

Chapitre 4

Structures de données de base en algorithmique

Objectifs pédagogiques du chapitre

Objectif général

A la fin du chapitre, l'étudiant est capable d'utiliser les principales structures de données de base en algorithmique pour organiser les données.

Objectifs pédagogiques du chapitre

Objectifs spécifiques

A la fin du chapitre, l'étudiant est capable de décrire et d'utiliser correctement une structure de données de type :

- tableau à une dimension
- tableau à deux dimensions
- enregistrement

Contenu

- Introduction aux structures de données
- Introduction aux tableaux
- Tableaux à une dimension
- Tableaux à deux dimensions
- Enregistrements

Introduction aux structures de données

- Une **structure de données** est une **organisation** ou une **structuration** des données ou encore un **type de données**.
- Les principales structures de données de base sont :
 - les types scalaires prédéfinis (entiers naturels, entiers relatifs, réels, booléens, caractères) ;
 - les types scalaires construits (chaîne de caractères, intervalle, ensemble) ;
 - les enregistrements ;
 - les tableaux à une ou plusieurs dimensions.

Introduction aux structures de données

- ATTENTION !!!

structures de contrôle \neq structures de données

Les 1^{res} sont des instructions permettant d'orienter le fil du déroulement de l'algorithme tandis que les 2^{ndes} sont une organisation ou une structuration des données.

Introduction aux tableaux

- Un **tableau** est une **structure de donnée** linéaire qui permet de stocker des données de même type. Chacune des valeurs est repérée par un **indice** indiquant la position de la donnée dans le tableau.
- Un tableau correspond à une **suite/succession finie de variables/éléments de même type**, évitant à l'utilisateur l'emploi d'un grand nombre de variables pour lesquelles il aurait fallu trouver des noms distinctifs.

Introduction aux tableaux

- Exemple : on voudrait conduire une étude sur la taille des étudiants de l'IAM.

Introduction aux tableaux

Une façon rébarbative de faire serait de déclarer une liste de 100 variables de type réel, chacune associée à la taille d'un étudiant de l'IAM :

t1 est de type réel, correspond à la taille du 1er étudiant de l'IAM ;

t2 est de type réel, correspond à la taille du 2e étudiant de l' IAM ;

t3 est de type réel, correspond à la taille du 3e étudiant de l' IAM ;

t4 est de type réel, correspond à la taille du 4e étudiant de l' IAM ;

t5 est de type réel, correspond à la taille du 5e étudiant de l' IAM ;

t6 est de type réel, correspond à la taille du 6e étudiant de l' IAM ;

...

t99 est de type réel, correspond à la taille du 99e étudiant de l' IAM ;

t100 est de type réel, correspond à la taille du 100e étudiant de l' IAM.

Introduction aux tableaux



Quelles difficultés
aurions nous eues s'il
y avait mille, dix
mille, un million de
variables à manipuler ?

