UTOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

ALGORITHME & PROGRAMMATION STRUCTUREE

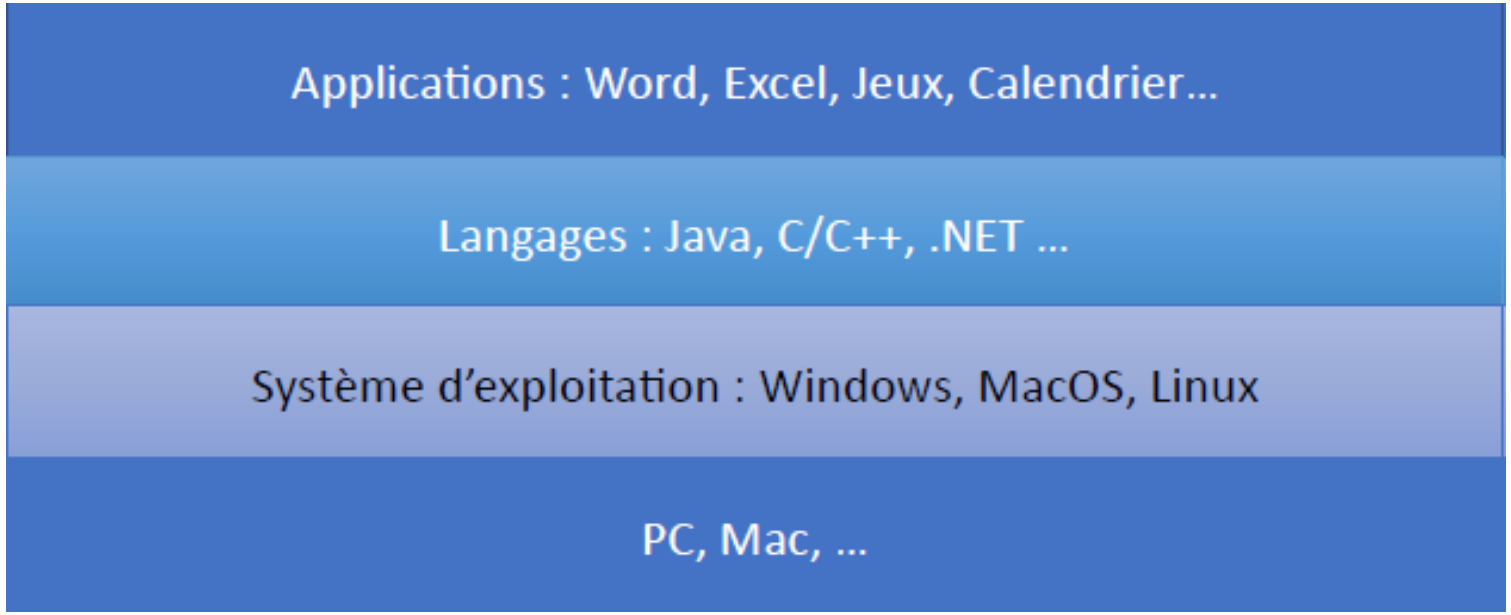
Indispensable avant la programmation

- Apprendre les concepts de base de l'algorithmique et de la programmation.
- Etre capable de mettre en oeuvre ces concepts pour analyser des problèmes simples et écrire les programmes correspondants.

Pourquoi fait-on des algorithmes ?

L'informatique : c'est quoi ?

- Techniques du traitement automatique de l'information au moyen des ordinateurs.
- Eléments d'un système informatique :



Les éléments d'un ordinateur

- **Unité centrale (le boitier)** :
  - Processeur ou CPU (Central Processing Unit)
  - Mémoire centrale
  - Disque dur, lecteur, . . .
  - Cartes spécialisées (carte graphiques, réseau,...)
  - Interfaces d'entrée-sortie (USB, HDMI, VGA)
- **Périphériques** :
  - Moniteur, clavier, souris
  - Modem, imprimante, scanner,...

Qu'est-ce qu'un système d'exploitation ?

Ensemble de programmes qui gère le matériel et contrôle les applications :

- **Gestion des périphériques**
  Affichage à l'écran, lecture du clavier, pilotage d’une imprimante,. . .
- **Gestion des utiliateurs et de leur données**
  Comptes, partage des ressources, gestion des fichiers et répertoires,. . .
- **Interface avec l’utilisateur**
  Textuelle ou graphique : Interprétation des commandes
- **Contrôle des programmes**
  Découpage en taches, partage du temps processeur,. . .

Qu'est-ce qu'un langage informatique ?

Un langage informatique est un outil permettant de donner des ordres (instructions) à la machine ou chaque instruction correspond une action du processeur.

- **Intérêt** : écrire des programmes (suite consécutive d'instructions) destinés à effectuer une tache donnée.
- **Exemple** : un programme de gestion de comptes bancaires.
- **Contrainte** : être compréhensible par la machine.

Qu'est-ce qu'un langage machine ?

- **Langage binaire**: l'information est exprimée et manipulée sous forme d'une suite de bits
- Un **bit** (binarydigit) = 0 ou 1 (2 états électriques)
- Une combinaison de 8 bits = 1 **Octet (byte)** =>28= 256 possibilités qui permettent de coder tous les caractères alphabétiques, numériques, et symboles tels que ? , * , & ,...

Le code ASCII (American Standard Code for Information Interchange) donne les correspondances entre les caractères alphanumériques et leurs représentation binaire, Ex. A= 01000001 etc...

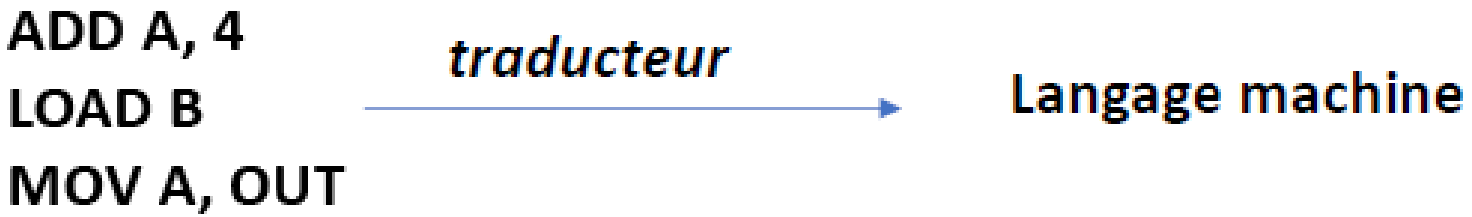
- Les opérations logiques et arithmétiques de base (addition, multiplication, ...) sont effectuées en binaire

L'assembleur

- **Problème** : le langage machine est difficile à comprendre par l'humain.
- **Idée** : trouver un langage compréhensible par l'homme qui sera ensuite converti en langage machine

L'assembleur

Assembleur (1er langage) : exprimer les instructions élémentaires de façon symbolique.



