

ALGORITHME ET PROGRAMMATION II

Algorithmique/Programmation C/C++



Pape Abdoulaye BARRO, Ph.D,

Enseignant-chercheur

UFR des Sciences et technologies
Département Informatique

E-LabTP, Laboratoire des TP à Distance, **UFR-SET**,
Marconi-Lab, Laboratoire de Télécommunications, **ICTP**, **Italie**

Email: pape.abdoulaye.barro@gmail.com

PRÉSENTATION ET OBJECTIF DU COURS

- **Organisation du travail (36h)**

- ☐ Cours magistral

- ☐ TD/TP

- **Evaluation**

- ☐ Contrôles TP

- ☐ Examen écrit

- **Outils de travail**

- ☐ Visual C++

- ☐ Dev-C ++

- **Prérequis**

- ☐ Aucun

GÉNÉRALITÉS

.....0100111010100.....

LES BASES

DÉFINITION 1:

L'algorithme est une suite d'instructions élémentaires, qui une fois exécutée correctement, conduit à un résultat donné.

- Il vient du mathématicien et astronome perse Muhammad ibn al-Khawarizmi, le père de l'algèbre, qui formalisa au 9^e siècle la notion d'algorithme ;
- L'algorithme le plus célèbre est l'algorithme d'Euclide (permettant de calculer le PGCD de deux nombres dont on ne connaît pas la factorisation).

LES BASES

Les *instructions* et les *données* sont codées sous forme de nombres binaires qu'on appelle des *mots*.

- Un *ordinateur* ne manipule que deux valeurs : 0 ou 1. En effet, nos ordinateurs sont constitués de circuits intégrés qui sont composés de nombreuses pistes dans lesquelles passe un courant électrique. Or, dans ces circuits il n'y a que deux possibilités : soit le courant passe et dans ce cas cela équivaut à une valeur de un (1), soit le courant ne passe pas, et dans ce cas c'est la valeur zéro (0) qui est retenue. C'est du *binaire*. Une unité binaire s'appelle un bit (*binary digit*), un mot inventé par **Claude Shannon** en 1948.

LES BASES

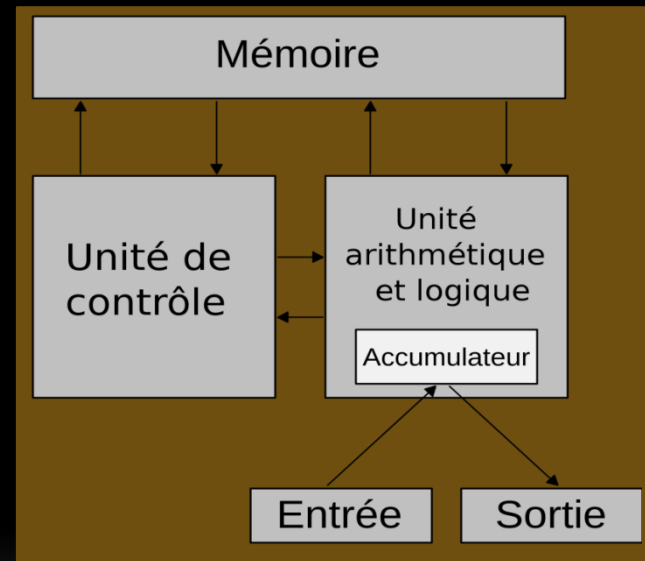
Les **bits** ne sont pas stockés individuellement dans une case **mémoire**. Ils sont regroupés, généralement par multiples de huit (8) c'est-à-dire en **octet** (qui représente les valeurs de 0 à 255).

- Avec l'augmentation des espaces de stockages, de la quantité de mémoire, du besoin de représentation de nombres de plus en plus grands, d'un accès plus rapide à la mémoire ou encore de plus d'instructions, il a fallu augmenter la taille des valeurs à manipuler. De **8**, puis **16**, puis **32**, certains microprocesseurs peuvent manipuler des valeurs de **64** voire **128** bits, parfois **plus**... Ces valeurs deviennent difficiles à décrire et à représenter. Pour ces valeurs, on parle de **mot** mémoire.

LES BASES

Un **ordinateur** est un système de traitement de l'information programmable qui fonctionne par la lecture séquentielle d'un ensemble d'instructions, organisées en programmes, qui lui font exécuter des opérations arithmétiques et logiques.

Les ordinateurs actuels sont tous basés sur des versions améliorées de l'architecture de **Von Neumann** (1944).



LES BASES

L'architecture de Von Neumann est composée de 4 parties distinctes.

- l'**unité arithmétique et logique** (UAL ou ALU en anglais) ou unité de traitement qui a pour rôle d'effectuer les opérations de base. Certaines documentations lui rajoute des registres (quelques cases mémoires intégrés) et lui confère le nom de processeur (CPU) ;
- l'**unité de contrôle** ou de commande (control unit) qui est chargée du séquençage des opérations ou le déroulement du programme. Elle récupère les instructions en mémoire et donne des ordres à l'ALU ;
- la **mémoire** (une suite de petites cases numérotées appelées registre) contient à la fois les données et le programme indiquant à l'unité de contrôle les calculs à faire. Pour pouvoir accéder à la mémoire, il suffit de connaître son adresse;
- les dispositifs d'**entrée-sortie** permettent de communiquer avec le monde extérieur. Il peut s'agir d'un clavier pour entrer les données et d'un écran pour visualiser les résultats.

LES BASES

DÉFINITION 2:

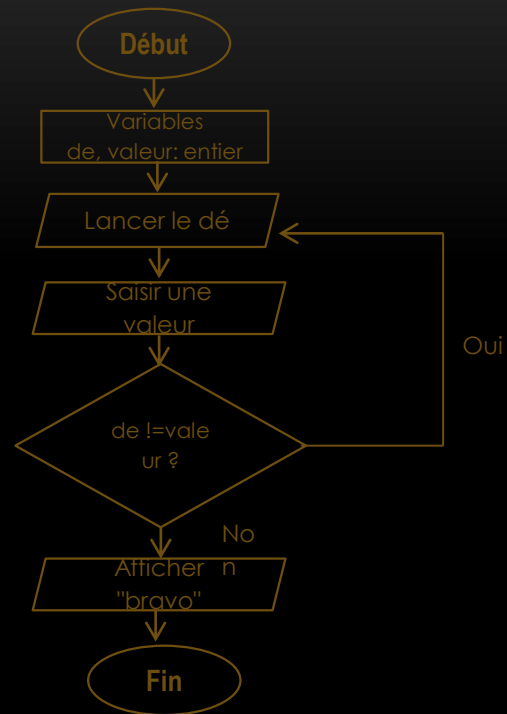
La programmation peut être vue comme l'art de déterminer un **algorithme** (une démarche) pour résoudre un problème et d'exprimer cet algorithme au moyen d'un langage de programmation (exemple C, C++, PYTHON, PHP, JAVA, etc.).