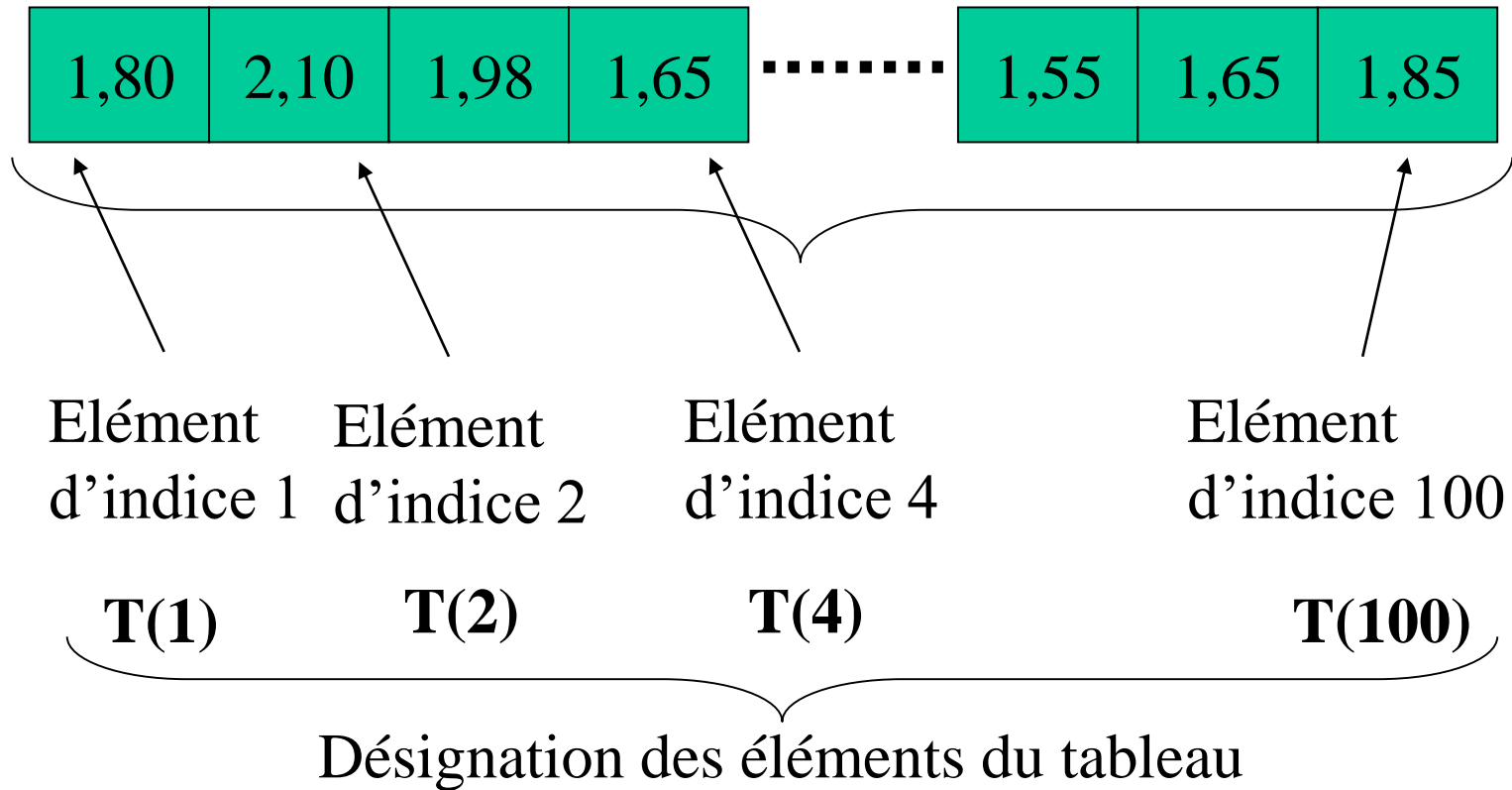
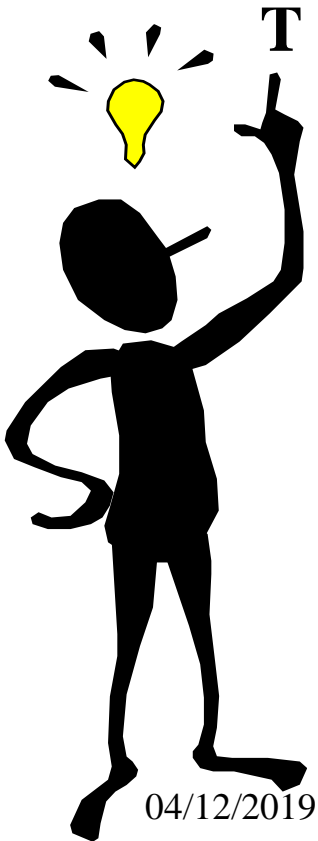
Tableaux à une dimension

On les appelle aussi :

- *tableaux à une entrée*
- *vecteurs*

Tableaux à une dimension

- Exemple



Tableaux à une dimension

Un Tableau est déclaré comme un type particulier de donnée. Nous lui donnons un nom, une valeur d'indice minimale et une valeur d'indice maximale correspondant au nombre maximal de cases le composant. Nous déclarons également l'indice qui permet d'adresser les différentes cases. L' indice doit obligatoirement être du type entier.

**<nom-du-tableau> (<indice-min> : <indice-max>) :
TABLEAU DE <type-donnée>**

Tableaux à une dimension

Exemple 1: la moyenne de 10 élèves d'une classe sont stockées dans un tableau linéaire suivant:

indices	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MOY	5	12	14	7,5	10	9,5	13	8	3	10

Nous déclarons ce tableau de la manière suivante:

MOY(1:10) : TABLEAU de réels

Tableaux à une dimension

Le premier élève a comme moyenne $MOY(1) = 5$

Le deuxième élève a comme moyenne $MOY(2) = 12$

Le troisième élève a comme moyenne $MOY(3) = 14$

Le quatrième élève a comme moyenne $MOY(4) = 7,5$

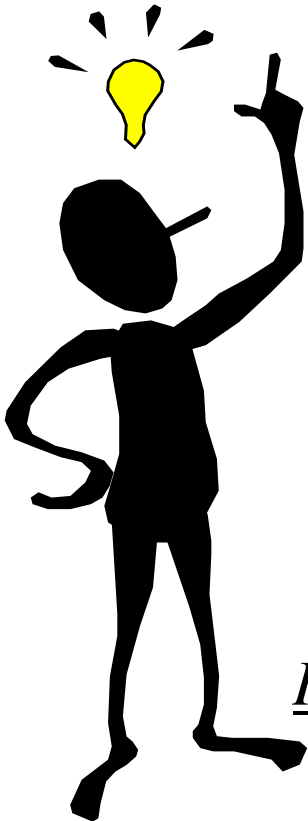
Le dixième élève a comme moyenne $MOY(10) = 5$

? A quel indice se trouve la plus grande valeur?

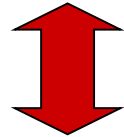
? A quel indice se trouve la plus petite valeur?

Tableaux à une dimension

- Déclaration du type tableau



T est de type tableau de N objets



T : tableau [1..N] objets ← **Déclaration de type**

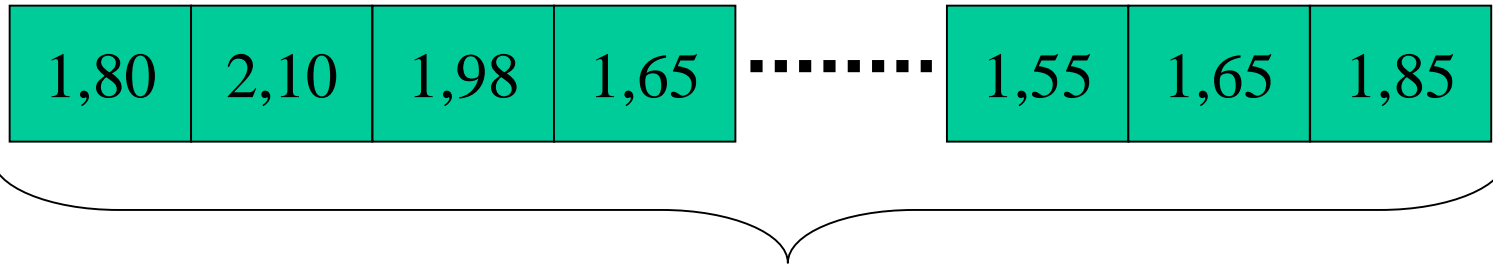
Ce qui traduit le fait que les objets de T soient
indiqués de 1 à N

*Remarque : les indices peuvent démarrer n'importe
quand pourvu qu'ils soient croissants*

Tableaux à une dimension

- Localisation des éléments / Encombrement du tableau

T



Elément d'indice 1 à l'adresse de début du tableau (@T)

Elément d'indice 2 à l'adresse de début du tableau + 1x (taille d'un élément)

Elément d'indice 3 à l'adresse de début du tableau + 2x (taille d'un élément)

Elément d'indice 4 à l'adresse de début du tableau + 3x (taille d'un élément)

Elément d'indice 100 à l'adresse de début du tableau + 99x (taille d'un élément)



Tableaux à une dimension

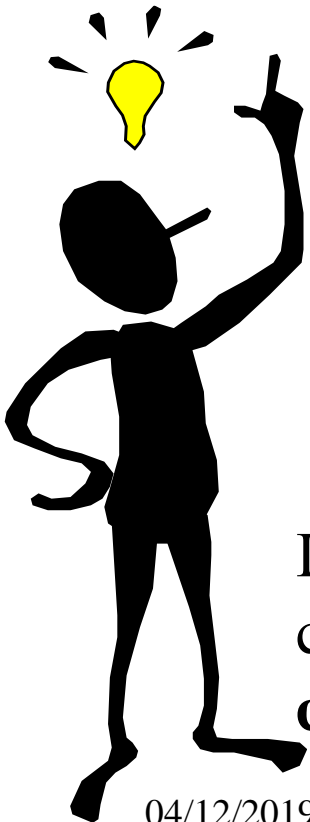
- Localisation des éléments / Encombrement du tableau

T

1,80	2,10	1,98	1,65	1,55	1,65	1,85
------	------	------	------	-------	------	------	------