Pros :

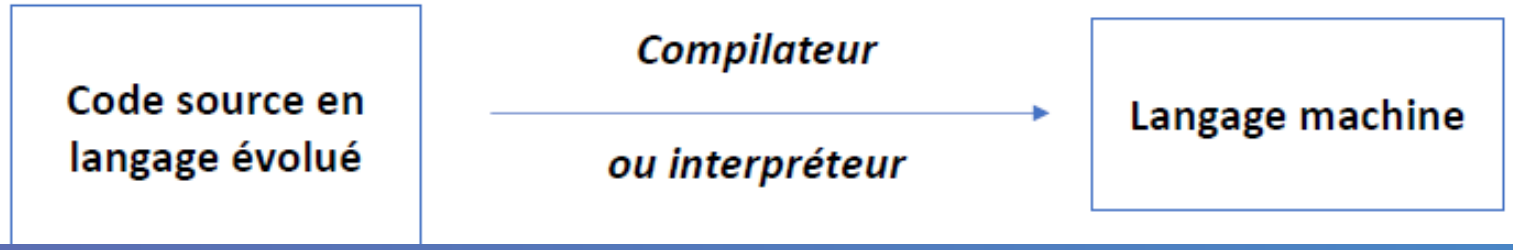
- Plus accessible que le langage machine

Cons :

- Dépend du type de la machine (n'est pas portable)
- Pas assez efficace pour développer des applications complexes
- Apparition des langages évolués

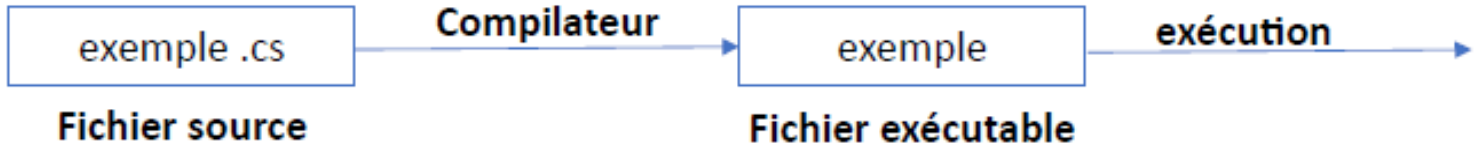
Langage haut niveau

- **Intérêts multiples pour le haut niveau** (le langage machine est difficile à comprendre par l'humain) :
  - Proche du langage humain "anglais" (compréhensible)
  - Permet une plus grande portabilité (indépendant du matériel)
  - Manipulation des données et d'expressions complexes (réels, objets, a*b/c, ...)
- Nécessité d'un **traducteur** (compilateur/interpréteur) dont l'exécution est plus ou moins lente selon le traducteur.



Compilateur

Compilateur : traduire le programme entier une fois pour toutes.



Pros :

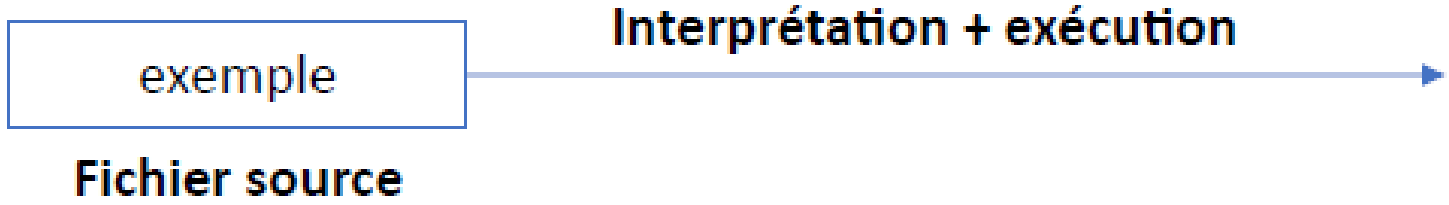
- Plus rapide à l'exécution
- Sécurité du code source

Cons :

- Il faut recompiler à chaque modification

Interpréteur

Interpréteur : traduire au fur et à mesure les instructions du programme à chaque exécution.



Pros :

- Exécution instantatée appréciable pour les débutants

Cons :

- Exécution lente par rapport à la compilation

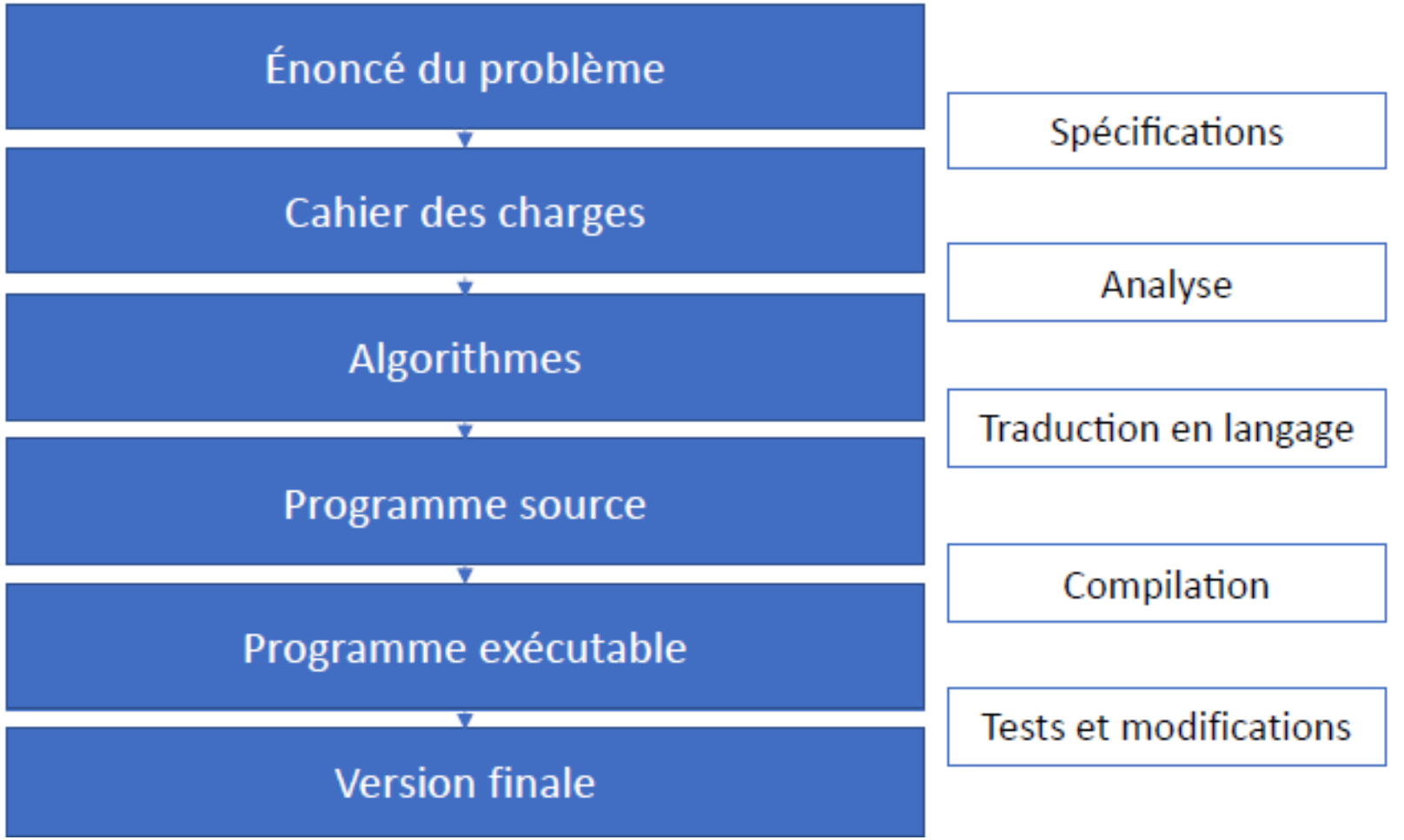
Un programme

- Un programme correspond à une méthode de résolution pour un problème donné.
- Cette méthode de résolution est effectuée par une suite d'instructions d'un langage de programmation
- Ces instructions permettent de **traiter** et de **transformer** les **données** (entrées) du problème à résoudre pour aboutir à des **résultats** (sorties)
- Un programme n'est pas une solution en soi mais une **méthode à suivre** pour trouver des solutions.
- La programmation est l'ensemble des activités orientées vers la conception, la réalisation, le test et la maintenance de programmes

Langages de programmation

- **Types de langages** :
  - Langages procéduraux
  - Langages orientés objets
- **Exemple** :
  - C, PHP
  - C++, Java, C#,. . .
- **Choix d'un langage ?**

Etapes de la réalisation d'un programme



L'algorithmique

- Un algorithme est une description complète et détaillée des actions à effectuer et de leur séquencement pour arriver à un résultat donné :
  - **Intérêt** : séparation analyse/codage (pas de préoccupation de syntaxe)
  - **Qualités** : **exact** (fournit le résultat souhaité), **efficace** (temps d'exécution, mémoire occupée), clair (compréhensible), **général** (traite le plus grand nombre de cas possibles), ...

