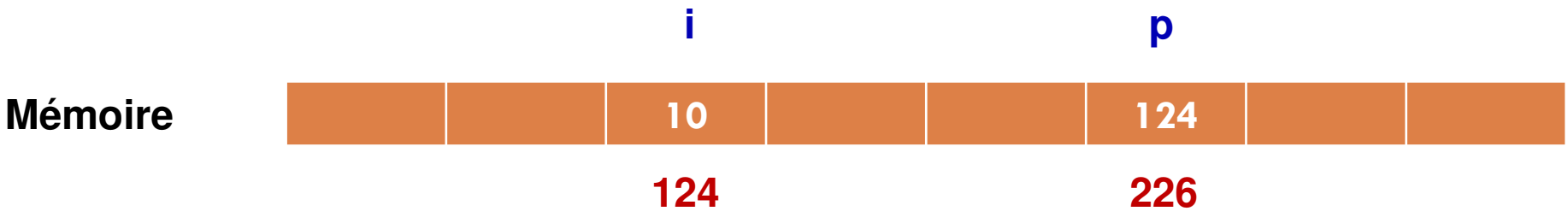
int fact(int n) ➔ Paramètre **formel (Déclaration de la fonction)**

Passage de paramètres par adresse: Les pointeurs

Définition :

- ✓ Un pointeur est une variable qui permet de stocker une adresse
- ✓ Lorsque , l'on déclare une variable, par exemple un entier i, l'ordinateur réserve un espace mémoire pour y stocker la valeur de i
- ✓ L'emplacement de cet espace dans la mémoire est nommé adresse

Par exemple si on déclare une variable de type entier (initialisée a 10) et que l'on déclare un pointeur p dans lequel on range l'adresse de i (on dit que p pointe sur i), on a le schéma suivant :



Les pointeurs

- On déclare une variable de type pointeur en préfixant le nom de la variable par le caractère * .

Type *p;

-

p: p est un pointeur sur une variable de type Type. C'est une adresse

*p: permet d'accéder à la valeur de la variable pointée.

Exemple 1:

On veut déclarer un pointeur p qui va contenir l'adresse d'un entier

int *p ; // cette déclaration signifie que p va contenir l'adresse d'un entier

int A = 20 ;

p = &A ; p contient l'adresse mémoire de la variable A.

***p** : le contenu de la case mémoire pointée par p (contenu de la variable A).

donc ***p est égal à A**

Les pointeurs

Exemple 2 :

```
int *p ;
int x = 5 ;
int y ;
p = &x ;
y = *p + 1 ;                    // ➔ y = x + 1 ⇔ y = 6
*p = *p + 10 ;                  // ➔ x = x + 10 ⇔ x = 15
*p +=2                          // ➔ x = x + 2 ⇔ x = 17
(*p)++ ;            // ➔ x++ ⇔ x = 18
```

Si on a :

```
int *p ;
int A =&p ;
```

Alors p contient l'adresse mémoire de l'entier A ;
*p est un entier ➔ *p est égal à A

Les pointeurs

Exemple 3 :

La taille d'un entier en octets: 4

```
int i =3;
int *p ;
p = &i;
```

Variable	Adresse	Valeur
i	4830000	3
p	4830004	4830000
*p	4830000	3

Les pointeurs

Exercice :

Considérons les variables suivantes :

```
int A = 1 ;
int B = 2 ;
int C = 3 ;
int *p1 ;
int *p2 ;
```

Le tableau suivant contient l'effet de chaque commande sur les variables.

Les pointeurs

	A	B	C	p1	p2
p1 = &A ;	1	2	3	&A	-
p2 = &C ;	1	2	3	&A	&C
*p1 **=** **(***p2)++ ;	4	2	3	&A	&C
p1 = p2 ;	4	2	3	&C	&C
p2 = &B ;	4	2	3	&C	&B
*p1 -= *p2 ≅ (*p1=*p1-*p2);	4	2	1	&C	&B
(*p2)++ ;	4	3	1	&C	&B
(*p1) *= (*p2) ≅ (*p1=*p1 * *p2);	4	3	3	&C	&B
p1 = &A ;	4	3	3	&A	&B

Arithmétique des pointeurs

- La valeur d'un pointeur est un entier.
- On peut appliquer à un pointeur quelques opérations arithmétiques :
  - Addition d'un entier a un pointeur.
  - Soustraction d'un entier a pointeur.
  - Différence entre deux pointeurs (de même type).