A cause de la présence d'éléments de même type dans le tableau, l'ordinateur peut facilement **repérer chaque élément du tableau à partir de sa position relative** au début du tableau (indice ou rang) soit connue

L'**encombrement du tableau**, i.e. l'espace mémoire centrale occupé par le tableau, peut être facilement **calculé** (nombre d'éléments du tableau X taille d'1 élément)



Tableaux à une dimension

CREATION D'UN TABLEAU

La création d'un tableau consiste en un remplissage des différentes cases qui le constituent. Cette opération peut se faire de deux manières différentes:

- En renseignant les cases une à une à partir de la première;
- En adressant les cases directement, et ce dans un ordre quelconque.

Tableaux à une dimension

Exemple: Une série de 10 nombres est saisie au clavier, nous voulons les stocker dans un tableau pour pouvoir rechercher le plus petit et le plus grand d'entre eux.

Tableaux à une dimension

Algorithme saisitableaux

Variable **Valsai(1:10)** : tableau d'entiers

i : entier

Debut

*/*boucle de traitement*/*

Pour i allant de 1 à 10

*/*saisie du nombre*/*

Ecrire "entrer un nombre"

Lire valsai(i)

FinPour

FIN

Tableaux à une dimension

REMARQUE

Il est inutile d'utiliser une variable simple en intermédiaire de saisie,

Lire nombre

Valsai (i) ← nombre

Équivalent à **Lire valsai (i)**

Tableaux à une dimension

- Opérations sur les tableaux à une dimension
 - Initialisation
 - Affichage
 - Repérage/recherche d'une valeur dans le tableau
 - Somme des éléments de deux tableaux
 - Calcul de la moyenne des éléments du tableau
 - Comptage des occurrences d'une valeur dans le tableau
 - Etc.

Tableaux à une dimension

Exercice 1

Ecrire un algorithme permettant d'initialiser interactivement un tableau de 10 entiers naturels.

Exercice 1bis

Ecrire un algorithme permettant d'initialiser interactivement un tableau A donné de 10 entiers naturels.

Exercice 2

Ecrire un algorithme permettant d'afficher les 50 valeurs réelles d'un tableau. On suppose le tableau initialisé.

Tableaux à une dimension

Exercice 3

On suppose avoir deux tableaux A et B initialisés avec les 2 valeurs correspondant aux notes des 70 étudiants pour les 2 évaluations en algorithmique. Ecrire un algorithme permettant de calculer et de conserver la moyenne des 2 évaluations de chacun des étudiants.

Tableaux à une dimension

Exercice 4

On suppose avoir un tableau T initialisé avec 100 réels. Ecrire un algorithme permettant de récupérer la plus petite valeur de ce tableau et l'afficher.

Exercice 5

On suppose avoir un tableau T initialisé avec 1000 réels. Ecrire un algorithme permettant de récupérer la plus petite et la plus grande valeur de ce tableau.

Tableaux à une dimension

Exercice 6

On suppose avoir un tableau T initialisé avec 1000 réels. Ecrire un algorithme permettant de compter le nombre de valeurs réelles nulles de T.

Exercice 7

On suppose avoir un tableau T initialisé avec 200 entiers relatifs. Ecrire un algorithme permettant de compter le nombre de valeurs strictement positives de T.

Tableaux à une dimension

Exercice 8

On suppose avoir un tableau T initialisé avec 20 entiers relatifs. Ecrire un algorithme permettant de retrouver l'indice du premier 0 du tableau quand celui-ci existe effectivement.

Exercice 9

On suppose avoir un tableau T initialisé avec 10 entiers naturels. Ecrire un algorithme permettant de calculer le produits des valeurs de ce tableau.

Tableaux à une dimension

Exercice 10

On suppose avoir un tableau T initialisé avec N ($N > 0$) valeurs réelles. Ecrire un algorithme permettant à l'utilisateur de saisir une valeur dont il faudra calculer le nombre d'apparitions dans le tableau T.

Tableaux à deux dimensions

On les appelle aussi :

- *tableaux à deux entrées*
- *matrices*

Tableaux à deux dimensions

- Définition : c'est un tableau de tableaux

Exemple : on veut traiter les notes de français, d'anglais et de maths de 4 étudiants dénommés A, B, C et D.

1re solution : créer 4 tableaux de 3 réels

A	6,50	12,75	11
B	16,50	10,75	10
C	9,50	9,75	11,50
D	13,50	12,50	14

Tableaux à deux dimensions

Comment gérer les notes de la centaine d'étudiants de l'IAM ?