- Une bonne connaissance de l'algorithmique permet d'écrire des algorithmes **exacts et efficaces**
- Le terme algorithme vient du nom du mathématicien arabe Al-Khawarizmi (820 après J.C.)

Algorithme et programmation

- Un algorithme est **une suite d'instructions** ayant pour but de **résoudre un problème** donné. Un algorithme peut se comparer à une recette de cuisine.
- L'élaboration d'un algorithme précède l'étape de programmation :
  - Un programme est un algorithme
  - Un langage de programmation est un langage compris par l'ordinateur
  - L'algorithme est la résolution brute d'un problème informatique

Représentation d'un algorithme

- **L'organigramme** : représentation graphique avec des symboles (carrés, losanges, etc.)
  - Offre une vue d'ensemble de l'algorithme
  - Représentation quasiment abandonnée aujourd'hui
- **Le pseudo-code** : représentation textuelle avec une série de conventions ressemblant à un langage de programmation (sans les problèmes de syntaxe)
  - Plus pratique pour écrire un algorithme
  - Représentation largement utilisée

Notions de bases en algorithmique

Notions de variable

- Dans les langages de programmation une variable sert à **stocker** la **valeur** d'une donnée.
- Une variable désigne en fait **un emplacement mémoire** dont le contenu **peut changer** au cours d'un programme (d'où le nom variable).
- Les variables doivent être **déclarées avant d'être utilisées**, elle doivent être caractérisées par :
  - un nom (identificateur)
  - un type (entier, réel, caractère, chaîne de caractères, ...)

Choix des identificateurs

Le choix des noms de variables est soumis à quelques règles qui varient selon le langage, mais en général :

- Un nom doit **commencer par une lettre** alphabétique
- Il doit être **constitué** uniquement de **lettres**, de **chiffres** et du **underscore** (valides: cdi2016, cdi_2016 | invalides: cdi 2016, cdi-2016, cdi;2016)
- Il doit être **différent des mots-clés réservés** du langage (par exemple en Java: int, float, else, switch, case, default, for, main, return,...)
- La longueur du nom doit être inférieure à la taille maximale spécifiée par le langage utilisé.

Choix des identificateurs

- **Conseil** : pour la lisibilité du code, choisir des noms significatifs qui décrivent les données manipulée.
  (exemples: TotalVentes2016, Prix_TTC, Prix_HT)
- **Remarque** : en pseudo-code algorithmique, on va respecter les règles citées, même si on est libre dans la syntaxe.

Type de variable

Le type d'une variable détermine l'ensemble des valeurs qu'elle peut prendre, les types offerts par la plupart des langages sont :

- **Type numérique** (entier ou réel)
  - **Byte** (codé sur 1 octet): de 0 à 255
  - **Entier court** (codé sur 2 octets) : -32 768 à 32 767
  - **Entier long** (codé sur 4 ou 8 octets)
  - **Réel simple** précision (codé sur 4 octets)
  - **Réel double** précision (codé sur 8 octets)

Type de variable

- **Type logique** ou booléen : deux valeurs VRAI ou FAUX
- **Type caractère** : lettres majuscules, minuscules, chiffres, symboles,...
  (exemples: 'A', 'a', '1', '?', ...)
- **Type chaîne de caractère** : toutes suites de caractères (exemples: "Nom", "Prénom", "code postal: 1000", ...)

Déclaration des variables

- Toutes variables utilisées dans un programme doit avoir fait l'objet d'une **déclaration** préalable.
- En pseudo-code, on va adopter la forme suivante pour la déclaration de variables :

  Variables liste d'identificateurs : type

- **Exemple** :
  Variables i, j, k: entier
  x, y : réel
  Vrai / Faux: booléen
  ch1, ch2 : chaîne de caractères

Remarque: pour le type numérique on va se limiter aux entiers et réels sans considérer les sous types.

L'instruction d'affectation

- **L’affectation** consiste à **attribuer une valeur** à une **variable**, c’est le fait de remplir ou de modifier le contenu d'une zone mémoire.
- En pseudo-code, l'affectation se note avec le signe ←
  (ex: Var← e: attribue la valeur de e à la variable Var)
  - *e* peut être une **valeur**, une **autre variable** ou une **expression**.
  - **Var et e** doivent être de **même type** ou de **types comparables**.
  - L’affectation ne modifie que ce qui est situé à gauche de la flèche.

L'instruction d'affectation

- Exemples valides :
  i ← 1
  j ← i
  k ← i + j
  x ← 10.3
  OK ← FAUX
  ch1 ← "SMI"
  ch2 ← ch1
  x ← 4
  x ← j

- Exemples non-valides :
  i ← 10.3 *(entier != réel)*
  OK ←"SMI" *(booléen != chaine)*
  j ← x *(entier != réel)*

Attention

- Beaucoup de langages de programmation (C/C++, Java, ...) utilisent le signe égal **=** pour l'affectation ←.
- L'affectation n'est **pas commutative** : A=B est différent de B=A
- L'affectation est différente d'une équation mathématique :
  - A = A + 1 a un sens en langage de programmation
  - A + 1 = 2 n'est pas possible en langage de programmation et n'est pas équivalente à A=1
- Certains langages donnent des valeurs par défaut aux variables déclarées. Pour **éviter tout problème**, il est préférable **d'initialiser les variables déclarées**.

Exercice 2

- Donnez les valeurs des variables A et B après exécution des instructions suivantes :

  Variables A, B : Entier
  Début
  A ← 1
  B ← 2
  A ← B
  B ← A
  Fin

  Les deux dernières instructions permettent-elles d'échanger les valeurs de A et B ?

Exercice 3

- Ecrire un algorithme permettant d'échanger les valeurs de deux variables A et B.

Expressions et opérateurs

- Une expression peut être une valeur, une variable ou une opération constituée de variables reliées par des opérateurs exemples: 1, b, a*2, a+3*b-c ,...
- L'évaluation de l'expression fournit une valeur unique qui est le résultat de l'opération.

Expressions et opérateurs

- Les opérateurs dépendent du type de l'opération, ils peuvent être :
  - des opérateurs **arithmétiques**: +, -, *, /, % (modulo : reste de la division euclidienne), ^ (puissance)
  - des opérateurs **logiques** : NON, OU, ET
  - des opérateurs **relationnels**: =, ≠, <, >, <=, >=
  - des opérateurs **sur les chaînes**: & (concaténation)
- Une expression est évaluée de gauche à droite mais en tenant compte de priorités.

