Introduction à l'Algorithmique II

Pointeurs - Fonctions

A.U: 2020 – 2021

Animé par :

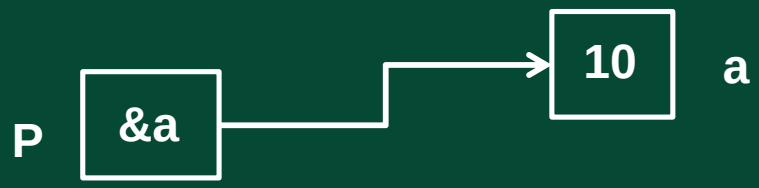
Ibrahim GUELZIM

algo.smia.fsa@gmail.com

Pointeur

- Un pointeur = Adresse
- Déclaration:

  variable nom_point : ^ type
- Dessin: p pointe sur a



variable a,b : entier

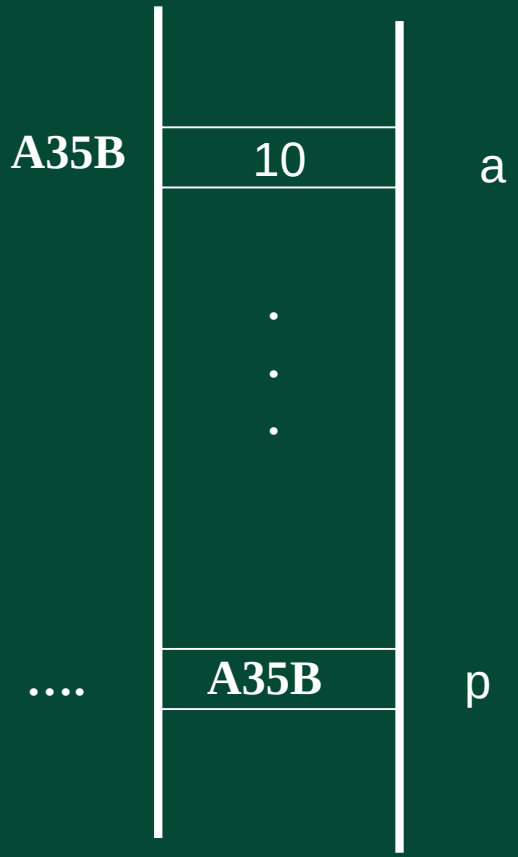
variable p : ^ entier

- p ← &a // le pointeur p contient l'adresse de la variable a
- Pour accéder au contenu de la variable a via le pointeur p, utiliser la notation **p^**

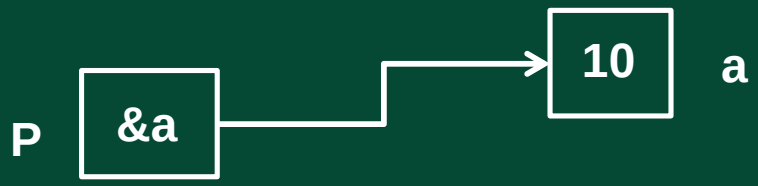
Ex: b ← p^ /* équivalent à b ← a; b vaut 10 */

Rappel: Pointeur

- Mémoire



- Dessin



Rappel: Pointeurs et tableaux 1D

- Tout opération effectuée par indexation dans un tableau est réalisable avec des pointeurs.

- **Affectation**:

  soient **tab** et **pt** respectivement un tableau d'Entier et pointeur vers type Entier,

  pt ← tab ou pt ← &tab[0] /* pt pointe sur le 1er élement de tab */

  Remarque: le **nom d'un tableau** (sans indices à sa suite) est un considéré comme **pointeur constant** sur le début du tableau.

- **Différences entre un tableau et un pointeur**:

  - un tableau alloue de la place en mémoire (pointeur ne le fait pas)

  - un tableau n'est pas une ***lvalue*** (alors que le pointeur l'est)

Rappel: Arithmétique des Pointeurs

- **Règle d'ajout d'un entier** : Si on additionne un entier à un pointeur pointant sur un tableau, alors le résultat est aussi un pointeur.