- La programmation est donc une activité fondamentale en informatique.

LES BASES

L'efficacité d'un algorithme est fondamentale pour résoudre effectivement des problèmes. L'efficacité d'un algorithme est mesurée par son coût (**complexité**) en temps et en mémoire.

- La **complexité** d'un algorithme est en temps, le nombre d'opérations élémentaires effectuées pour traiter une donnée de taille n , en mémoire, l'espace mémoire nécessaire pour traiter une donnée de taille n .
 - **Exemple**: lancer un dé est un algorithme très simple, court, concis et rapide. Ce n'est pas toujours le cas pour d'autres algorithmes. Certains pourront nécessiter beaucoup de temps et de ressources.



LE FORMALISME

LE FORMALISME

Prenons l'exemple du jeu dé pour mieux représenter les différentes étapes.

- ❑ 1ère étape : lancer le dé;
 - ❑ 2ème étape : saisir une valeur;
 - ❑ 3ème étape : si la valeur saisie est différente de la valeur du dé, retourner à la *première étape*, sinon continuer;
 - ❑ 4ème étape : afficher "bravo".
-

LE FORMALISME

LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE

Un **organigramme** est constitué de symboles dont les formes sont normalisées. Ces symboles sont reliés entre eux par des lignes fléchées qui indiquent le chemin. Ainsi, nous avons:



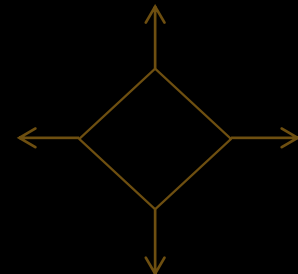
Représente un
début ou une fin



Utilisé pour la
lecture ou l'écriture



Utilisé pour les calculs

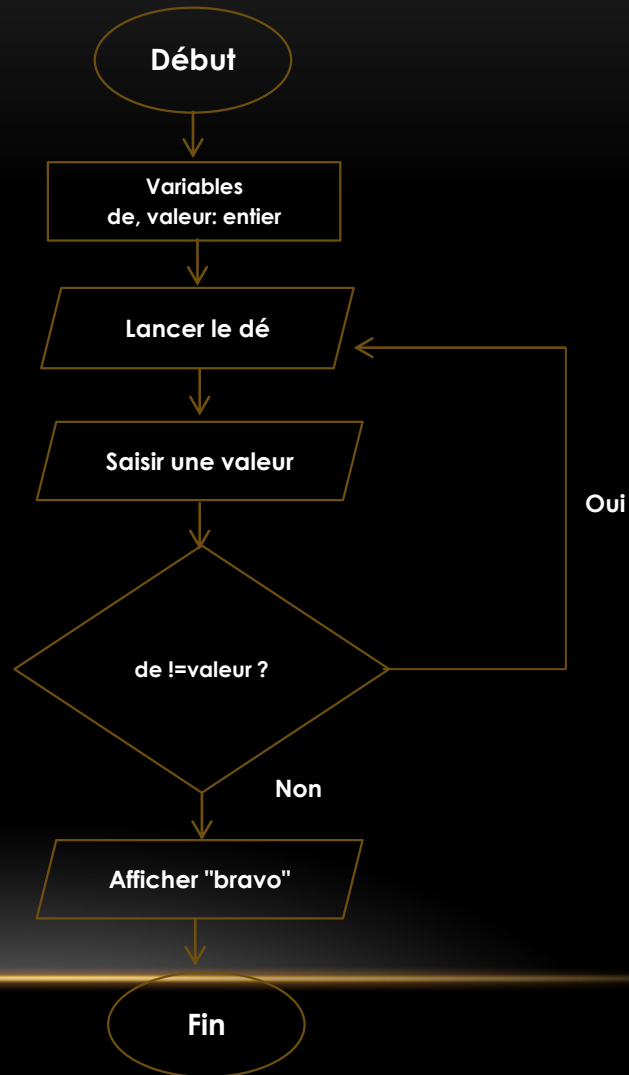


Représente les Tests

LE FORMALISME

L'ORGANIGRAMME

La représentation
graphique du jeu
de dé.



LE FORMALISME

L'ALGORITHME SOUS FORME DE TEXTE

Ecrire un algorithme sous forme de texte est sans doute la manière la plus simple de faire comprendre à un non informaticien ce que votre code est censé faire.

La syntaxe utilisée est simple, précise et concise.

Reprenons notre exemple sur le jeu de dé.

```
/* Commentaires : jeu de dé */
/* Nom du programme */
ALGORITHME jeu_de_de
/* Déclarations des variables, constantes, types, etc */
VARIABLES
    de:entier;
    valeur:entier;
/* Déclarations de fonctions*/
/* Début du programme */
DEBUT
    de←aléatoire(6);
    valeur←0;
    Tantque valeur<>de Faire
        Ecrire ("saisir une valeur ");
        Lire (valeur);
    FinTantQue
    Ecrire ("Bravo");
FIN
```

LE FORMALISME

L'ALGORITHME SOUS FORME DE TEXTE

Ce pseudocode algorithmique, est décomposé en plusieurs parties.

- Le nom de l'algorithme situé après le mot "ALGORITHME",
- Une zone de déclaration des données utilisées par le programme. Cette zone commence par le mot "VARIABLES",
- Les instructions du programme sont encadrées par les mots "DEBUT" et "FIN",
- Chaque instructions est terminée par un point-virgule ";",
- Les commentaires peuvent être encadrés par séquences de caractères "/*" et "*/" s'il s'agit de plusieurs lignes ou par "//" s'il s'agit d'une seule ligne.
- L'affectation permet de donner une valeur à une variable : valeur <- 0 « reçoit ». Si valeur avait une valeur auparavant, cette valeur disparaît. Généralement, le formalisme est la suivante :

`<id_variable> <- <expression>;`

- Les opérations entrées/sorties permettent de récupérer une valeur venant de l'extérieur (Lire) ou de transmettre une valeur à l'extérieur (Ecrire).

LE FORMALISME

LE PROGRAMME EN C

Les lignes en haut qui commencent par `#` sont appelées directives de préprocesseur (un programme qui se lance au début de la compilation).