Priorités des opérateurs

- Pour les opérateurs arithmétiques donnés ci-dessus, l'ordre de priorité est le suivant (du plus prioritaire au moins prioritaire) :
  1. **^** (puissance)
  2. * , **/** (multiplication, division)
  3. **%** (modulo)
  4. **+** , **-** (addition, soustraction)

  Ex: 2 + 3 * 7 vaut 23
- En cas de besoin (ou de doute), on utilise les **parenthèses** pour indiquer les opérations à effectuer en **priorité**.
  Ex: (2 + 3) * 7 vaut 35

Instructions d'Entrée/Sortie : lecture et écriture

- Les instructions de lecture et d'écriture permettent à la machine de communiquer avec l'utilisateur.
- La lecture permet d'entrer des données à partir du clavier.

  En pseudo-code, on note: lire (var), la machine met la valeur entrée au clavier dans la zone mémoire nommée var.
- **Remarque**: Le programme s'arrête lorsqu'il rencontre une instruction Lire et ne se poursuit qu'après la frappe d'une valeur au clavier et de la touche 'Entrée'.

Instructions d'Entrée/Sortie : lecture et écriture

- L'écriture permet d'afficher des résultats à l'écran (ou de les écrire dans un fichier).

  En pseudo-code, on note: écrire (var), la machine affiche le contenu de la zone mémoire var.

- **Conseil** : Avant de lire une variable, il est fortement conseillé d'écrire des messages à l'écran, afin de prévenir l'utilisateur de ce qu'il doit frapper.

Instructions d'Entrée/Sortie : lecture et écriture

- Ecrire un algorithme qui demande un nombre entier à l'utilisateur, puis qui calcule et affiche le double de ce nombre.

```
Algorithme Calcul_double
    variables A, B : entier
    Début
        écrire ("entrer le nombre")
        lire (A)
        B ← 2*A
        écrire ("le double de ", A, " est : ", B
    Fin
```

Instructions d'Entrée/Sortie : lecture et écriture

- Ecrire un algorithme qui vous demande de saisir votre nom puis votre prénom et qui affiche ensuite votre nom complet.

```
Algorithme AffichageNomComplet
    variables Nom, Prenom, Nom_Complet: chaîne de caractères
    Début
        écrire("entrez votre nom")
        lire(Nom)
        écrire("entrez votre prénom")
        lire(Prenom)
        Nom_Complet ← Nom & Prenom
        écrire("Votre nom complet est : ", Nom_Complet)
    Fin
```

Les opérateurs logiques combinés

- Une condition **composée** est une condition formée de **plusieurs conditions simples** reliées par des opérateurs logiques: ET, OU, OU exclusif (XOR) et NON
- Exemples :
  - x compris entre 2 et 6 : (x > 2) ET (x < 6)
  - n divisible par 3 ou par 2 : (n % 3 = 0) OU (n % 2 = 0)
  - deux valeurs et deux seulement sont identiques parmi a, b et c : (a=b) XOR (a=c) XOR (b=c)

Les tables de vérités

- L'évaluation d'une condition composée se fait selon des règles présentées généralement dans ce qu'on appelle des tables de vérité :

C1	C2	C1 ET C2
VRAI	VRAI	**VRAI**
VRAI	FAUX	**FAUX**
FAUX	VRAI	**FAUX**
FAUX	FAUX	**FAUX**

C1	C2	C1 OU C2
VRAI	VRAI	**VRAI**
VRAI	FAUX	**VRAI**
FAUX	VRAI	**VRAI**
FAUX	FAUX	**FAUX**

C1	C2	C1 XOR C2
VRAI	VRAI	**FAUX**
VRAI	FAUX	**VRAI**
FAUX	VRAI	**VRAI**
FAUX	FAUX	**FAUX**

C1	NON C1
VRAI	**FAUX**
FAUX	**VRAI**

Structures conditionnelles

C'est quoi ?

- Les instructions conditionnelles servent à exécuter une instruction ou une séquence d'instructions que si une condition est vérifiée.

Si condition **alors**
instruction ou suite d'instructions1
Sinon
instruction ou suite d'instructions2
Finsi

C'est quoi ?

- On utilisera la forme suivante :
  - La condition ne peut être que vraie **ou** fausse.
  - Si la condition est vraie, ce sont les instructions1 qui seront exécutées.
  - Si la condition est fausse, ce sont les instructions2 qui seront exécutées.
  - La condition peut être une condition simple ou une condition composée de plusieurs conditions.

C'est quoi ?

- La partie Sinon n'est pas obligatoire, quand elle n'existe pas et que la condition est fausse, aucun traitement n'est réalisé

```
Si condition alors
instruction ou suite d'instructions1
Finsi
```

Exemple Si...Alors...Sinon

```
Algorithme AffichageValeurAbsolue (version1)
Variable x : réel
Début
        Ecrire ("Entrez un réel: ")
        Lire (x)
        Si (x < 0) alors
                Ecrire ("la valeur absolue de ", x, "est:",-x)
        Sinon
                Ecrire ("la valeur absolue de ", x, "est:",x)
        Finsi
Fin
```

Exercice 4 : Si...Alors

- Ecrire un algorithme qui demande un nombre entier à l'utilisateur, puis qui teste et affiche s'il est divisible par 3.

C'est quoi ?

- Les tests imbriqués / instructions conditionnelles peuvent avoir un degré quelconque d'imbrications :

```
Si condition1 alors
        Si condition2 alors
                instructionsA
        Sinon
                instructionsB
        Finsi
Sinon
        Si condition3 alors
                InstructionsC
        Finsi
Finsi
```

Exemple Si...Alors...Sinon imbriqué

```
Variable n : entier
Début
        Ecrire ("entrez un nombre: ")
        Lire (n)
        Si (n < 0) alors
                Ecrire("Ce nombre est négatif")
        Sinon
                Si (n = 0) alors
                                Ecrire ("Ce nombre est nul")
                Sinon
                                Ecrire ("Ce nombre est positif")
                Finsinon
        Finsi
Fin
```

Exemple Si...Alors...Sinon imbriqué

```
Variable n : entier
Début
        Ecrire ("entrez un nombre: ")
        Lire (n)
        Si (n < 0) alors
                Ecrire("Ce nombre est négatif")
        Finsi
        Si (n = 0) alors
                Ecrire ("Ce nombre est nul")
        Finsi
        Si (n > 0) alors
                Ecrire ("Ce nombre est positif")
        Finsi
Fin
```

Remarque : dans la version 2 on fait trois tests systématiquement alors que dans la version 1, si le nombre est négatif on ne fait qu'un seul test.

Conseil : utiliser les tests imbriqués pour limiter le nombre de tests et placer d'abord les conditions les plus probables.

Exercice 5

Le prix de photocopies dans une reprographie varie selon le nombre demandé :

- 0,5 euros la copie pour un nombre de copies inférieur à 10,
- 0,4 euros pour un nombre compris entre 10 et 20,
- et 0,3 euros au-delà.

Ecrivez un algorithme qui demande à l'utilisateur le nombre de photocopies effectuées, qui calcule et affiche le prix à payer

Exercice 6

Déterminer le montant d'un capital *c* placé à un taux fixe *t* pendant un nombre *n* d'années. On suppose que *c*,*t*,*n* sont lus.

Exemple de calcul (le taux est de 4%, soit 0,04) :
Cn = 10000 x (1+0.04)^5 = 12 166 euros, soit un gain de 2 166 euros.

Exercice 7

Ecrire un algorithme qui demande l'âge d'un enfant à l'utilisateur. Ensuite, il l'informe de sa catégorie pour une licence sportive :

- « Baby » de 3 à 6 ans
- « Poussin » de 7 à 8 ans
- « Pupille » de 9 à 10 ans
- « Minime » de 11 à 12 ans
- « Cadet » à partir de 13 ans

Exercice 8

Un triangle (ABC) est dit isocèle en A si les côtés AB et AC ont même longueur. Il est dit équilatéral si ses trois côtés AB, BC et CA ont même longueur.