  Exemple: si **p** est un pointeur vers **tab** un tableau d'Entier, alors:

  - p ← tab // p pointe sur le 1er élement de tab
  - p+1 pointe sur le 2ème élement de tab
  - valeur de p: adresse de tab[0]
  - valeur de p+1: adresse de tab[0] + taille(Entier)
  - valeur de p + i: adresse de tab[0] + i*taille(Entier)

  - **Question:** et si p pointe vers un tableau **T** de type long ?
  - **Réponse:** valeur de p + i: adresse de T[0] + i*taille(long)

- **Correspondance**:

  - pt + i correspond à &tab[i]
  - (pt + i)^ ou pt[i] correspond à tab[i]

- **Formule Générale:** **p + i correspond à p + i*taille(p^)**

Rappel: Arithmétique des Pointeurs

- **Soustraction de pointeurs de même type**

  Si p et q deux pointeurs sur le même type alors

  q - p fournit le **nombre d'éléments du type pointé** situés entre les deux adresses correspondantes.

  – Exemple :

  Variable tab[5]: Entier

  p,q : ^Entier

  p ← tab

  q ← &tab[3]

  Alors

  q-p vaut 3

Rappel: Arithmétique des Pointeurs

- **Comparaison de pointeurs de meme type**

  Soient p et q deux pointeurs sur un meme tableau tab,

  La comparaison p < q est vraie si p pointe sur un élément de tab qui précède celui sur lequel pointe q

- Ex:

```
variable tab[10] : Numérique
                p,q : ^ Numérique
Début
tab ← {1,2,3,4,5,6,7}
p ← tab
q ← &tab[5]
TantQue (p<q) faire
   Ecrire ("\np[", p-tab, "] : ", p^)
   p ← p+1
FinTantQue
Fin
```

Rappel: Arithmétique des Pointeurs

- L'exemple précédant affiche:

```
p[0]  :  1
p[1]  :  2
p[2]  :  3
p[3]  :  4
p[4]  :  5
```

Rappel: Arithmétique des Pointeurs

- **Pointeur null:** pointeur qui ne pointe sur aucune variable
- **p ← NULL ou p ← 0**

- **Comparaison:**

  si (p <> NULL) ou si (p <> 0)

Rappel: Pointeurs - Allocation mémoire

- Allocation dynamique de la mémoire :
  - Réalisée lors de l'execution du programme
  - Réservée à un pointeur p via la fonction
    - allocation(p) /* cas d'un élement */
    - allocation(p,nb_elem) /* cas de **nb_elem** élements */

- Libération de la mémoire
  - via la fonction libère(p)
  - Libère la variable pointée par le pointeur p

Rappel: Pointeurs - Allocation mémoire

- **Attention:**
  - La fonction **libère()** doit être **appliquée uniquement** à des pointeurs pointant sur une zone allouée dynamiquement (par la fonction **allocation**).
  - La fonction libère() **ne libère pas** l'espace mémoire occupé par la variable pointeur.
  - La fonction **libère()** rend indéterminée la valeur de p (p pointe vers n'importe quoi).

- **Recommandation:**
  - Après l'utilisation de la fonction libère à un pointeur, il vaut mieux le rendre **NULL**.
  - Ex:

    libère(p)

    P ← NULL

Fonctions ?

- A-t-on déjà utiliser des fonctions ?
  - Lire()
  - Ecrire()
  - mod(a,b)
  - div(n,e)

Fonctions: Exemple – (1/3)

Algorithme: calcul de la factorielle , de l'arrangement et la combinaison.

```
Variables A,C,F,n,k,i : Entier
Variables NF,NKF,KF : Entier
Ecrire("Calcul de la factorielle:")
Ecrire("Saisir un entier n:")
Lire(n)
F ← 1
Pour i allant de 1 à n
        F ← F * i
FinPour
Ecrire("La factorielle de ",n," : ",F)
Ecrire("---------------------------")
Ecrire("Calcul de l'Arrangement:")
Ecrire("Saisir un entier n:")
Lire(n)
Ecrire("Saisir un entier k (k ≤ n): ")
Lire(k)
NF ← 1
Pour i allant de 1 à n
        NF ← NF * i
FinPour

NFK ← 1
Pour i allant de 1 à n-k
        NKF ← NKF * i
FinPour
A ← NF / NKF
Ecrire("L'arrangement de",k," à ",n")
Ecrire(" vaut :",A)
Ecrire("---------------------------")
Ecrire("Calcul de la Combinaion:")
NF ← 1
Pour i allant de 1 à n
        NF ← NF * i
FinPour
```

Fonctions: Exemple – suite (2/3)

```
NKF ← 1
Pour i allant de 1 à n-k
    NKF ← NKF * i
FinPour

FK ← 1
Pour i allant de 1 à k
   FK ← FK * i
FinPour
C ← NF / (KF * NKF)
Ecrire("La combinaison de ",k," parmi ",n," vaut :",C)
```