- Soit i un entier et p un pointeur sur un élément de type Type ,

L'expression p'=p+i (resp. p= p – i) désigne un pointeur sur un élément de type Type ,
la valeur de p' est égale a la valeur de p incrémenté (resp. décrémenté) de i ∗ sizeof(Type).

Arithmétique des pointeurs


```
main()
{
int i=5;
int * p1;
int * p2;
p1=&i+2;
p2=p1-2;
}
```

Si &i = 4830000 alors :

Variable	Adresse	Valeur
i	4830000	5
p1	4830004	4830008
p2	4830008	4830000

Initialisation des pointeurs

❑ Par défaut, lorsque l'on declare un pointeur, on ne sait pas sur quoi il pointe.

❑ Comme toute variable, il faut l'initialiser. On peut dire qu'un pointeur ne pointe sur rien en lui affectant la valeur NULL.

Exemple :

```
Int  i;
Int *p1, *p2;
p1 = &i;
p2 = NULL;
```

Initialisation des pointeurs

- Deux initialisations possibles pour les pointeurs:
  - l'affectation de l'adresse d'une autre variable.

Par exemple

```
int x;
int * p;
p=&x;
```

  - l'allocation dynamique d'un espace mémoire.

Initialisation des pointeurs : Allocation dynamique

- L'allocation dynamique est l'opération qui consiste à réserver un espace mémoire d'une taille définie.
- L'allocation dynamique en C se fait à travers de la fonction de la librairie standard stdlib :

```
void *malloc(size_t size);
```

- Cette foncion retourne un pointeur de type void * pointant vers espace mémoire de taille size.

Il faut utiliser l'opérateur de cast afin de modifier et d'adapter le type du pointeur selon le besoin

Exemple :

```
Int *t ;
t= (int*) malloc (10* sizeof(int));
```

Les pointeurs: Libération de l'espace mémoire

- C'est l'opération qui consiste à la libération de l'espace mémoire alloué
- En C, la libération de l'espace mémoire se fait par l'intermédiaire de la fonction de la librairie standard stdlib.h

```
void free(nom_pointeur);
```

- Tout espace mémoire alloué par la fonction malloc (ou équivalent) doit être libéré par la fonction free.
- Exemple:

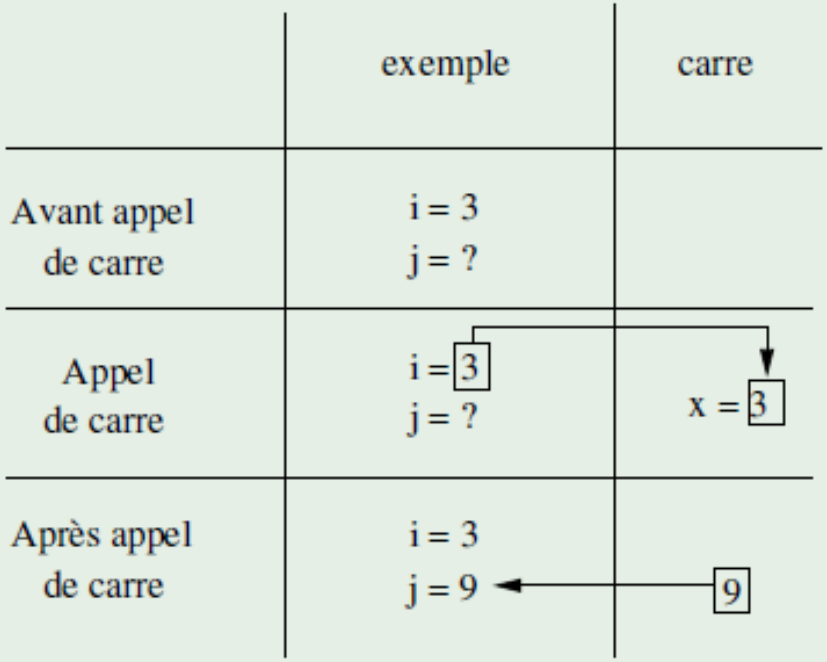
```
int x;
x=(int*)malloc (sizeof(int));
…..
free(x);
```

Passage de paramètre en entrée

. . . par un passage de paramètre par valeur

On copie la valeur du paramètre effectif dans le paramètre formel :