Écrire un programme qui lit les longueurs AB, BC et CA des côtés d'un triangle et qui affiche le SEUL message correct parmi les messages suivants :

- « Le triangle est équilatéral. » ;
- « Le triangle est isocèle en A mais n'est pas équilatéral. » ;
- « Le triangle est isocèle en B mais n'est pas équilatéral. » ;
- « Le triangle est isocèle en C mais n'est pas équilatéral. » ;
- « Le triangle n'est isocèle ni en A, ni en B, ni en C. ».

On respectera la contrainte suivante : en plus de n'afficher qu'un seul message, le programme ne doit utiliser AUCUN OPÉRATEUR BOOLÉEN (et, ou, non).

Exercice 9

La figure ci-dessous indique la taille (1, 2 ou 3) d'un vêtement en fonction de la taille d'une personne exprimée en centimètres et de son poids exprimé en kilogrammes. Écrivez un programme qui détermine la taille d'un vêtement en fonction de ces deux critères.

POIDS en kg	***TAILLES en cm***												
	145	148	151	154	157	160	163	166	169	172	175	178	183
43/47													
48/53				**1**									
54/59													
60/65									**2**				
66/71												**3**	
72/77													

TOPIOS
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

Structures itératives : les boucles

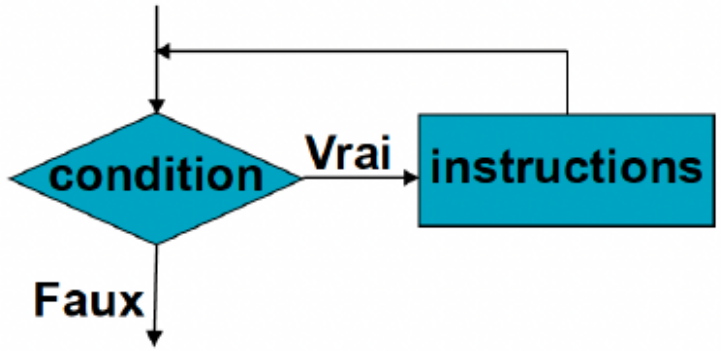
Les types de boucles

- Les boucles servent à **répéter** l'exécution d'un groupe d'instructions un certain nombre de fois. On distingue trois sortes de boucles en langage de programmation :
  - Les boucles **tant que (while)** : on y répète des instructions tant qu'une certaine condition est réalisée.
  - Les boucles **répéter...jusqu'à (do while)**: on y répète des instructions jusqu'à ce qu'une certaine condition soit réalisée.
  - Les boucles **pour (for)** ou avec compteur : on y répète des instructions en faisant évoluer un compteur (variable particulière) entre une valeur initiale et une valeur finale.

Tant que (while)

- La condition (dite condition de contrôle de la boucle) est évaluée **avant** chaque itération.
- Si la condition est vraie, on exécute les instructions (corps de la boucle), puis on teste une nouvelle fois la condition. Si elle est encore vraie, on répète l'exécution,...
- Si la condition est fausse, on sort de la boucle et on exécute l'instruction qui est après FinTantQue.

```
TantQue (condition)
    instructions
FinTantQue
```



Remarques

- Le **nombre d'itérations** dans une boucle TantQue n'est **pas connu** au moment d'entrée dans la boucle. Il **dépend** de l'évolution de la valeur de la **condition**.
- Une des instructions du corps de la boucle **doit absolument changer** la valeur de condition **de vrai à faux** (après un certain nombre d'itérations), sinon le programme tourne indéfiniment.
- **Attention aux boucles infinies.**
- Exemple de boucle infinie :
  i ← 2
  TantQue(i > 0)
  i ← i + 1
  FinTantQue

Tant que (while)

- Contrôle de saisie d'une lettre majuscule jusqu'à ce que le caractère entré soit valable.

```
Variable C : caractère
Debut
        Ecrire (" Entrez une lettre majuscule ")
        Lire (C)
        TantQue(C < 'A' ou C > 'Z')
                Ecrire ("Saisie erronée. Recommencez")
                Lire (C)
        FinTantQue
        Ecrire ("Saisie valable")
Fin
```

Tant que (while)

- Un algorithme qui détermine le premier nombre entier N tel que la somme de 1 à N dépasse strictement 100.

version 1 (donne la valeur 14)

```
Variables som, i : entier
Debut
        i ← 0
        som← 0
        TantQue(som<= 100)
                i ←  i + 1
                som←  som+i
        FinTantQue
        Ecrire (" La valeur cherchée est N=  ", i)
Fin
```

version 2 (donne la valeur 15) Attention à l'ordre des instructions

```
Variables som, i : entier
Debut
        som← 0
        i ← 1
        TantQue(som<= 100)
                som← som+ i
                i ←  i + 1
        FinTantQue
        Ecrire (" La valeur cherchée est N=  ", i )
Fin
```

L'ordre n'a pas d'impact ici

0+1 =1 donc la valeur de I n'a pas d'impact non plus entre la version 1 et 2

L'ordre a un impact ici

Exercice 10

- Ecrire un algorithme qui demande à l'utilisateur un nombre compris entre 1 et 3 jusqu'à ce que la réponse convienne.

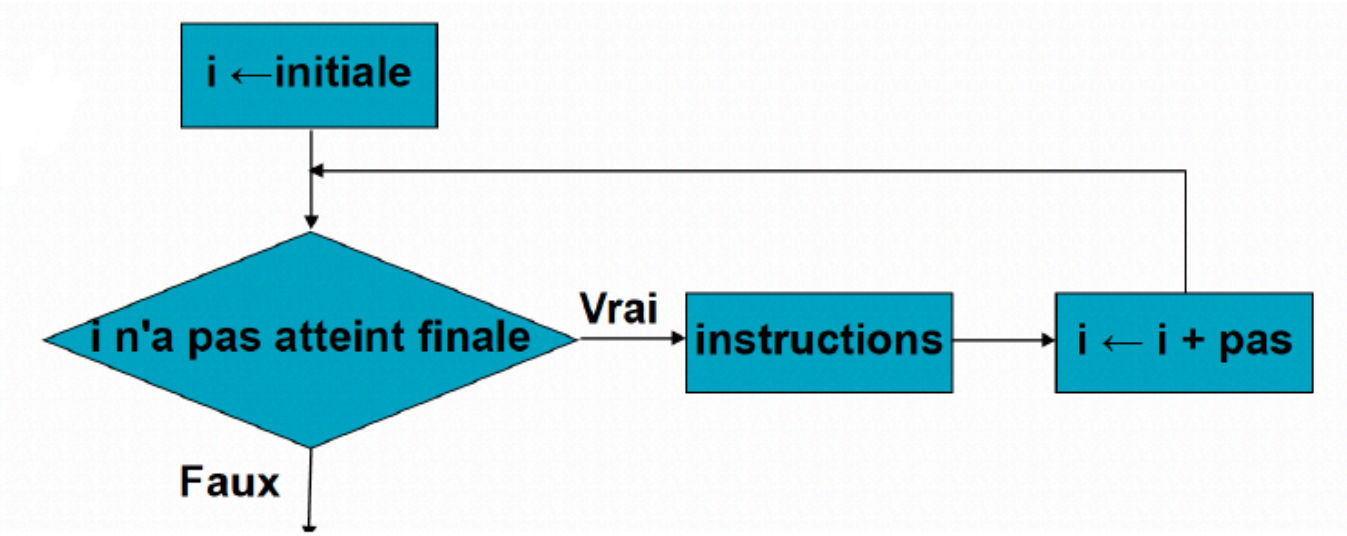
Exercice 11

Soit un capital *c* placé à un taux *t*. On veut connaître le nombre d'années nécessaires au doublement de ce capital.