Quelles difficultés avec la centaine de noms de variables à manipuler ?

Tableaux à deux dimensions

2e solution : créer un tableau T de 4 tableaux de 3 réels qui sera déclaré comme suit :

T : tableau [1..4, 1..3] de réels.

T

6,50	12,75	11
16,50	10,75	10
9,50	9,75	11,50
13,50	12,50	14

Tableaux à deux dimensions

T

6,50	12,75	11
16,50	10,75	10
9,50	9,75	11,50
13,50	12,50	14

→ Ligne 1 (L1) associée aux notes de l'étudiant **A**

→ Ligne 2 (L2) associée aux notes de l'étudiant **B**

→ Ligne 3 (L3) associée aux notes de l'étudiant **C**

→ Ligne 4 (L4) associée aux notes de l'étudiant **D**

Colonne 1
pour les notes
de français

Colonne 2
pour les notes
d'anglais

Colonne 3
pour les notes
de maths

Tableaux à deux dimensions

T

6,50	12,75	11
16,50	10,75	10
9,50	9,75	11,50
13,50	12,50	14

Lignes

Colonnes

Désignation des éléments de la matrice

$T(i, j)$ avec :

i comme indice de la ligne

j comme indice de la colonne

Exemples :

10 correspond à $T(2, 3)$

11 correspond à $T(1, 3)$

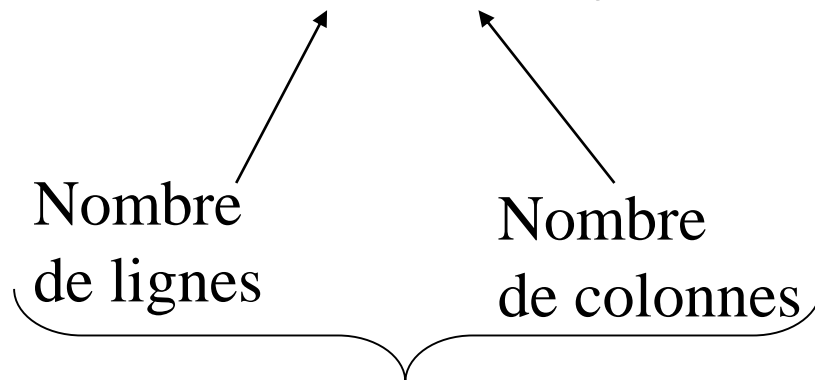
13,50 correspond à $T(4, 1)$

Tableaux à deux dimensions

Généralisation

Une matrice **M** de **N** lignes et de **P** colonnes d'objets sera déclarée :

M : tableau de [1..N, 1..P] objets



M \Leftrightarrow Tableau de N tableaux [1..P] d'objets

Tableaux à deux dimensions

Représentation d'une matrice en mémoire centrale

En mémoire centrale, une matrice **M** de **N** lignes et de **P** colonnes d'**objets** est représentée à partir de l'adresse **α** comme **un tableau à une dimension** constitué par la mise bout à bout des **N** lignes de **P** objets qui le constituent.

Tableaux à deux dimensions

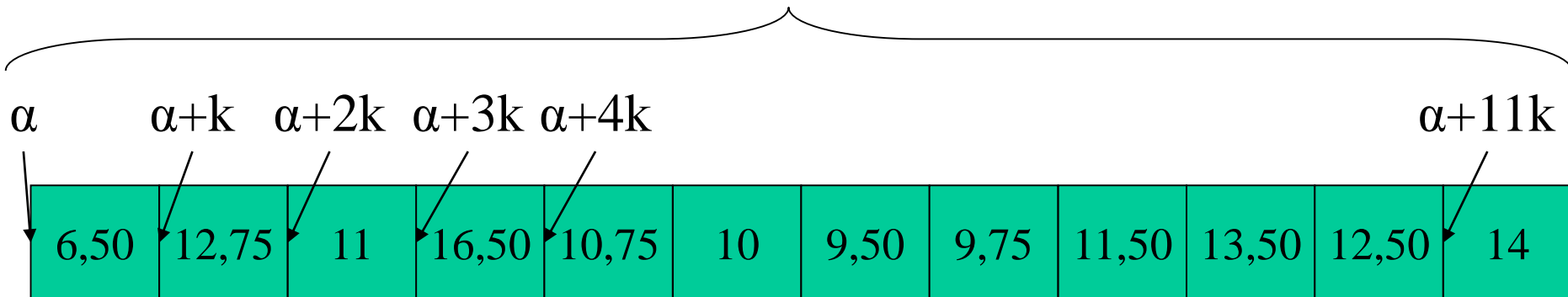
T

6,50	12,75	11
16,50	10,75	10
9,50	9,75	11,50
13,50	12,50	14

Si un élément de type **objet** de T est représenté sur k octets, alors en mémoire centrale on aura ce qui suit :