Question: Et si on voulait commencer le calcul de la factorielle à partir du rang 2:

```
FK ← 1
Pour i allant de 2 à n
     FK ← FK * i
FinPour
```

Fonctions: Exemple – suite (3/3)

Algorithme: calcul de la factorielle , de l'arrangement et la combinaison.

```
Fonction Fact(Entier : N) : Entier
Variable j,f : Entier
Début
f ← 1
Pour j allant de 1 à N
        f ← f * j
FinPour
Retourner f
Fin

variables F,A,C,n,k,i : Entier
Variables NF,NKF,KF : Entier
Ecrire("Calcul de la factorielle:")
Ecrire("Saisir un entier n:")
Lire(n)
Ecrire("Factorielle de ",n," : "
,Fact(n))
Ecrire("----------------------------")
Ecrire("Calcul de l'Arrangement:")
Ecrire("Saisir un entier n:")
Lire(n)
Ecrire("Saisir un entier k (k ≤ n): ")
Lire(k)
A ← Fact(n) / Fact(n-k)
Ecrire("L'arrangement de",k," à ",n")
Ecrire(" vaut :",A)

Ecrire("----------------------------")
Ecrire("Calcul de la Combinaion:")
C ← Fact(n) / (Fact(k) * Fact(n-k))
Ecrire("La combinaison de ",k," parmi
",n," vaut :",C)
```

Fonctions

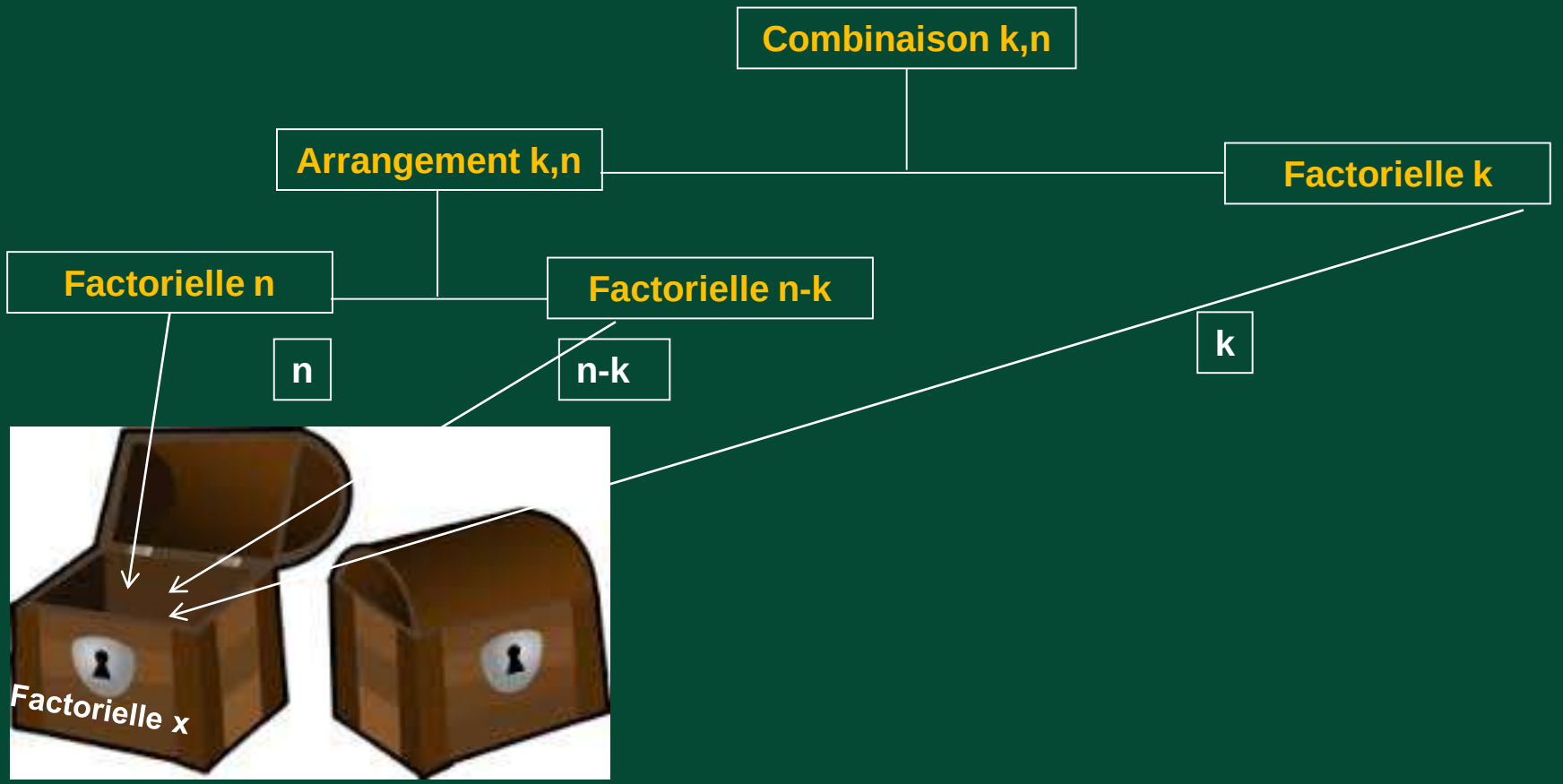
- Efficacité:
  - Lisibilité du code: éviter l'écriture réitérée du même code.
  - Éviter la correction répetitive de la même erreur (En cas de détection d'erreur syntaxique ou logique).
  - Réecriture et amélioration du programme.
  - Fonction = module