Elles ajoutent avec le mot clé `include` des fichiers qui existent déjà pour la compilation. Ces fichiers sont appelés des bibliothèques, librairies en anglais).

Exemple, `stdio.h` (pour standard input output) est une bibliothèque qui vous permet entre autres d'interagir avec l'utilisateur.

```
# include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

int main(){
    // déclaration
    int de, valeur ;
    srand( time( NULL ) );
    de = rand() % 6 + 1 ;
    valeur = 0 ;
    while(valeur!=de){
        printf("veuillez saisir une
        valeur \n");
        scanf("%d", &valeur);
    }
    printf("Bravo !");

    return 0;
}
```

LE FORMALISME

LE PROGRAMME EN C

- **main** est la fonction principale. Le programme, commence toujours avec la fonction main. Elle débute avec l'accolade ouvrante « { » et se termine avec l'accolade fermante « } ». Chaque ligne à l'intérieur de main est appelée **instruction**.
- **printf** affiche un message à l'écran. Exemple : `printf("veuillez saisir une valeur ")`.
- antislash (\) puis une seconde lettre indique qu'on veut aller à la ligne (`\n`) ou faire une tabulation (`\t`), etc...
- **scanf** récupère ce que l'utilisateur entre dans la console sous demande de la fonction printf. Il prend en entrée, le format de la donnée (`int` ↔ `%d`, `float` ↔ `%f`, etc.) et le nom de la variable en question précédé du symbole « & ».
- **return 0** indique qu'on est arrivé à la fin de la fonction main en renvoyant la valeur 0. Cela n'empêchera pas le programme de fonctionner mais c'est plus sérieux de le mettre.

LE FORMALISME

LE PROGRAMME EN C++

- Comme dans C, nous avons les directives de préprocesseur. Ici, la standard est `iostream` « Input Output Stream », ce qui veut dire « Flux d'entrée-sortie » et donc est différent de `stdio` de C.
- `using namespace` est un espace de noms. Son rôle est d'éviter les problèmes d'appel de fonction de même noms se situant dans deux bibliothèque différent. `std` correspond à la bibliothèque standard, livrée par défaut avec le langage C++ et dont `iostream` fait partie.
- `cout` (comme `printf` en C) permet d'afficher un message à l'écran. Les morceaux de texte sont séparés par les chevrons ouvrants (`<<`) et le mot clé `endl` est utilisé pour réaliser des retours à la ligne.
- `cin` (comme `scanf` en C) permet de faire entrer des informations dans le programme. Les chevrons fermants (`>>`) sont utilisés pour cela.

```
# include <iostream>
#include <cstdlib>
#include <time.h>

using namespace std ;
int main(){

    // déclaration
    int de, valeur ;
    srand( time( NULL ) );
    de = rand() % 6 + 1 ;
    valeur = 0 ;
    while(valeur!=de){
        cout << "veuillez saisir une
        valeur " << endl;
        cin >> valeur ;
    }
    cout << "Bravo !" << endl;

    return 0;

}
```

LES VARIABLES, LES OPÉRATEURS ET LES OPÉRATIONS

.....< + - * / ^ >.....

VARIABLE

DÉFINITION 3:

Une **variable** est un espace mémoire nommée, de taille fixée prenant au cours du déroulement de l'algorithme un nombre indéfini de valeurs différentes.

- Un algorithme tourne généralement autour des variables;
- Le changement de valeur se fait par l'**opération d'affectation**.
- La variable diffère de la notion de **constante** qui, comme son nom l'indique, ne prend qu'une unique valeur au cours de l'exécution de l'algorithme.

VARIABLE

TYPE DE VARIABLE :

Dans la plupart des langages de programmation, avant de manipuler une variable, il faut préalablement déclarer son type. C'est à dire que la variable en question ne pourra changer de valeur que dans l'intervalle défini par le type qui lui est assigné.

Dans un algorithme, on se contente de 5 types de base, à savoir :

- Les **entiers**: qui sont des nombres sans virgule et qui peuvent être positifs ou négatifs. On parle alors de nombres entiers signés ;
- Les **réels**: qui sont des nombres avec virgule (dite virgule flottante) et qui peuvent être positifs ou négatifs aussi ;
- Les **booléens**: qui définissent deux valeurs (dites binaires) qui sont Vrai ou Faux (ou encore 1 ou 0) ;
- Les **caractères**: qui représentent tous les caractères alphanumériques ;
- Les **chaînes de caractères**: qui représentent des textes constitués de tout type de caractères comme les caractères alphabétique, numériques et symboles.

OPérateURS

TYPES D'OPérateURS :

Un **opérateur** est un outil qui permet d'agir sur une variable ou d'effectuer des calculs.

Il existe plusieurs types d'opérateurs:

- L'**affectation**: qui confère une valeur à une variable ou à une constante. Il est représenté par le symbole «←» (= en C/C++ ...)
- Les **opérateurs arithmétiques** : qui permettent d'effectuer des opérations arithmétiques entre opérandes numériques :

+	addition
-	soustraction
*	multiplication
/	division
mod (% en C/C++)	modulo
^	puissance
div	division entière

OPérateURS

TYPES D'OPérateURS

- Les Opérateurs relationnels :

>	supérieur
<	inférieur
>=	Supérieur ou égal
=<	Inférieur ou égal
= (== en C/C++)	égal
≠ ou < > (!= en C/C++)	différent

- Les opérateurs logiques :
 - Opérateur unaire : «non» «! en C/C++» (négation) ;
 - Opérateurs binaires : «et» «&& en C/C++» (conjonction), «ou» «|| en C/C++» (disjonction).
- La **concaténation** : qui permet de créer une chaîne de caractères à partir de deux chaînes de caractère en les mettant bout à bout. Il est représenté par le symbole « + ».
- ❑ sur les entiers et les réels : **addition, soustraction, multiplication, division, division entière, puissance, comparaisons, modulo** ;
- ❑ sur les booléens : **comparaisons, négation, conjonction, disjonction** ;
- ❑ sur les caractères : **comparaisons** ;
- ❑ sur les chaînes de caractères : **comparaisons, concaténation**

OPÉRATIONS

PRIORITÉ DES OPÉRATIONS :

Lors de l'évaluation d'une expression, la priorité de chaque opérateur permet de définir l'ordre d'exécution des différentes opérations. Pour changer la priorité d'exécution, on utilise les parenthèses.