Adresses des éléments de T en mémoire centrale



T

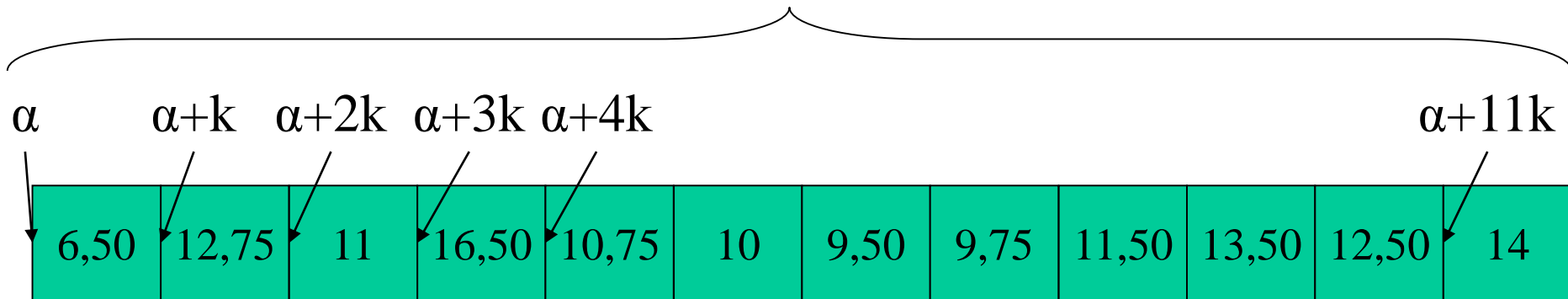
Tableaux à deux dimensions

Soit α l'adresse de début du tableau $T [1..N, 1..P]$ **objet** en mémoire centrale.

Si un élément de type **objet** est représenté sur k octets, alors en mémoire centrale l'élément $T(i, j)$ tel que $1 \leq i \leq N$ et $1 \leq j \leq P$ sera logé à l'adresse :

$$\alpha + (i-1)*N*k + (j-1)*k$$

Adresses des éléments de T en mémoire centrale



Tableaux à deux dimensions

- Opérations sur les matrices
 - Initialisation d'une matrice
 - Affichage (ligne par ligne ou colonne par colonne) des valeurs d'une matrice
 - Repérage/recherche d'une valeur dans une matrice
 - Matrice Somme des éléments de deux autres matrices
 - Calcul de la moyenne des éléments d'une matrice
 - Comptage des occurrences d'une valeur dans la matrice
 - Etc.

Tableaux à deux dimensions

Exercice 1

Ecrire un algorithme permettant d'initialiser interactivement une matrice A de deux lignes et de trois colonnes d'entiers naturels.

Exercice 1bis

Ecrire un algorithme permettant d'initialiser interactivement une matrice A de deux lignes et de cent colonnes d'entiers naturels.

Exercice 1ter

Ecrire un algorithme permettant d'initialiser interactivement une matrice A de 1000 lignes et de 500 colonnes d'entiers naturels.

Tableaux à deux dimensions

Exercice 2

Ecrire un algorithme permettant d'afficher ligne après ligne, les 15 valeurs réelles d'une matrice $A[1..5, 1..3]$. On supposera la matrice déjà initialisée.

Tableaux à deux dimensions

Exercice 3

On suppose avoir deux matrices X et Y de L lignes et C colonnes de réels initialisées.

Ecrire un algorithme permettant de calculer la matrice Z contenant les moyennes des valeurs de X et Y , c'est-à-dire :

$$Z(i, j) = \text{moyenne}(X(i, j), Y(i, j)), i \in [1..L] \text{ et } j \in [1..C].$$

Tableaux à deux dimensions

Exercice 4

On suppose avoir une matrice $M[1..N, 1..P]$ de réels initialisée.

Ecrire un algorithme permettant de récupérer la plus petite valeur de cette matrice, de l'afficher ainsi que les indices de ligne et colonne lui correspondant.