Fonctions

- Origine:
  - Esprit d'analyse descendante.
  - La réalisation d'un programme passe par l'analyse descendante du problème:
    - décomposer le problème donné en sous problèmes, et ainsi de suite, jusqu'a **descendre** au niveau des primitives (modules)
    - réussir à trouver les actions élémentaires qui, en partant d'un environnement initial, nous conduisent à l'etat final.

Fonctions

- Exemple:



Fonctions

- Une fonction est connue dans le programme par **son nom**.
- il est nécessaire de connaitre les éléments qui vont permettre de l'utiliser (paramètres).
- Comme pour les variables, elle peut être déclarée.

Fonctions: Définition

- La définition se fait au moyen de:
  - Entête de la fonction
  - Déclaration des variables
  - Corps de la fonction

  De la manière suivante:

```
Entête
déclarations des variables
début
…
Corps de la fonction
…
fin
```

Fonctions: Définition

1. L'Entête (appelé aussi prototype ou signature) est écrit ainsi:

```
fonction NomFonction(NomArg_1:TypeArg_1 ,...,
                     NomArg_k:TypeArg_k) : TypeRetour
```

et composé de:

- nom de la fonction (NomFonction), identificateur standard.
- liste des paramètres (ou arguments) d'appel: Optionnelle, Si la liste est vide, on peut ne rien écrire.
- Du type du résultat (TypeRetour), éventuellement vide. Si la fonction ne rend pas de résultat, on parle de **procédure**.

- **Remarque: Par précaution**, lorsque la fonction ne renvoie rien, vaut mieux écrire dans le type de retour le mot "vide" que de ne rien écrire.

Fonctions: Définition

2. Déclarations des variables
3. Corps de la fonction : suite d'instructions, éventuellement une seule, mises entre les mots clé **début** et **fin**.

- Une fonction se définit par la construction:

```
fonction NomFonction(NomArg_1:TypeArg_1 ,...,
   NomArg_k:TypeArg_k) : TypeRetour
déclarations des variables
début
Corps de la fonction ( Bloc d'instruction(s) )
fin
```

Fonctions

- Exemple : Factoriel

```
fonction factoriel( a : entier) : entier
variable f : entier
Début
f ← 1
Tant Que a > 1 faire
   f ← f * a
   a ← a-1
FinTantQue
retourne f
Fin
```

Fonctions

- Restriction (convention):

  une fonction ne peut pas être définie à l'intérieure d'une autre fonction.
- Remarque: une fonction peut être utilisée (appelée) par une autre fonction:

```
fonction arrangement (k:entier , n:entier) : entier
variable res : entier
Debut
si  k > n alors
   res ← 0
sinon
   res ← factoriel(n) / factoriel(n-k)
Finsi
retourne res
Fin
```

Fonctions: Paramètres (arguments)

- Arguments muets (formels):
  - paramètres apparaissant dans l'entete de la fonction lors de sa **définition**
  - Rôle: décrire leurs rôles au sein du corps de la fonction
- Arguments effectifs:
  - paramètres fournis lors de l'appel (utilisation) de la fonction
- Exemples:
  - Dans la définition de fonction factoriel, la variable a est un argument formel
  - Dans la définition de la fonction arrangement, les variables n et k sont des arguments formels
  - Dans la définition de la fonction arrangement, la variable n passée comme paramètre lors de l'appel de la fonction factoriel est un argument effectif.