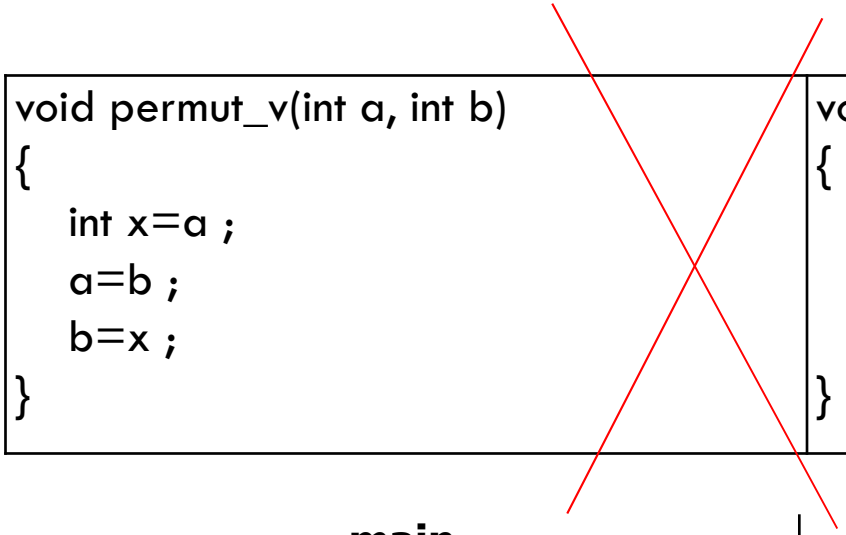
```
int carre (int x){
  return (x*x);
}

void exemple (){
  int i = 3;
  int j;

  j = carre (i);
  printf ("%d\n",j);
}
```



Passage de paramètres en entrée/sortie ou sortie


```
void permut_v(int a, int b)
{
    int x=a ;
    a=b ;
    b=x ;
}
```

```
void main()
{
        int i=5,j=3 ;
        permut_v(i,j) ;
        printf("i=%d, j=%d", i,j) ;
}
```



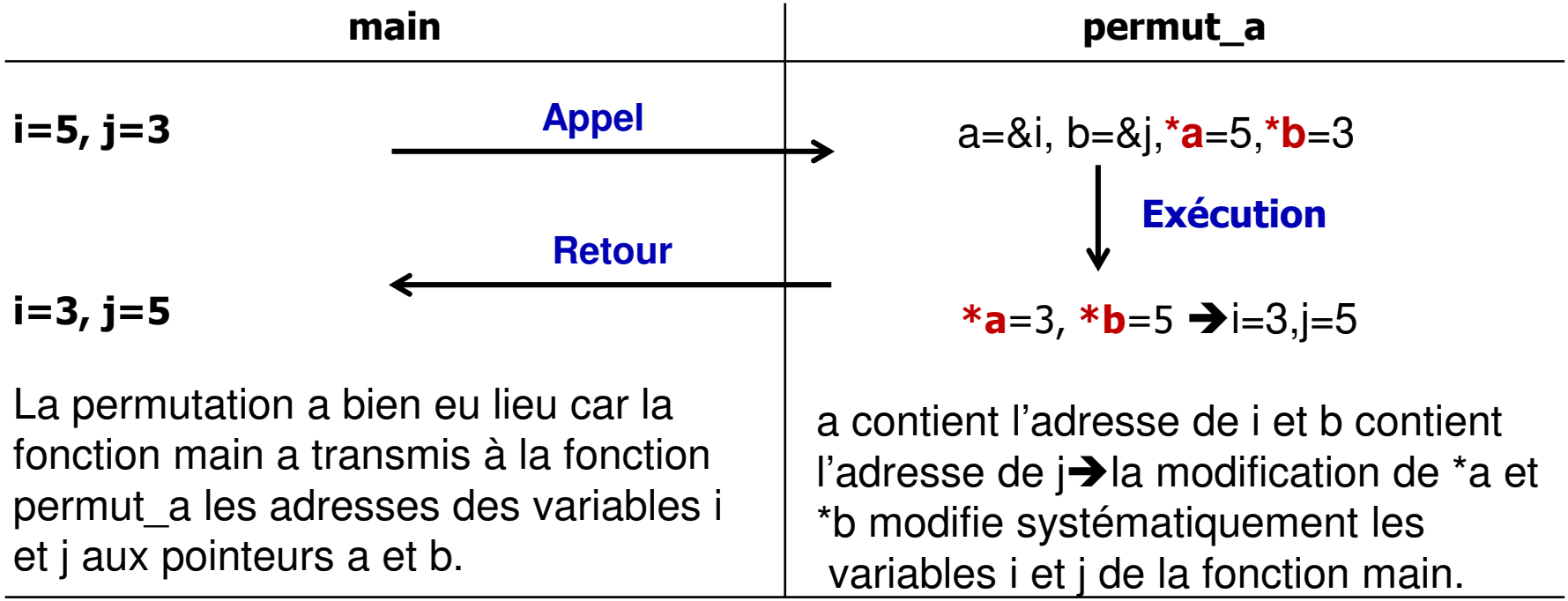
les valeurs des variables i et j de la fct main ont été copiées dans les paramètres a et b de la fonction permut_v, la modification de a et b n'altère en aucun cas les valeurs de i et j