- Ordre de priorité décroissante des opérateurs arithmétiques et de concaténation :
 - « \wedge » ;
 - «*», «/» et «div» ;
 - «mod» ;
 - «+» et «-» ;
 - «+» (concaténation).
- Ordre de priorité décroissante des opérateurs logiques :
 - «non» ;
 - «et» ;
 - «ou».

NOTION DE VARIABLE EN C

En C, lorsqu'on crée une variable, il faut toujours indiquer son type. Le tableau ci-dessous, donne les noms des types et leur plage.

type	Min	Max
Signed char	-127	127
int	-32 767	32 767
long	-2 147 483 647	2 147 483 647
float	-1×10^{37}	1×10^{37}
double	-1×10^{37}	1×10^{37}

Ces types sont signés (**signed**) mais il existe d'autres types non signés (**unsigned**) qui ne stockent que des nombres positifs.

- **Exemple** : **signed int** peut aller jusqu'à 32 767 alors que **unsigned int** va jusqu'à 65 535.

NOTION DE VARIABLE EN C

- `type nom_variable` permet de déclarer une variable. Mais le nommage des variables est régi par les règles suivantes :
 - elle commence par une lettre ;
 - les espaces sont interdits. On peut utiliser « underscore » pour cela ;
 - on ne peut utiliser des accents ;
 - on peut utiliser des minuscules, des majuscules et des chiffres.
- Pour **déclarer une constante**, il faut utiliser le mot `const` devant le `type` et il est obligatoire de lui donner une valeur au moment de sa déclaration.
- Pour **afficher le contenu d'une variable** avec `printf`, on utilise le format du type de la variable (ex : `%d` pour les `int` ou `%f` pour les `float`) à l'endroit où l'on souhaite afficher la valeur de la variable.
- Il est possible d'**afficher la valeur de plusieurs variables dans un seul printf**. Il vous suffit pour cela d'indiquer des `%d` ou des `%f` là où vous voulez, puis d'indiquer les variables correspondantes dans le même ordre, séparées par des virgules.

NOTION DE VARIABLE EN C++

En C++, c'est presque pareil, sauf que coté *initialisation d'une variable*, on peut décider de faire comme le C ou avec une syntaxe propre à C++ qui est : *TYPE NOM (VALEUR)*. Aussi, pour l'affichage du contenu d'une variable avec *cout* et les chevrons (*<<*), il suffit simplement de mettre le nom de la variable à l'endroit du texte à afficher.

- Opérateur ternaire: Il permet l'affectations du type.
 - Syntaxe: Si *condition* est vraie alors *variable* vaut *valeur*, sinon *variable* vaut *autre valeur*.
 - Exemple: `int a = (b > 0) ? 10 : 20;`
- Les opérateurs de manipulation de bit :
 - `&` : ET bit à bit
 - `|` : OU bit à bit
 - `^` : OU Exclusif bit à bit
 - `<<` : Décalage à gauche
 - `>>` : Décalage à droite
 - `~` : Complément à un (bit à bit)
- La fonction *sizeof* est utilisée pour connaître la taille en mémoire d'une variable passé en paramètre.
 - `int a = 1; sizeof(a)` donne 4; `double a = 3,14; sizeof(a)` donne 8.

EXERCICES D'APPLICATIONS

Application 1 :

Ecrire un algorithme/programme permettant de déclarer deux variables de type réel, de saisir les valeurs, de calculer et d'afficher leur somme, produit et moyenne.

Application 2 :

Ecrire un algorithme/programme qui permet de permuter les valeurs de A et B sans utiliser de variable auxiliaire.

Application 3 :

Ecrire un algorithme/programme permettant de déclarer trois variables A, B, C de type réel, d'initialiser leurs valeurs et ensuite d'effectuer la permutation circulaire des trois variables.

Application 4 :

Ecrire un algorithme/programme qui permet de saisir les paramètres d'une équation du second degré et de calculer son discriminant delta.

Application 5 :

Ecrire un algorithme/programme qui à partir de la valeur saisie du côté d'un carré donné, permet de calculer son périmètre et sa surface et affiche les résultats à l'écran.

STRUCTURES DE CONTRÔLES

STRUCTURES DE CONTRÔLES

Un ordinateur exécute un programme de manière séquentielle. Pour lui doter de l'intelligence relative afin d'être capable d'effectuer des choix ou des boucles sur un bloc d'instructions et de casser cette linéarité, il va falloir utiliser les structures de contrôle.

Parmi les structures de contrôle nous avons :

- LES STRUCTURES CONDITIONNELLES
- LES STRUCTURES ITERATIVES

LES STRUCTURES CONDITIONNELLES

INSTRUCTION CONDITIONNELLE

Syntaxe en Algorithme

```
Si(condition) alors  
    {instructions}  
Fin Si
```

Syntaxe en C/C++

```
if(condition) {  
    /*instructions*/  
}
```

Condition est une expression booléenne

Exemple:

.....

```
Si(jour <> 7) alors  
    écrire('Je vais à l'école')  
Fin si
```

....

.....

```
if(jour != 7) {  
    cout << "Je vais à l'école" << endl;  
}
```

....

LES STRUCTURES CONDITIONNELLES

INSTRUCTION CONDITIONNELLE

Syntaxe en Algorithme

```
Si(condition) alors
    {instructions}
Sinon
    {instructions}
Fin Si
```

Syntaxe en C/C++

```
if(condition) {
    /*instructions*/
} else {
    /*instructions*/
}
```

Exemple:

.....

```
Si(jour <> 7 ET greve=Faux) alors
    écrire("'Je vais à l'école'")
Sinon
    écrire("'Il n'y a pas école'")
Fin si
```

....

.....

```
if(jour != 7 && greve==Faux) {
    cout <<"Je vais à l'école"<<endl;
} else {
    cout <<"Il n'y a pas école"<<endl;
}
```

....

LES STRUCTURES CONDITIONNELLES

INSTRUCTION CONDITIONNELLE - IF IMBRIQUÉES

Syntaxe en Algorithme

```
Si(condition 1) alors
    {instructions}
Sinon Si(condition 2) alors
    {instructions}
....
Sinon Si(condition n) alors
    {instructions}
Sinon
    {instructions}
Fin Si
```

Exemple:

```
...
Si(jour=1) alors
    Ecrire('Lundi')
Sinon Si(jour=2) alors
    Ecrire('Mardi')
Sinon Si(jour=3) alors
    Ecrire('Mercredi')
Sinon Si(jour=4) alors
    Ecrire('Jeudi')
Sinon Si(jour=5) alors
    Ecrire('Vendredi')
Sinon Si(jour=6) alors
    Ecrire('Samedi')
Sinon
    Ecrire('Dimanche')
Fin Si
...
```

STRUCTURE A CHOIX MULTIPLE

Elle permet dans certain cas d'éviter une abondance d'instruction if imbriquées.