Fonctions: Exemple complet - 1

- Calculer la somme des puissances p-ième des entiers $S_p(n)$:
  $S_p(n) = 1^p + 2^p + 3^p + \ldots + n^p$

- Ce calcul doit être effectué n fois pour des valeurs de p qui pourraient varier.

→ fabriquer un outil: une fonction **`puissance(x,p)`**, auquel l'on fournira deux entiers x et p et qui **retournera** le nombre x^p.

→ On sait que x^p = x * x * ... * x (p-1 multiplications)

Fonctions: Exemple complet - 2

- D'où la fonction puissance() définie de la manière suivante :

```
fonction puissance( x : entier, p :entier) : entier
variables z : entier
Début
z ← 1
tant que (p>0) faire
    z ← z*x
    p ← p-1
fintantque
retourne(z)
fin
```

Fonctions: Exemple complet - 3

- La dernière instruction, retourne(z) est le moyen d'indiquer que le résultat de la fonction est z.
- On peut maintenant écrire le programme qui fait la somme des puissances $P^{ème}$ des entiers compris entre 1 et n (calcul de $S_p(n)$)

/* la fonction qui calcule x^p */

```
fonction puissance( x : entier, p :entier) : entier
variables z : entier
Début
z ← 1
tant que (p>0) faire
    z ← z*x
    p ← p-1
fintantque
retourne(z)
fin
```

Fonctions: Exemple complet - 4

```
fonction menu ()
variables p, n, s, i : entiers
Début
s ← 0
écrire(" entrer la puissance p et l'entier n :")
lire(p,n)
Pour i allant de 1 à n faire
s ← s + puissance(i,p)

/* les variables i et p sont des paramètres réels, la fonction
   puissance(i,p)est appelée pour effectuer le calcul de i^p */

FinPour
écrire(" La somme est : ",s)
Fin
```

Fonctions

- Exécution

```
entrer la puissance p et l’entier n : 1 10
La somme est : 55
=========================================
entrer la puissance p et l’entier n : 2 10
La somme est : 1155
=========================================
entrer la puissance p et l’entier n : 3 10
La somme est : 3025
```

Fonctions: Prototype (1/3)

- La fonction peut être mise n'importe où dans le programme MAIS,
- Il faut vérifier la correspondance entre paramètres formels et paramètres réels :
  - Même nombre de paramètres
  - Même types respectifs (deux à deux)

→ R1 : il faut que la fonction soit placée **avant son utilisation**.

→ **Prototype :**

- Pour éviter la restriction R1, on peut utiliser un prototype de fonction.
- Permet aux fonctions de s'appeler mutuellement
- Un prototype est constitué de la partie déclaration de la fonction,
- Est placé en général au début du programme.

Fonctions : Prototype (2/3)

- **On pourra écrire, par exemple :**

```
/* prototypes */
fonction f(entier,entier):entier
fonction g(chaine de caractère, entier) ;

/* corps de la fonction f */
fonction f(x:entier, y:entier)
var message : chaine de caractère
début
… … …
g(message,y)
… … …
Fin
```

Fonctions : Prototype (3/3)

```
/* corps de la fonction g */
fonction g(m :chaine de caractère, y :entier)
var a,b,c : entier
début
… … …
c ← f(a,b)
… … …
Fin
```

- L'utilisation des prototypes n'est pas obligatoire **MAIS:**
  - fortement recommandée
  - meilleur contrôle des paramètres
  - meilleure lisibilité du programme
  - les outils utilisés sont listés au début du texte.

Fonctions: résultat d'une fonction

- Utilisation de l'instruction, `retourne(val)`
- **retourner** (produire ou rendre) le résultat d'une fonction,
- `val` doit être du type prévu dans l'entête de la fonction.

- Soit max() une fonction qui **rend** le plus grand des deux nombres entiers x et y, elle peut s'ecrire :

```
fonction max ( x : entier, y : entier) : entier
/* maximum de x et y */
si (x < y) retourne(y)
sinon retourne(x)
Finsi
Fin
```

Fonctions: résultat d'une fonction

- L'instruction retourne provoque:
  - la **sortie** immédiate de la fonction ;
  - le retour dans le programme appelant;
  - **les instructions qui suivent dans la fonction ne sont pas exécutées,**

- Dans l'exemple précédent, on peut ne pas mettre "sinon".

```
fonction max ( x : entier, y : entier) : entier
/* maximum de x et y */
si (x<y)
   retourne(y)
Finsi
retourne(x)
Fin
```