Tableaux à deux dimensions

Exercice 5

On suppose avoir une matrice M de 3 lignes et 5 colonnes initialisée avec des valeurs réelles.

Ecrire un algorithme permettant de compter le nombre de valeurs strictement positives dans cette matrice.

Tableaux à deux dimensions

Exercice 6

On suppose avoir une matrice carrée M initialisée avec 25 entiers relatifs. Écrire un algorithme permettant de rechercher dans la matrice, une valeur V saisie par l'utilisateur. En cas de succès de la recherche, les coordonnées en ligne et en colonne de la valeur dans la matrice sont à afficher.

Tableaux à deux dimensions

Exercice 7

On suppose avoir une matrice d'entiers naturels M de L lignes et de C colonnes initialisée. Écrire un algorithme permettant à l'utilisateur de saisir une valeur entière dont il faudra calculer le nombre d'apparitions dans la matrice.

Tableaux à deux dimensions

Exercice 8

Les 12 valeurs réelles suivantes correspondent à une matrice M implantée en mémoire centrale.

6,51	10,52	-0,11	19,03	17,35	10,40	9,55	-2,95	11,50	13,50	-9,50	1,45
------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	------

1) Si la déclaration de M est $M[1..6, 1..2]$ de réels, donnez les valeurs de $M[2,1]$, $M[4,1]$, $M[6,2]$, $M[6,2]$

2) Si la déclaration de M est $M[1..4, 1..3]$ de réels, donnez les valeurs de $M[2,1]$, $M[4,1]$, $M[3,3]$, $M[4,2]$

Enregistrements

On appelle **enregistrement** une **structure de données** correspondant à un regroupement de **plusieurs éléments de différents types** qu'on appelle **champs** ou **rubriques**.

Enregistrements

Exemple 1 : l'adresse d'une entreprise

l'adresse d'une entreprise commerciale est beaucoup employée dans les correspondances envoyées par l'entreprise. Elle est constituée par le nom de l'entreprise, le numéro de l'entrée dans la rue, le nom de la rue, le numéro de la boîte postale, le code postal de la ville, le nom de la ville et le nom du pays.

Enregistrements

Exemple 1 :

- le nom de l'entreprise ← chaîne de 30 caractères
- le numéro de l'entrée dans la rue ← Entier naturel
- le nom de la rue ← chaîne de 40 caractères
- le numéro de la boîte postale ← Entier naturel
- le code postal de la ville ← Entier naturel
- le nom de la ville ← chaîne de 35 caractères
- le nom du pays ← chaîne de 20 caractères

Diffé-
rents
types

Enregistrements

Exemple 2 : la date

la date est une information que nous employons régulièrement. Elle est constituée d'un nom de jour, le numéro de jour (quantième), du nom du mois, le numéro de l'année.

Enregistrements

Exemple 2 : la date

- le nom du jour ← chaîne de 8 caractères max.
- le numéro du jour dans le mois ← Entier naturel compris entre 1 et 31
- le nom du mois ← chaîne de 9 caractères max.
- le numéro de l'année ← Entier naturel

Enregistrements

Déclaration du type enregistrement

NomTypeEnregistrement = *Type Enregistrement regroupant*

*Liste déclarative
de tous les champs,
telle que donnée dans les
paragraphes de déclaration
des données en entrée et sortie*

FinEnregistrement

Enregistrements

Exemples de déclaration du type enregistrement

DATE = *Type Enregistrement regroupant*

nomJour est de type chaîne de caractères, correspondant au nom du jour ;

numeroJour est de type entier, correspondant au numéro du jour ;

nomMois est de type chaîne de caractères, correspondant au nom du mois ;

numeroAnnee est de type entier, correspondant au numéro de l'année

FinEnregistrement

Enregistrements

ADRESSESOC = *Type Enregistrement regroupant*

nomSoc est de type chaîne de caractères, correspondant au nom de la société ;

numEntree est de type entier, correspondant au numéro de l'entrée sur la rue ;

nomRue est de type chaîne de caractères, correspondant au nom de la rue ;

bp est de type entier, correspondant au numéro de la boîte postale ;

cp est de type entier, correspondant au code postal ;

nomVille est de type chaîne de caractères, correspondant au nom de la ville ;

nomPays est de type chaîne de caractères, correspondant au nom du pays

FinEnregistrement

Enregistrements

Déclaration des variables de type enregistrement

Nom_variable est de type **NomTypeEnregistrement**,
correspond à

Exemples :

depart est de type DATE, correspond à la date de départ en congés ;

adressClient est de type ADRESSESOC, correspond à l'adresse
de la société en cours de traitement