Les valeurs en mémoire a et b sont distinctes de i et j, les paramètres formels ont simplement reçu une copie des valeurs des variables i et j

Passage de paramètres en entrée/sortie ou sortie

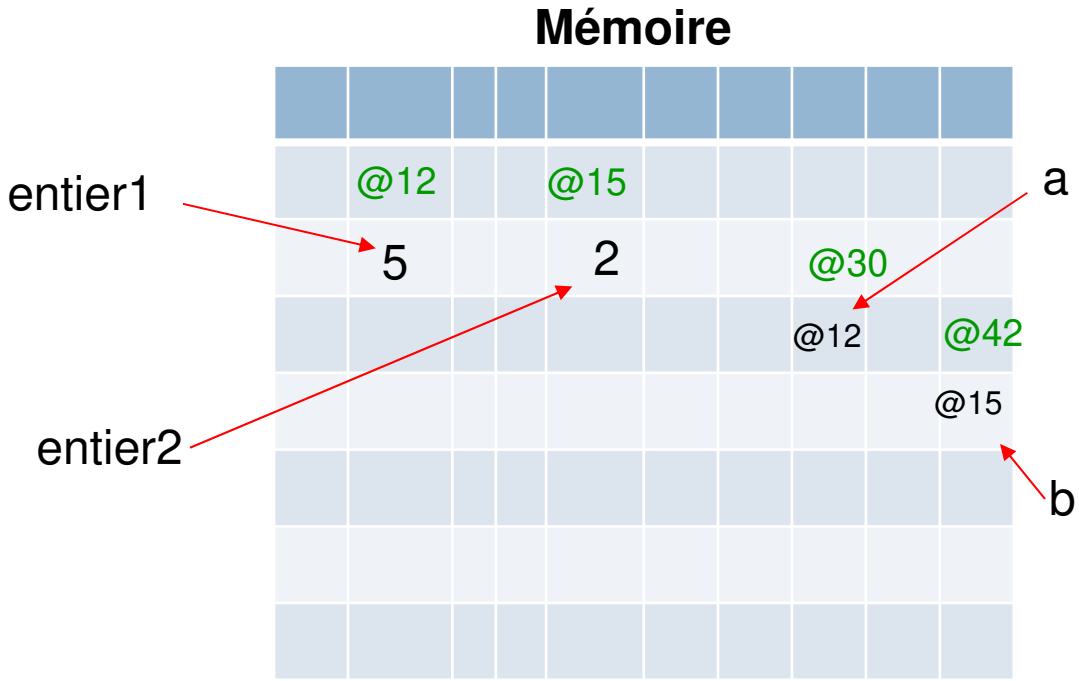

```
void permut_a(int *a, int *b)
{
    int x =*a ;
    *a = *b ;
    *b =x ;
}
```

```
void main()
{
        int i=5,j=3 ;
        permut_a(&i,&j) ;
        printf("i=%d, j=%d", i,j) ;
}
```



Exemple illustratif


```
#include<stdio.h>
void permutation( int * a, int* b)
{                          a= @12   *a=5
int aux;                   b= @15   *b=2
aux = *a;
*a = *b;
*b = aux;
}
int produit( int x, int y){
return(x*y);               x=2 y=5
}
int main( )
{
/*1*/int entier1, entier 2;
/*2*/ printf("Saisir les deux entiers\n") ;
/*3*/ scanf("%d%d",&entier1,& entier2) ;
/*4*/ permutation(& entier1,& entier2); //permutation(@12,@15)
/*5*/ printf("Apres permutation : a =%d b =%d",a,b) ;
/*6*/ printf("%d*%d=%d\n",a,b,produit(a,b)) ; produit(2,5)
}
```



Instruction	Affichage
1	
2	Saisir les deux entiers
3	5 2
4	Apres permutation a=2 b=5
5	
6	2*5= 10

Passage de paramètres en entrée/sortie ou sortie


```c
#include <stdio.h>

void surface(int largeur, int longueur, int *res)
{
    *res=largeur*longueur;
}
void main()
{
    int l,L,surf;
    printf("\n Entrer la largeur:"); scanf("%d", &l);
    printf("\n Entrer la longueur:"); scanf("%d", &L);
    surface(l,L, &surf);    // appel de la fonction surface
    printf("\n Surface = %d\n",surf);
}
```