Fonctions: résultat d'une fonction

- Exemple de test de nombre premier:

```
fonction Premier ( m : entier) : Booleen
Variables i : Entier
Début
i ← 2
Tantque (i <= sqrt(m))
    si (mod(m,i) = 0)
      Ecrire(m , "n'est pas un nombre premier.")
      retourne(0)
    Finsi
FinTanque
Ecrire(m , "est un nombre premier.")
retourne(1)
Fin
```

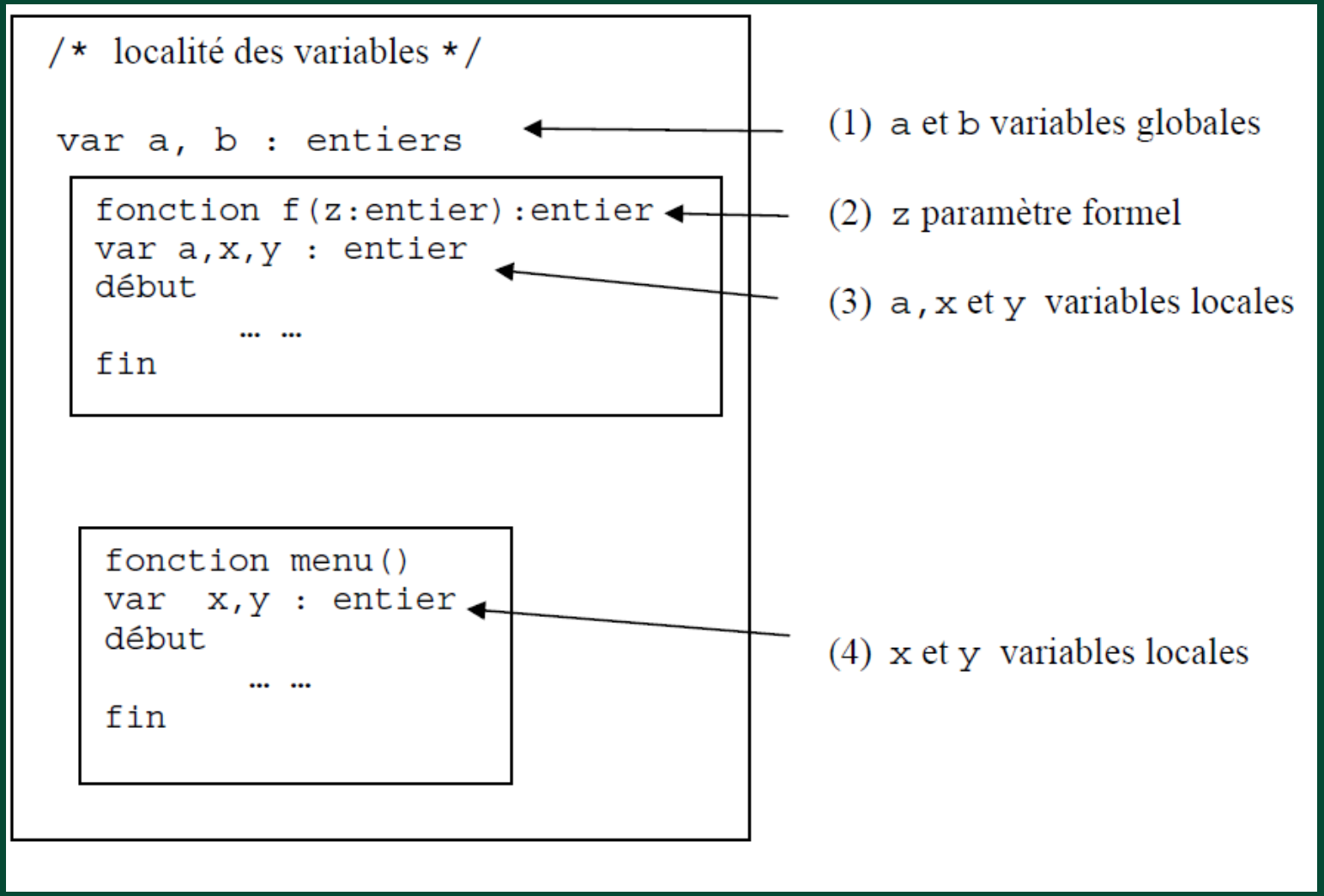
Fonctions: variables locales et variables globales

- Il peut y avoir différents niveaux de déclaration de variables.
  - Les variables définies dans le programme hors des fonctions sont dites variables **globales**.

    les variables globales sont connues de **tout le programme**.