Syntaxe en Algorithme

```
Choix selon(expression)
  cas valeur1
    {instruction 1}
  interrompre
  cas valeur2
    {instruction 2}
  interrompre
  ...
  par défaut
    {suite_instruction}
Fin cas
```

Exemple:

```
...
  Choix selon(jour)
    cas 1
      Ecrire('Lundi')
    interrompre
    cas 2
      Ecrire('Mardi')
    interrompre
    cas 3
      Ecrire('Mercredi')
    interrompre
    cas 4
      Ecrire('Jeudi')
    interrompre
    cas 5
      Ecrire('Vendredi')
    interrompre
    cas 6
      Ecrire('Samedi')
    interrompre
    par défaut
      Ecrire('Dimanche')
  Fin cas
...
```

STRUCTURE A CHOIX MULTIPLE

Syntaxe en C/C++

```
switch (expression)
{
    case valeur1:
        {instruction 1};
        break;
    case valeur2:
        {instruction 2};
        break;
    ...
    default:
        {suite_instruction} ;
        break;
}
```

Exemple:

```
...
switch(jour)
{
    case 1:
        cout << "Lundi" << endl;
        break;
    case 2:
        cout << "Mardi" << endl;
        break;
    case 3:
        cout << "Mercredi" << endl;
        break;
    case 4:
        cout << "Jeudi" << endl;
        break;
    case 5:
        cout << "Vendredi" << endl;
        break;
    case 6:
        cout << "Samedi" << endl;
        break;
    default:
        cout << "Dimanche" << endl;
}
...
```

STRUCTURES ITERATIVES

Une itération consiste en la répétition d'un blocs d'instructions jusqu'à ce qu'une certaine condition soit vérifiée.

Il en existe 2 sortes:

- Le nombre d'itérations est connu d'avance
- Le nombre d'itération dépend du résultat précédemment obtenue.

Supposons qu'on veut afficher tous les nombres entiers comprises entre 9 et 999. il va falloir faire:

Ecrire('9')

Ecrire('10')

...

Ecrire('999')

Une tâche répétitive fastidieuse. D'où la nécessité de trouver une solution alternative.

STRUCTURES ITERATIVES

ITERATION POUR

Syntaxe en Algorithme

```
Pour i allant de MIN à MAX par pas de PAS faire  
    {instructions}  
Fin pour
```

Syntaxe en C/C++

```
for (initialisation ; condition ; incrémentation){  
    /*instructions*/  
}
```

BOUCLE AVEC COMPTEUR

Exemple:

```
.....  
Pour i allant de 9 à 999 faire  
    écrire('i=', i)  
Fin pour  
....
```

```
.....  
int compteur(0);  
for (compteur = 9; compteur < 1000 ; compteur++)  
{  
    cout << compteur << endl;  
}  
....
```

STRUCTURES ITERATIVES

ITERATION FAIRE...TANT QUE

Syntaxe en Algorithme

```
Faire
    {instructions}
Tant que (condition_de_reprise)
```

```
Répéter
    {instructions}
Jusqu'à(condition_de_sortie)
```

Exemple:

```
....
Faire
    Ecrire('' veuillez entrer un entier ?'')
    Lire(nombre)
Tant que (nombre<0)
....
Répéter
    Ecrire('' veuillez entrer un entier ?'')
    Lire(nombre)
Jusqu'à (nombre>0)
....
```

Syntaxe en C/C++

```
do{
    /*instructions*/
}while(condition_de_reprise);
```

le contenu de la boucle sera toujours lu au moins une fois.

```
....
int nombre(0);
do
{
    cout << "veuillez entrer un entier ?" << endl;
    cin >> nombre;
} while (nombre< 0);
...
```

STRUCTURES ITERATIVES

ITERATION TANT QUE ... FAIRE

Syntaxe en Algorithme

```
Tant que (condition) faire
    {instructions}
Fin tant que
```

Syntaxe en C/C++

```
while(condition ){
    /*instructions*/
}
```

La condition d'entrée doit être définie au préalable sinon, en implémentant votre algorithme, vous risquez d'avoir des comportements étranges.

Exemple:

```
.....
Ecrire("Entrez un entier naturel")
Lire(n)
result ← 0;
i ← 1;
Tant que(i ≤ n) faire
    result ← result + i;
    i ← i + 1;
Fin tant que
Ecrire("Somme =", result)
....
```

```
.....
int result(0), i(1), n;
cout << "Entrez un entier naturel ?" << endl;
cin >> n;
while(i ≤ n)
{
    result = result + i;
    i = i + 1;
}
cout << "Somme =" << result << endl;
....
```


EXERCICES D'APPLICATIONS

Application 6 :

Écrivez un algorithme/programme qui calcule les solutions réelles d'une équation du second degré $ax^2+bx+c = 0$ en discutant la formule:

- Utilisez une variable d'aide d pour la valeur du discriminant $b^2 - 4*a*c$ et décidez à l'aide de d , si l'équation a une, deux ou aucune solution réelle. Utilisez des variables du type entier pour a , b et c . On suppose que les valeurs saisies sont non nulles. Affichez les résultats et les messages nécessaires sur l'écran

Application 7 :

Écrivez un programme qui permet de calculer la superficie d'un cercle, d'un rectangle ou d'un triangle. L'utilisateur saisira "C", "R" ou "T" selon la superficie de la figure qu'il souhaite calculer, ensuite il saisira les dimensions.

Selon le choix de l'utilisateur, l'algorithme doit pouvoir lui demander de saisir les dimensions appropriées.

Afficher ensuite à l'écran selon son choix la superficie demandée

Application 8 :

Ecrire un programme qui permet de faire les opérations suivantes :

- Ecrire un programme qui affiche la somme des n premiers entiers naturels. La valeur de n est saisie au clavier lors de l'exécution.
- Ecrire un programme qui affiche la somme des entiers compris entre les entiers d et f . Les valeurs de d et f sont saisies au clavier lors de l'exécution.
- Ecrire un programme qui affiche la somme des valeurs absolues des entiers compris entre les entiers relatifs d et f . Les valeurs de d et f sont saisies au clavier lors de l'exécution.

TABLEAUX

A horizontal golden glow or light streak that spans the width of the slide, positioned just below the word 'TABLEAUX'.