Exemple de calcul (le taux est de 4%, soit 0,04) :
Cn = 10000 x (1+0.04)^5 = 12 166 euros, soit un gain de 2 166 euros.

Pour (for)

- On répète des instructions **en faisant évoluer un compteur** (variable particulière) entre une valeur initiale et une valeur finale.
- Le nombre d'itérations dans une boucle Pour est connu avant le début de la boucle.



Remarques

- **Compteur** est une variable qui doit être déclarée.
- **Pas** est un entier qui peut être positif ou négatif.
  Pas peut ne pas être mentionné, car par défaut sa valeur est égal à 1. Dans ce cas, le nombre d'itérations est égal à : finale - initiale + 1
- **Initiale** et **finale** peuvent être des valeurs, des variables définies avant le début de la boucle ou des expressions de même type que compteur.

Pour compteur **allant de** initiale **à** finale par **pas** valeur du pas
instructions
FinPour

Pour (for)

- La valeur initiale est affectée à la variable compteur.
- On compare la valeur du compteur et la valeur finale :
  1. Si la valeur du compteur est > à la valeur finale dans le cas d'un pas positif (ou si compteur est < à finale pour un pas négatif), on sort de la boucle et on continue avec l'instruction qui suit FinPour
  2. Si compteur est <= à finale dans le cas d'un pas posi/f (ou si compteur est >= à finale pour un pas néga/f), les instruc/ons seront exécutées

Pour (for)

- Ensuite, la valeur de compteur est incrémentée de la valeur du pas si pas est positif (ou décrémenté si pas est négatif)
- On recommence l'étape 2 : La comparaison entre compteur et finale est de nouveau effectuée, et ainsi de suite...

Pour (for)

```
Variables x, puiss: réel
n, i : entier
Debut
        Ecrire (" Entrez la valeur de x ")
        Lire (x)
        Ecrire (" Entrez la valeur de n ")
        Lire (n)
        puiss← 1
        Pour i allant de 1 à n
                puiss← puiss*x
        FinPour
        Ecrire (x, " à la puissance  ", n, "  est égal à  ", puiss)
Fin
```

Calcul de x à la puissance n où x est un réel non nul et n un entier positif ou nul.

Exemple :

4^5 = 4 x 4 x 4 x 4 x 4 = 1024

Pour (for)

```
Variables x, puiss: réel
n, i : entier
Debut
        Ecrire (« Entrez la valeur de x »)
        Lire (x)
        Ecrire (« Entrez la valeur de n »)
        puiss← 1
        Pour i allant de n à 1 par pas -1
                puiss← puiss*x
        FinPour
        Ecrire (x, " à la puissance  ", n, "  est égal à  ", puiss)
FinZ
```

Calcul de x à la puissance n où x est un réel non nul et n un entier positif ou nul (version 2 avec un pas négatif)

La boucle Pour et un cas particulier de Tant que

On utilise la boucle Pour dans le cas où le nombre d'itérations est connu et fixé.

```
Pour compteur allant de initiale à finale par pas valeur du pas
 instructions
 FinPour
```

peut être remplacé par :

```
compteur ← initiale
TantQue compteur <= finale
        instructions
        compteur ←  compteur + pas
FinTantQue
```

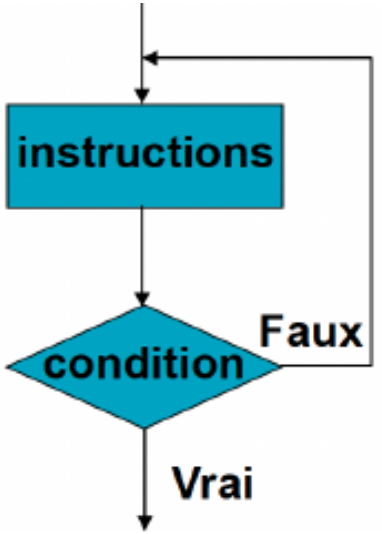
Répéter...jusqu'à (do...While)

- La condition est évaluée après chaque itération.
- Les instructions entre Répéter et Jusqu'à **sont exécutées au moins une fois** et leur exécution est répétée jusqu'à ce que la condition soit vraie (tant qu'elle est fausse).

Répéter

instructions

Jusqu'à condition



Répéter...jusqu'à (do...While)

Un algorithme qui détermine le premier nombre entier N tel que la somme de 1 à N dépasse strictement 100.

```
Variables som, i : entier
Debut
        som← 0
        i ← 0
        Répéter
                i ←  i + 1
                som←  som+ i
        Jusqu'à ( som> 100)
        Ecrire (" La valeur cherchée est N=  ", SOM )
Fin
```

Boucles imbriquées

- Les instructions d'une boucle peuvent être des instructions itératives. Dans ce cas, on aboutit à des boucles imbriquées :

```
Pour i allant de 1 à 5
        Pour j allant de 1 à i
                Ecrire("O")
        FinPour
        Ecrire ("X")
FinPour
```

```
OX
OOX
OOOX
OOOOX
OOOOOX
```

Choix du type de boucle

- Si on peut **déterminer le nombre d'itérations** avant l'exécution de la boucle, on utilise la **boucle Pour (FOR)**.
- S'il n'est **pas possible de connaître le nombre d'itérations** avant l'exécution de la boucle, on fera appel à l'une des boucles **TantQue ou Répéter...jusqu'à** (while ou do while).
- Pour le choix entre TantQue (while) et Répéter...jusqu'à (do while) :
  - Si on doit **tester la condition** de contrôle **avant de commencer** les instructions de la boucle, on utilisera **TantQue**.
  - Si la valeur de la condition de contrôle **dépend d'une première exécution** des instructions de la boucle, on utilisera **répéter...jusqu'à**.

Exercice 12

- Ecrire l'algorithme permettant d'afficher la table de multiplication par 9.

Exercice 13

- Ecrire un algorithme qui demande successivement 6 nombres à l'utilisateur, et qui lui dit ensuite quel était le plus grand parmi ces 6 nombres.

Exercice 14

- Ecrire un algorithme qui demande un nombre de départ et qui calcule la somme des entiers jusqu'à ce nombre.

  Par exemple, si l'on entre 4, le programme doit calculer:
  1 + 2 + 3 + 4 = 10

Exercice 15

- Ecrire un algorithme qui permet d'afficher les tables de multiplication des nombres de 1 à 10 d'un seul coup.

Exercice 15 bis

- Ecrire un algorithme donnant le nombre d'années nécessaire à la ville de Tourcoing pour atteindre 120 000 habitants.

  La ville a un taux d'accroissement de 0.89 %.
  Et en 2015, elle comptait 96 809 habitants.

Exercice 16

- Ecrire un programme qui demande à l'utilisateur de saisir 20 notes d'élèves et qui propose le menu suivant :
  - Afficher la plus petite note
  - Afficher la plus grande note
  - Afficher la moyenne des notes

Exercice 17

- Ecrire un programme qui demande à l'utilisateur de saisir des notes d'élèves et qui propose le menu suivant :
  - Afficher la plus petite note
  - Afficher la plus grande note
  - Afficher la moyenne des notes

  On arrête la saisie quand l'utilisateur saisie la valeur zéro

Exercice 18

- Concevoir un algorithme qui imprime, pour n saisi par l'utilisateur :

  1
  1 2
  1 2 3
  1 2 3 4
  1 2 3 4 5…
  1 2 3 4 5 6 … n

Les fonctions & procédures

A quoi ça sert ?