  - Les variables déclarées dans le corps d'une fonction sont dites variables **locales** ou variables **automatiques**:
    - Connues **uniquement à l'intérieur de la fonction**,
    - Propres à la fonction et invisibles de l'extérieur.
    - Appelées aussi **automatiques** car elles sont **automatiquement détruites** après l'exécution de la fonction et leurs espaces mémoire libérés.
    - Possibilité d'utiliser des variables de même nom dans des fonctions différentes sans craintes d'interférences déplaisantes .

Fonctions: variables locales et variables globales



Fonctions: variables locales et variables globales

- Les variables a et b, (1) sont des variables globales: elles seront connues et utilisables dans toutes les parties du programme.
- La fonction menu() ne peut que:
  - travailler sur les variables globales a et b
  - appeler la fonction f()
- Une fonction connait:
  - les paramètres formels,
  - ses propres variables,
  - toutes les fonctions définies avant elle
  - **elle se connait elle-même (récursivité).**
  - les variables globales dont le nom n'est pas redéfini dans la fonction,

  → Conflit locale - globale: La variable locale l'emporte (Ex)

Fonctions: variables locales et variables globales

- La fonction f() pourra travailler avec les variables locales a, x, y, z et la variable globale b.
- La variable globale a est inaccessible de l'intérieur de f(), toute utilisation de a fait référence à la variable locale.
- La fonction f() pourra s'appeler elle-même.
- La fonction menu() pourra travailler sur les variables locales x, y et les variables globales a et b
- la fonction menu() pourra appeler f().
- la fonction menu() est souvent appelée **fonction principale**

Fonctions: paramètres d'appels

- Il y a deux types de passage de paramètres, le passage par **valeur** et le passage par **adresse**.
- **Passage par valeur :**
  - **le paramètre d'appel est considéré comme une variable locale**,
  - toutes les modifications se feront dans une case mémoire temporaire dans laquelle est rangée la **valeur** du paramètre d'appel.
  - On peut appeler la fonction avec une expression qui sera évaluée et dont la valeur sera le paramètre réel. Ex:

Fonctions: Passage par valeur

- Exemple : Soit le programme suivant

```
fonction menu ()
var a,b,c : entier              /* déclaration de a et b*/
début
    écrire("entrer les valeurs de a et b :")
    lire(a,b)
    écrire(" avant l'échange a = ",a," et b = ",b)
    c ← a
    a ← b                  /* l'echange */
    b ← c
    écrire(" après l'échange a = ",a," et b = ",b)
Fin
```

- Execution :

entrer les valeurs de a et b : 3 7

avant l'échange a= 3 et b= 7

après l'échange a= 7 et b= 3

Fonctions: Passage par valeur

- On met l'exemple sous forme de fonction

```
fonction echange(x:entier, y:entier) /* x,y : paramètres formels */
var tmp :entier /* tmp variable locale */
début
tmp ← x
x ← y          /* l'échange */
y ← tmp
écrire("dans la fonction echange(): x = ",x," et y = ",y)
fin
```

Fonctions: Passage par valeur

- On définit une fonction menu() pour faire appel à echange()

```
fonction menu()
var a,b : entier /* déclaration de a et b*/
début
écrire("entrer les valeurs de a et b :")
lire(a,b)
écrire(" avant l'échange a = ",a," et b = ",b)
echange(a,b) /* appel de echange() */
écrire(" après l'échange a = ",a," et b = ",b)
Fin
```

- Exécution : entrer les valeurs de a et b : 5 7

avant l'échange a= 5 et b= 7

dans la fonction echange() : x= 7 et y= 5

après l'échange a= 5 et b= 7

L'ÉCHANGE N'A PAS EU LIEU !!

Fonctions: Passage par valeur

- Conclusion:

  Lors d'un passage par valeur d'un paramètre, on travaille avec une copie temporaire du paramètre (comme une variable locale) et non avec le paramètre lui même.

Fonctions: Passage par adresse

- Si on veut **modifier** une variable à l'intérieur d'une fonction et si l'on désire que cette modification soit effective dans la fonction appelante

  → On fait un **passage par adresse** de(s) paramètre(s).

- Le seul moyen de modifier une variable externe à une fonction est indirect : on transmet son adresse.

  → L'argument de la fonction doit donc être une **adresse**, càd un **pointeur**.