TABLEAU

Un tableau est une liste d'éléments ayant le même type et désignés sous le même nom et accessibles par indices (**commençant par 1**) .

- TABLEAU UNIDIMENSIONNEL

- Il est déclaré comme suit:

nomTableau: tableau[taille] de type

- **Exemple**: Notes : tableau[10] de réels- TABLEAU BIDIMENSIONNEL (on peut avoir un tableau multidimensionnel)
 - Il est déclaré comme suit:

nomTableau: tableau[ligne][colonne] de type

- **Exemple**: matrice: tableau[2][3] de réels
 - **Lecture**: **écrire**(nomTableau[i][j][k]...[n])
 - **Ecriture**: **lire**(nomTableau[i][j][k]...[n])
 - **Affectation**: nomTableau[i][j][k]...[n] ← Valeur

TABLEAU EN C++

- TABLEAU UNIDIMENSIONNEL

- Il est déclaré comme suit:

Type nom [taille] ;

- **Exemple**: double notes[10] ;

- TABLEAU BIDIMENSIONNEL (on peut avoir un tableau multidimensionnel)

- Il est déclaré comme suit:

type nom [ligne][colonne] ;

- **Exemple**: double matrice[2][3] ;

- **Lecture**: `cout << nomTableau[i][j][k]...[n] << endl;`

- **Ecriture**: `cin >> nomTableau[i][j][k]...[n];`

- **Affectation**: `nomTableau[i][j][k]...[n] = Valeur;`

DÉCLARATION TYPEDEF

- Elle permet d'attribuer un nom à un type. Sa forme générale est:
typedef <déclaration>

- C'est très pratique pour nommer certains types de tableaux :

```
typedef int Matrice[2][3]; // définit un type Matrice
```

- Et de l'utiliser pour déclarer ensuite, son équivalent :

```
Matrice M;
```

TABLEAUX DYNAMIQUES - VECTOR

Un tableau dynamique est un tableau dont la taille peut varier.

- Syntaxe: **vector**<TYPE> nom(TAILLE); // Il va falloir inclure la bibliothèque <vector>
- Quelques fonctions utiles:
 - **push_back ()**: Ajout à la fin du vecteur
 - **pop_back ()**: retire de la fin du vecteur
 - **size()** : retourne le nombre d'éléments du vecteur
 - **erase()** : supprime un éléments ou un intervalle d'un vecteur et déplace les éléments suivants.
- **Exemples:**
 - ❑ Créer un tableau vide: `vector <double> tab;`
 - ❑ Créer un tableau de 10 éléments: `vector <int> tab(10);`
 - ❑ Créer un tableau de 10 éléments initialisés à 0:
 - ❖ `vector <int> tab(10, 0);`
 - ❖ `tab.push_back(3);` // ajout du 11^{ème} case au tableau de valeur 3;
 - ❖ `tab.pop_back();` // suppression de la dernière case du tableau;
 - ❖ `int const taille(tab.size());` // variable contenant la taille du tableau;
 - ❖ `tab.erase(tab.begin()+5);` // suppression du 6^{ième} élément;
 - ❖ `tab.erase(tab.begin(), tab.begin()+5);` // suppression des 5 premiers éléments;

TABLEAUX DYNAMIQUES - VECTOR

Il est également possible de créer des tableaux multidimensionnels de taille variable en utilisant les vector.

- Syntaxe pour 2D: **vector<vector<TYPE>> nom;** // nous avons plus tôt un tableau de ligne.

Exemples:

- ❖ `vector<vector<int>> mat;`
- ❖ `mat.push_back(vector(3));` //ajout d'une ligne de 3 cases;
- ❖ `mat[0].push_back(4);` //ajout d'une case contenant 4 à la 1^{ière} ligne du tableau;
- ❖ `mat[0][2] = 6;` // change la valeur de la cellule (0, 2) du tableau;

STRING ET TABLEAUX

Une chaîne de caractère est en réalité un tableau de caractères. Ce qui veut dire qu'il a beaucoup de points communs avec les vecteurs.

- Pour pouvoir utiliser la classe standard, il faut rajouter la bibliothèque `<string>`;
 - Elle embarque toutes les opérations de base sur les chaînes:
 - ❑ Déclaration: `string s1; string s2="Hello";`
 - ❑ Saisie et Affichage: `cin>>s1; cout<<s2;`
 - ❑ Concaténation: `string s3=s1+s2;`
 - ❖ `s3.size();` // pour connaître le nombre de lettres;
 - ❖ `s3.push_back("!");` // pour ajouter des lettres à la fin;
 - ❖ `s3.at(i);` // pour récupérer le i-ème caractère;
 - ❖ `getline(cin, s4);` // pour saisir une chaîne de caractères en utilisant le passage à la ligne comme séparateur (notre chaîne de caractères peut alors comporter des espaces);

STRING ET TABLEAUX

Exemple:

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;

int main()
{
    string prenom("Masamba");
    cout << "Je suis" << prenom << "et toi ?" << endl;
    prenom[2] = 'd';
    prenom[3] = 'e';
    cout << "moi c'est" << prenom << "!" << endl;