Enregistrements

Référence aux champs des variables de type enregistrement

NomVariable●NomChamp

Exemples :

depart.nomJour pour désigner le nom du jour de la variable
depart

adressClient.bp pour désigner la boîte postale de la variable
adressClient

Enregistrements

Possibilités de déclaration de tableaux comme champs dans un type enregistrement

Possibilités d'utilisation de tableaux d'enregistrements

Possibilités d'utilisation de structures complexes (liste, files, fichiers, etc.) dont les éléments sont de type enregistrement

Enregistrements

Exercice : On veut gérer les étudiants inscrits au cours d'algorithmique de base.

- 1) Lister les informations associées à un étudiant.
- 2) Décrire la structure de données qu'il faudrait employer.
- 3) Ecrire un algorithme qui initialise les données concernant un étudiant.
- 4) Ecrire un algorithme qui initialise les données des N étudiants inscrits au cours d'algorithmique de base.

Enregistrements

- 1) Nom ← Chaîne de 30 caractères
- 2) Prénom ← Chaîne de 50 caractères
- 3) Genre ← Caractère
- 4) Année de naissance ← Entier naturel
- 5) Lieu de naissance ← Chaîne de 30 caractères
- 6) Numéro de téléphone ← Chaîne de 20 caractères
- 7) Email ← Chaîne de 50 caractères
- 8) Filière ← Chaîne de 4 caractères
- 9) Niveau d'étude ← Entier naturel
- 10) Numéro secteur d'habitation ← Entier naturel
- 11) Ville d'habitation ← Chaîne de 20 caractères
- 12) Boite postale ← Chaîne de 10 caractères
- 13) Statut travail ← caractère
- 14) Nationalité ← Chaîne de 15 caractères
- 15) Pays de résidence ← Chaîne de 30 caractères

Enregistrements

ADRESSE = *Type Enregistrement regroupant*

NumTel est de type chaine de 20 caracteres, correspond a

Email est de type chaine de 50 caracteres, correspond a

NumSecteur est de type entier naturel, correspond a

Ville est de type chaine de 20 caracteres, correspond a

Bp est de type chaine de 10 caracteres, correspond a

Pays est de type chaine de 30 caracteres, correspond a

FinEnregistrement

Enregistrements

ETUDIANT = *Type Enregistrement regroupant*

Nom est de type chaîne de 30 caractères, correspond a
Prénom est de type chaîne de 50 caractères, correspond a
Genre est de type caractère, correspond a
AnNais est de type entier, correspond a
LieuNais est de type chaîne de 30 caractères, correspond a
Filière est de type chaîne de 4 caractères, correspond a
Niveau est de type entier naturel, correspond a
StatuTravail est de type caractère, correspond a
Nationalité est de type chaîne de 15 caractères, correspond a
Adr est de type ADRESSE, correspond a

FinEnregistrement

Enregistrements

Exemples de déclarations de variables

toto est de type ADRESSE, correspond a
bonEtudiant est de type ETUDIANT, correspond a
dernier est de type ETUDIANT, correspond a

Exemples d'initialisation des champs des variables

toto.numTel ← « 70726931 »
toto.Email ← « mdandjinou@univ-ouaga3s.org »
toto.numSecteur ← 28

Enregistrements

Exemples de declarations de variables

toto est de type ADRESSE, correspond à ...

bonEtudiant est de type ETUDIANT, correspond à ...

dernier est de type ETUDIANT, correspond à ...

Exemples d'initialisation des champs des variables

bonEtudiant.Nom ← «OUEDRAOGO»

bonEtudiant.Prenom ← «WENDPANGA»

bonEtudiant.Genre ← «H»

bonEtudiant.Adr.NumTel ← «20202020»

bonEtudiant.Adr.Ville ← «Bobo-Dioulasso»

Enregistrements

Exemples d'initialisation des champs des variables

dernier.Nom ← «ZIRCONGO»
dernier.Prenom ← «Sannom»
dernier.Genre ← «H»
dernier.Adr.NumTel ← «50505050»
dernier.Adr.Ville ← «Ouagadougou»

T : tableau [1..6] ETUDIANT

T(1).Nom ← «SARE»
T(1).Prenom ← «Oussou»
T(2).Nom ← «ZAN»
T(2).Prenom ← «Moussa»

FIN

QUESTIONS ?