Fonctions: Passage par adresse

- Exemple:

```
fonction echange( px: ^ entier, py: ^ entier)
var tmp :entier
début
tmp ← px^
px^  ←  py^                          /* l'échange */
py^  ←  tmp
écrire("dans la fonction échange(): x = ", px^," et y =
   ",py^)
fin
```

Fonctions: Passage par adresse

- Exemple:

```
fonction menu()
var a,b : entier /* déclaration de a et b*/
Début
  écrire("entrer les valeurs de a et b :")
  lire(a,b)
  écrire(" avant l'échange a = ",a," et b = ",b)
  echange(&a,&b)   /* on appel echange() avec les adresses
                      de a et b  */
  écrire(" après l'échange a = ",a," et b = ",b)
Fin
```

- **Exécution:**

entrer les valeurs de a et b : 5 7

avant l'échange a=5 et b=7

dans la fonction echange() : x=7 et y=5

après l'échange a=7 et b=5

L'ÉCHANGE A EU LIEU !!

Fonctions: Passage par adresse

- Commentaires:
  - Dans la fonction echange() :
    - les deux paramètres formels sont des pointeur sur des entiers (des adresses).
    - le contenu(x) est la valeur qui se trouve à l'adresse x (puisque x est une adresse).
    - l'instruction tmp ← x^ signifie mettre dans la variable tmp (de type entier) la valeur de la variable qui se trouve à l'adresse x.
  - Dans la fonction menu() :
    - l'instruction echange(&a,&b) signifie qu'on appelle la fonction echange() en lui transmettant les adresses des variables x et y.

Fonctions: Passage par adresse

- Conclusion:

si la modification des paramètres est souhaitée → passage par adresse

- **Remarque Finale: Le passage par adresse d'un paramètre dans une fonction est un passage par valeur de son adresse (pointeur)**

Fonctions Prédéfinies

Fonctions Prédéfinies: Texte

- **Len(chaine)** : renvoie le nombre de caractères d'une chaine
- **Mid(chaine,pos,lg)** : renvoie un extrait de la chaine, commençant au caractère **pos** et faisant **lg** caractères de long. (commence à 0)
- **Left(chaine,n)** : renvoie les n caractères les plus à gauche dans chaine.
- **Right(chaine,n)** : renvoie les n caractères les plus à droite dans chaine
- **Find(chaine1,chaine2)** :
  - Renvoie la position de chaine2 dans chaine1,
  - Commence par 0,
  - Si chaine2 n'est pas comprise dans chaine1, la fonction renvoie -1

Fonctions Prédéfinies: Texte

- **Exemples:**

Len("Bonjour")	vaut	7
Len("")	vaut	0
Mid("Ahmed is back", 3, 7)	vaut	"ed is b"
Mid("Ahmed is back", 11, 1)	vaut	"c"
Left("Et pourtant…", 8)	vaut	"Et pourt"
Right("Et pourtant…", 4)	vaut	"t…"
Find("Un pur bonheur", "pur")	vaut	3
Find(" Dans la vie ", "bonheur ")	vaut	-1

Fonctions Prédéfinies: Texte

- Fonction **Chr** : fonction qui renvoie le caractère correspondant à un code Ascii donné (),
- fonction **Asc** : rôle inverse de Asc()

Exemples

- Chr(64) vaut '@'
- Asc('N') vaut 78

Fonctions Prédéfinies: numériques

- **Partie Entière: Ent()**

  Fonction qui permet de récupérer la partie entière d'un nombre :

  A ← Ent(5,28) A vaut 5

- **Modulo: Mod()**
  - Cette fonction permet de récupérer le reste de la division d'un nombre par un deuxième nombre. Par exemple :
  - A ← Mod(17,3) A vaut 2 car 17 = 5*3 + 2
    B ← Mod(12,2) B vaut 0 car 12 = 6*2

Fonctions Prédéfinies: numériques

- **Génération de nombres aléatoires**

  Toto ← rand() On a : 0 ≤ Toto < 1

- Par exemple, pour générer un nombre entre 2,25 et 2,65:

  l'intervalle mesure 0,40 de large;

  Donc : `0 <= rand()*0,40 < 0,40`

  Il suffit dès lors d'ajouter 2,25 pour obtenir l'intervalle voulu:
  Toto ← rand()*0,40 + 2,25

Fonctions Prédéfinies

- conversion
  - Numerique vers caractère: convnc()

    A ← convnc(4) résultat A vaut '4'
  - caractère vers Numérique : convcn()

    N ← convcn('91') : résultat N vaut le chiffre 91²

- Tableaux **Numériques** dynamiques: Redim()
  - **Redim Tab(nb) :** redimensionne le tableau Tab en (nb + 1) éléments
  - **Attention:** nb est la position du dernier élément

Fonctions Prédéfinies

- Examens :

Sauf indication, vous **avez le droit** d'utiliser les fonctions prédéfinies.