    return 0;
}
```

EXERCICES D'APPLICATIONS

Application 9 :

Ecrivez un programme qui lit au clavier une suite de nombres entiers positifs ou nuls et qui les affiche dans l'ordre inverse de leur lecture. La frappe d'un nombre négatif indique la fin de la série. Nous avons des raisons de penser qu'il n'y aura pas plus de 100 nombres.

Application 10 :

On considère un tableau `tab` de `N` entiers. Ecrire un programme permettant:

- a) de compter le nombre d'éléments nuls de `tab`
- b) de chercher la position et la valeur du premier élément non nul de `tab`
- c) de remplacer les éléments positifs par leur carré

Application 11 :

Ecrire un programme qui permet de saisir des nombres entiers dans un tableau à deux dimensions `TAB [10][20]` et de calculer les totaux par ligne et par colonne dans des tableaux `TOTLIG[10]` et `TOTCOL[20]`.

Application 11 :

Ecrire un programme qui permet de chercher une valeur `x` dans un tableau à deux dimensions `t[m][n]`. Le programme doit aussi afficher les indices ligne et colonne si `x` a été trouvé.

**TRI D'UN TRAVAUX,
RECHERCHE D'UN ÉLÉMENT**

TRI

- Etant donné une collection d'entier placés dans un tableau. L'idée fondamentale est de trier le tableau dans l'ordre croissant.
- Les opérateurs de comparaison (\leq , \geq , $>$, $<$, ...) sont activement utilisés.
- On peut citer quelques algorithmes de tris:
 - Tris élémentaires (tris naïfs)
 - Tri par insertion
 - Tri par sélection
 - ...
 - Tris avancés (Diviser pour régner)
 - Tri fusion
 - Tri rapide
 - ...

TRI

PAR INSERTION

Le tri par insertion consiste à pré-trier une liste afin d'entrer les éléments à leur bon emplacement dans la liste triée. à l'itération i , on insère le i -ième élément à la bonne place dans la liste des $i-1$ éléments qui le précède.

□ Principe:

- On commence par comparer les deux premiers éléments de la liste et de les trier dans un ordre;
- puis un troisième qu'on insère à sa place parmi les deux précédents;
- puis un quatrième qu'on insère à sa place parmi les trois autres;
- ainsi de suite jusqu'au dernier.

TRI

PAR INSERTION

Considérons un tableau d'entiers de n éléments à trier.

❑ Algorithme

Pour (i allant de **2** à **n**) faire

$j \leftarrow i$;

$tampon \leftarrow tab[i]$;

 Tant que (**$j > 1$** ET **$tab[j-1] > tampon$**) faire

$tab[j] \leftarrow tab[j-1]$;

$j \leftarrow j-1$;

 Fin tant que

$tab[j] \leftarrow tampon$;

Fin pour

❑ Complexité

Pour apprécier la complexité de cet algorithme, il suffit d'analyser le nombre de comparaisons effectué ainsi que le nombre d'échange lors du tri. On remarque qu'il s'exécute en $\Theta(n^2)$.

$$\text{➤ } n!1(12 + 13 + n!4(15 + 16) + 17) = n(12 + 13 + 17) + n^2(15 + 16) \rightarrow \Theta(n^2)$$

TRI

PAR SÉLECTION

Le tri par sélection consiste à rechercher le minimum parmi les éléments non triés pour le placer à la suite des éléments déjà triés.

❑ Principe:

- Il suffit de trouver le plus petit élément et le mettre au début de la liste;
- Ensuite, de trouver le deuxième plus petit et le mettre en seconde position;
- Puis, de trouver le troisième plus petit élément et le mettre à la troisième place;
- Ainsi de suite jusqu'au dernier.

TRI

PAR SÉLECTION

Considérons un tableau d'entiers de n éléments à trier.

□ Algorithme