- Certains problèmes conduisent à des programmes longs, difficiles à écrire et à comprendre. On les découpe en des parties appelées **sous-programmes** ou **modules**.
- Les **fonctions** et les **procédures** sont des modules (groupe d'instructions) indépendants désignés par un nom.

A quoi ça sert ?

- Elles ont plusieurs **intérêts**:
  - Permettent de **"factoriser" les programmes**, de mettre en commun les parties qui se répètent.
  - Permettent une **structuration** et une **meilleure lisibilité** des programmes.
  - **Facilitent la maintenance** du code (il suffit de modifier une seule fois).
  - Ces procédures et fonctions peuvent éventuellement être **réutilisées** dans d'autres programmes.

Rôle d'une fonction

- Le **rôle** d'une fonction en programmation est de **retourner un résultat** à **partir des valeurs des paramètres**.
- Une fonction s'écrit en dehors du programme principal sous la forme :

```
Fonction nom_fonction (paramètres et leurs types) : type_fonction
        Instructions constituant le corps de la fonction
        retourne…
FinFonction
```

Rôle d'une fonction

- Pour le choix d'un nom de fonction il faut respecter les mêmes règles que celles pour les noms de variables.
- type_fonction est le type du résultat retourné.
- L'instruction **retourne** sert à retourner la valeur du résultat.

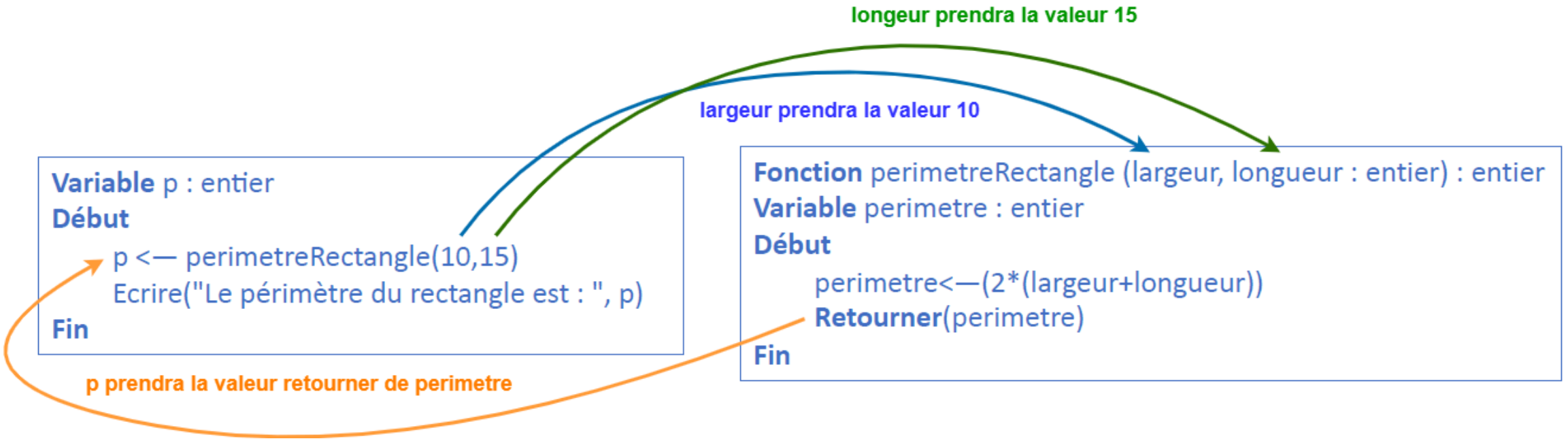
Exemple de fonction

Calcul du périmètre d'un rectangle :

```
Fonction perimetreRectangle (largeur, longueur : entier) : entier
Variable perimetre : entier
Début
        perimetre<—(2*(largeur+longueur))
        Retourner(perimetre)
Fin
```

Appel d'une fonction

- Pour exécuter une fonction, il suffit de faire appel à elle en écrivant son nom suivi des paramètres effectifs.



Exercice 19

- Ecrire un programme qui demande deux nombres à l'utilisateur et qui affiche le plus grand des deux nombres en appelant une fonction.

  Cette fonction prendra deux nombre en paramètres et renverra le plus grand des deux.

Rôle d'une procédure

- Dans certains cas, on peut avoir besoin de répéter une tâche à plusieurs endroits dans le programme sans calculer de résultat ou en calculant plusieurs résultats à la fois.
- Dans ces cas on utilise une **procédure**.
- Une **procédure** est un sous-programme semblable à une fonction mais qui **ne retourne rien**.

Exemple de procédure

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

```
Procédurenom_procédure(paramètres et leurs types)
Instructions constituant le corps de la procédure
FinProcédure
```

- **Remarque** : une procédure peut ne pas avoir de retour.

Appel d'une procédure

- 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 :

```
Procédureexemple_proc(...)
    ...
FinProcédure
Algorithme exempleAppelProcédure
Début
    exemple_proc(...)
    ...
Fin
```

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

Différentiation procédure vs fonction

Bien que dans de nombreux langages, les deux s'écrivent de la même manière, certains maintiennent cette distinction (Pascal, Ada, Delphi...)

```
{ Exemple avec le langage Pascal}
{ Procedure - effectue une action sans retourner de valeurs }
procedure AddNumbers(a, b: Integer; var result: Integer);
begin
  result := a + b;
  WriteLn('Addition performed inside procedure!');
end;

{ Fonction - calcul et retourne une valeur }
function MultiplyNumbers(a, b: Integer): Integer;
begin
  MultiplyNumbers := a * b;  { Return value is assigned to the function name }
  WriteLn('Multiplication performed inside function!');
end;
```

Rôle des paramètres

- Les paramètres servent à échanger des données entre le programme ou sous-programme appelant et le sous-programme appelé (procédure ou fonction).
- Les paramètres placés dans **la déclaration d'une fonction** sont appelés **paramètres formels.** Ce sont des variables locales au sous-programme qui servent de réceptacles pour les valeurs transmises.
- Les paramètres placés dans **l'appel d'une fonction** sont appelés **paramètres effectifs.** Ils contiennent les valeurs concrètes utilisées 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.

Transmission des 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.

  En pseudo-code, on va préciser explicitement le mode de transmission dans la déclaration de la procédure.

Portée des variables

- Une **variable déclarée** dans la **partie déclaration** de **l'algorithme principale** est appelée **variable globale**.

  Elle est accessible de n'importe où dans l'algorithme, même depuis les fonctions. Elle existe pendant toute la durée de vie du programme.

- Une **variable déclarée** à **l'intérieur d'une fonction** est dite **variable locale**.

  Elle n'est accessible que dans cette fonction, les autres fonctions n'y ont pas accès. La durée de vie d'une variable locale est limitée à la durée d'exécution de la fonction.

Les tableaux

Pourquoi des tableaux ?

- Supposons qu'on veut conserver les notes d'une classe de 30 étudiants pour extraire quelques informations. Par exemple : calcul du nombre d'étudiants ayant une note supérieure à 10.
- Le seul moyen dont nous disposons actuellement consiste à déclarer 30 variables, par exemple **N1, ..., N30**. Après 30 instructions lire, on doit écrire 30 instructions Si pour faire le calcul...

```
nbre← 0
Si (N1  >10) alors nbre←nbre+1 FinSi
....
Si (N30>10) alors nbre←nbre+1 FinSi
```

Pourquoi des tableaux ?