```
Pour (i allant de 1 à n-1) faire
  Pour (j allant de i+1 à n) faire
    Si(Tab[i] > tab[j]) alors
      tampon ← tab[i];
      tab[i] ← tab[j];
      tab[j] ← tampon;
    Fin Si
  Fin pour
Fin pour
```

□ Complexité

On remarque qu'il s'exécute en $\Theta(n^2)$.

TRI

PAR FUSION

Le tri par fusion consiste à fusionner deux tableaux triés pour former un unique tableau trié. Il s'agit d'un algorithme “diviser-pour-régner”.

□ Principe:

❖ Etant donné un tableau $\text{tab}[n]$:

- si $n = 1$, retourner le tableau tab ;
- Sinon:
 - ✓ Trier le sous-tableau $\text{tab}[1 \dots n/2]$;
 - ✓ Trier le sous-tableau $\text{tab}[n/2 + 1 \dots n]$;
 - ✓ Fusionner ces deux sous-tableaux...

TRI

PAR FUSION

Considérons un tableau d'entiers de n éléments à trier.

□ Algorithme

[Devoir maison]

□ Complexité

On remarque qu'il s'exécute en $\Theta(n \log_2 n)$ opérations.

TRI

RAPIDE

Le tri rapide ou encore tri de Hoare (du nom de l'inventeur) est aussi un tri basé sur le principe "diviser-pour-régner".

❑ Principe:

- Il consiste à placer un élément du tableau (le pivot) à sa place définitive, en permutant tous les éléments qui lui sont inférieurs à gauche et ceux qui lui sont supérieurs à droite (le **partitionnement**).
- Pour chacun des sous-tableaux, on définit un nouveau pivot et on répète l'opération de partitionnement.

TRI

RAPIDE

Considérons un tableau d'entiers de n éléments à trier.

❑ Algorithme

[Devoir maison]

❑ Complexité

On remarque qu'il s'exécute en $\Theta(n^2)$ dans le pire des cas. Mais elle peut être en $\Theta(n \log_2 n)$ en moyenne.

RECHERCHE D'UN ÉLÉMENT

RECHERCHE LABORIEUSE

Soit x l'élément à rechercher dans un tableau t de n entiers.

❑ Principe:

- On parcourt complètement le tableau et pour chaque élément, on teste l'égalité avec x .
- En cas d'égalité, on mémorise la position.

❑ Algorithme

.....

$indice \leftarrow 0$;

Pour i allant de 1 à n faire

 Si ($t[i]=x$) alors

$indice \leftarrow i$;

 Fin Si

Fin Pour

retourner $indice$;

.....

RECHERCHE D'UN ÉLÉMENT

RECHERCHE SEQUENTIELLE

Soit x l'élément à rechercher dans un tableau t de n entiers.

□ Principe:

- On parcourt séquentiellement le tableau jusqu'à trouver l'élément dans une séquence.
- Si on arrive à la fin sans le trouver c'est qu'il n'est pas contenu dans la séquence.

□ Algorithme

.....

Pour i allant de 1 à n faire

 Si ($t[i]=x$) alors

 retourner i ;

 Fin Si

Fin Pour

retourner 0;

.....

RECHERCHE D'UN ÉLÉMENT

RECHERCHE DICHOTOMIQUE

Soit x l'élément à rechercher dans un tableau t **ordonné** de n entiers.

❑ Principe:

- On compare l'élément à rechercher avec celui qui est au milieu du tableau.
- Si les valeurs sont égales, la tâche est accomplie sinon on recommence dans la moitié du tableau pertinente.

❑ Algorithme

.....

bas $\leftarrow 1$;

haut $\leftarrow \text{taille}(t)$;

position $\leftarrow -1$;

Repeter

Si ($x = t[\text{milieu}]$) alors

 position $\leftarrow \text{milieu}$;

Sinon Si ($t[\text{milieu}] < x$) alors

 bas $\leftarrow \text{milieu} + 1$

Sinon

 haut $\leftarrow \text{milieu} - 1$

Fin Si

jusqu'à ($x = t[\text{milieu}]$ OU bas $>$ haut)

retourner position

.....

POINTEURS

A horizontal golden glow or light streak is positioned below the word "POINTEURS", extending across the width of the text.

POINTEURS

DÉFINITION

Un pointeur est une variable spéciale qui peut contenir l'adresse d'une autre variable.

- Si un pointeur P contient l'adresse d'une variable N, on dit que '*P pointe sur N*'.
- Les pointeurs et les noms de variables ont presque le même rôle (à *exception près*):
 - Ils donnent accès à un espace mémoire.
 - Un pointeur peut 'pointer' sur différentes adresses tant que le nom d'une variable reste toujours lié à la même adresse.

POINTEURS

DÉCLARATION, AFFECTATION & MANIPULATION

- **Déclaration**

- Syntaxe: `<pointeur>:^<type>`
- **Exemple**: Variable `monPointeur: ^entier`

- **Affectation**

- Syntaxe: `<pointeur> ← <adresse(variable)>`
- Ici on considère que `adresse` est une fonction. Elle nous renvoie l'adresse mémoire d'une variable

- **Manipulation**

- `pointeur^←valeur`
- `Lire(pointeur^)`
- `Ecrire(pointeur^)`

POINTEURS EN C/C++

DÉCLARATION, AFFECTATION & MANIPULATION

- **Déclaration**

- Syntaxe: `<type> *<nom>`
- Exemple: `int *p;`

- **Affectation**

- Syntaxe: `<pointeur> = &(variable);`
- Exemple:
 - `int n=10;`
 - `int *p(0);`
 - `p=&n;`

- **Manipulation**

- `cout << "entrer une valeur";`
- `cin >> *p; // écrire dans la case mémoire pointée par p`
- `cout << "La valeur est : " << *p<< endl;`
- `cout << "L'adresse est : " << p<< endl;`

POINTEURS EN C

ALLOCATION DYNAMIQUE, LIBÉRATION DE LA MÉMOIRE

- Pour demander manuellement une case mémoire, on utilise l'opérateur **malloc** qui signifie « Memory ALLOCation ».
- **malloc** est une fonction ne retournant aucune valeur (**void**) (on n'en reviendra plus tard) :
 - **void*** malloc(**size_t** nombreOctetsNecessaires);
 - **Exemple:**
 - **int*** p= **NULL**;
 - p = malloc(**sizeof**(int));
- On peut libérer la ressource après usage via l'opérateur **free**
- **Free** également est une fonction ne revoyant aucune valeur.
 - **void** free(**void*** p);
 - **Exemple:** **free**(p);

POINTEURS EN C/C++

ALLOCATION DYNAMIQUE D'UN TABLEAU

- L'allocation dynamique d'un tableau est un mécanisme très utile. Elle permet de demander à créer un tableau ayant exactement la taille nécessaire (pas plus, ni moins).
- Si on veut créer un tableau de n élément de type `int` (par exemple), on fera appel à `malloc`.
 - **Exemple:**
 - `int *t = NULL;`
 - `t = (int *)malloc(n*sizeof(int));`
- Autres fonctions
 - `calloc`: identique à `malloc` mais avec initialisation des cases réservées à 0.
 - `void* calloc(size_t taille, size_t nombreOctetsNecessaires);`
 - `realloc` : permet d'agrandir une zone mémoire déjà réservée
 - `void* realloc(void* tableau, size_t nombreOctetsNecessaires);`
 - **Exemple:**
 - `t = (int *) calloc (taille, sizeof(int));`
 - `taille = taille+10;`
 - `t =(int *) realloc(t, taille*sizeof(int));`

POINTEURS EN C++

ALLOCATION DYNAMIQUE, LIBÉRATION DE LA MÉMOIRE

- Pour demander manuellement une case mémoire, on utilise l'opérateur **new**.
- Syntaxe: <pointeur> = **new** type
 - **Exemple:**
 - `int *p(0);`
 - `p = new int;`
- On peut accéder à la case et modifier sa valeur
 - **Exemple:** `*p = 10;`
- On peut libérer la ressource après usage via l'opérateur **delete**
 - **Exemple:** `delete p;`

POINTEURS EN C++

ALLOCATION DYNAMIQUE D'UN TABLEAU

- Un tableau dynamique est un tableau dont le nombre de cases peut varier au cours de l'exécution du programme. Il permet d'ajuster la taille du tableau au besoin du programmeur.
- L'utilisation de `delete[]` permet de détruire un tableau précédemment alloué grâce à `new []`.
- **Tableau unidimensionnel**
 - **Exemple:**
 - `int i, taille;`
 - `...`
 - `cout << « Entrez la taille du tableau: »;`
 - `cin >> taille;`
 - `int *t;`
 - `t = new int[taille];`
 - `...`
 - `delete[] t;`

POINTEURS EN C++

ALLOCATION DYNAMIQUE D'UN TABLEAU

- Tableau à deux dimensions

- Exemple:

- `int **t;`

- `int nColonnes;`

- `int nLignes;`

- ...

- `t = new int* [nLignes];`

- `for (int i=0; i < nLignes; i++)`
`t[i] = new int[nColonnes];`

- ...

- `delete[] t;`

EXERCICES D'APPLICATIONS

Application 12 :

Ecrivez un programme déclarant une variable `i` de type `int` et une variable `p` de type pointeur sur `int`. Affichez les dix premiers nombres entiers en :

- n'incrémentant que `*p`
- n'affichant que `i`

Application 13 :

Écrire un programme qui lit un entier `n` au clavier, alloue un tableau de `n` entiers initialisés à 0, remplir le tableau par des valeurs saisies au claviers et affiche le tableau.

Application 14 :

Ecrire un programme qui place dans un tableau `T` les `N` premiers nombres impairs, puis qui affiche le tableau. Vous accéderez à l'élément d'indice `i` de `t` avec l'expression `*(t + i)`.

Application 15 :

Ecrivez un programme qui demande à l'utilisateur de saisir un nombre `n` et qui crée une matrice `T` de dimensions `n*n` avec un tableau de `n` tableaux de chacun `n` éléments. Nous noterons `tij=0` `j`-ème élément du `i`-ème tableau. Vous initialiserez `T` de la sorte : pour tous `i, j`, `tij=1` si `i=j` (les éléments de la diagonale) et `tij=0` si `i≠j` (les autres éléments). Puis vous afficherez `T`.

FONCTIONS, PROCÉDURES

STRUCTURES, ÉNUMÉRATIONS

FICHIERS

A horizontal golden glow or light streak that spans the width of the page, positioned directly below the word 'FICHIERS'.

**LISTES CHAINÉES, PILES,
FILES, ARBRES,**

PROGRAMMATION ORIENTÉE OBJETS