- Heureusement, les langages de programmation offrent la possibilité de rassembler toutes ces variables dans **une seule structure de donnée** appelée **tableau**.
- Un **tableau** est un ensemble d'éléments de même type désignés par un identificateur unique.
- Une variable entière nommée **indice** permet d'indiquer la position d'un élément donné au sein du tableau et de déterminer sa valeur.

Pourquoi des tableaux ?

- La **déclaration** d'un tableau s'effectue en précisant le **type** de ses éléments et sa **dimension** (le nombre de ses éléments).

  Variable **tableau** identificateur**[dimension] : type**
  - Exemple :

  Variable **tableau** notes[30] **: réel**

- On peut définir des tableaux de tous types: tableaux d'entiers, de réels, de caractères, de booléens, de chaînes de caractères,...

Remarques

- L'accès à un élément du tableau se fait au moyen de l'indice. Par exemple, **notes[i]** donne la valeur de l'élément i du tableau 'notes'.
- Selon les langages, le premier indice du tableau est soit 0, soit 1. Le plus souvent c'est 0. Dans ce cas, **notes[i]** désigne l'élément i+1 du tableau 'notes'.
- Il est possible de déclarer un tableau sans préciser au départ sa dimension. Cette précision est faite ultérieurement. Par exemple, quand on déclare un tableau comme paramètre d'une procédure, on peut ne préciser sa dimension qu'au moment de l'appel.

Remarques

- Un tableau est **inutilisable** tant que l'on a **pas précisé le nombre de ses éléments**.
- Un grand avantage des tableaux est qu'on peut traiter les données qui y sont stockées de façon simple en utilisant des boucles.

Tableaux : exemple

Pour le calcul du nombre d'étudiants ayant une note supérieure à 10 avec les tableaux, on peut écrire :

```
Variables i ,nbre : entier
Tableau notes[30] : réel
Début
nbre ← 0
        Pour i allant de 0 à 29
                Si(notes[i]>10) alors
                nbre ←nbre+1
        FinSi
        FinPour
        écrire ("le nombre de notes supérieures à 10 est : ", nbre)
Fin
```

Tableaux : saisie et affichage

Procédures qui permettent de saisir et d'afficher les éléments d'un tableau :

```
Procédure SaisieTab (n : entier par valeur, tableau T : réel par référence)
variable i : entier
Pour i allant de 0 à n-1
        écrire ("Saisie de l'élément ",  i + 1)
        lire (T[i] )
FinPour
Fin Procédure

Procédure AfficheTab(n : entier par valeur, tableau T : réel par valeur)
 variable i: entier
Pour i allant de 0 à n-1
        écrire ("T[",i, "] =", T[i])
FinPour
Fin Procédure
```

Tableaux : exemple d'appel

Algorithme principal où l'on fait l'appel des procédures 'SaisieTab' et 'AfficheTab' :

```
Algorithme Tableaux
variable p : entier
Tableau A[10]: réel
Début
        p ← 10
        SaisieTab(p, A)
        AfficheTab(p,A)
Fin
```

Tableaux : fonction longueur

La plupart des langages offrent une fonction **longueur** qui donne la dimension du tableau. Les procédures 'SaisieTab' et 'AfficheTab' peuvent être réécrites comme suit :

```
ProcédureSaisieTab( tableau T : réel par référence)
variable i: entier
Pour i allant de 0 à longueur(T)-1
        écrire ("Saisie de l'élément ",  i + 1)
        lire (T[i] )
FinPour
Fin Procédure
ProcédureAfficheTab(tableau T : réel par valeur)
variable i: entier
Pour i allant de 0 à longueur(T)-1
        écrire ("T[",i, "] =", T[i])
FinPour
Fin Procédure
```

Exercice 20

- Ecrire un algorithme qui déclare et stocke dans un tableau 10 chiffres, puis qui affiche le 9éme élément de ce tableau.

Exercice 21

- Écrire un algorithme permettant de saisir 15 notes et de les afficher.

C'est quoi ?

- Les langages de programmation permettent de déclarer des tableaux dans lesquels les valeurs sont repérées par **deux indices**. Ceci est utile par exemple pour représenter des matrices.
- En pseudo code, un tableau à deux dimensions se **déclare** ainsi :

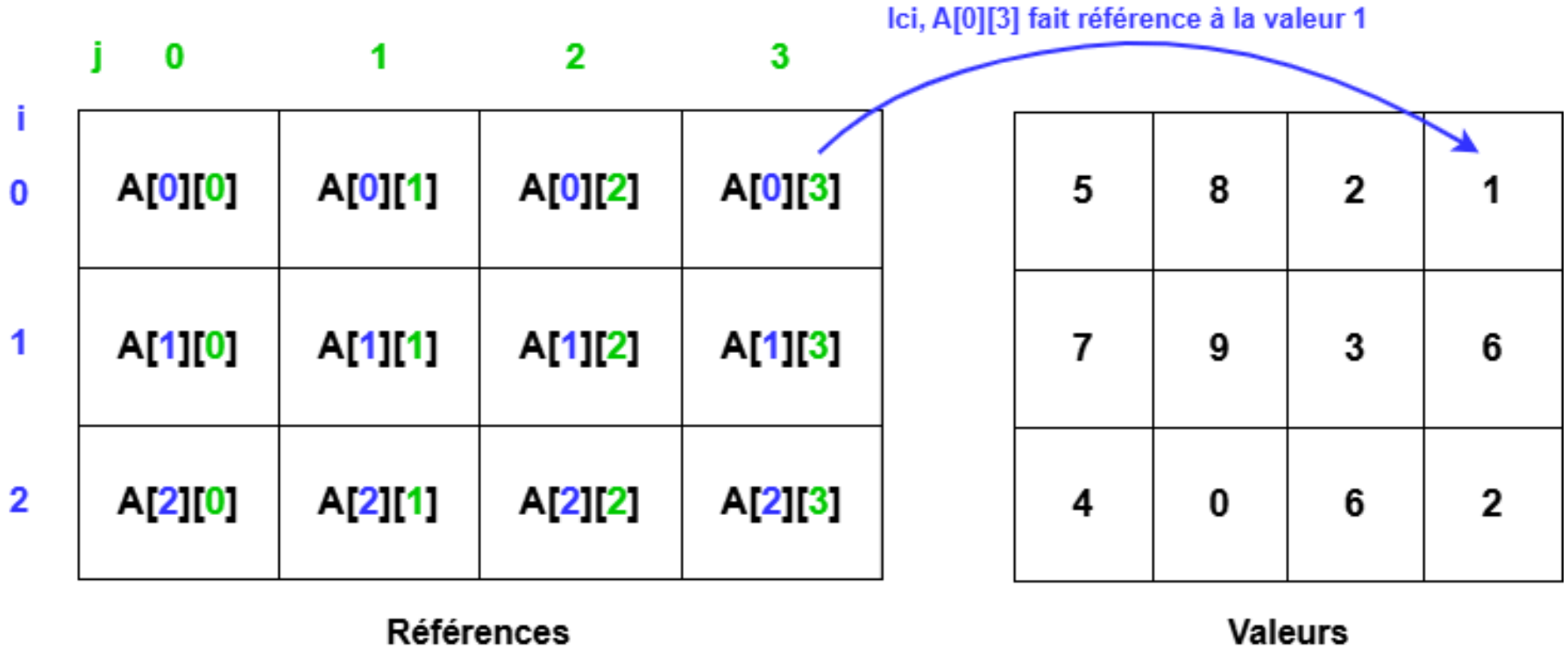
Variable **tableau** identificateur **[dimension1] [dimension2] : type**

o Exemple : une matrice A de 3 lignes et 4 colonnes dont les éléments sont réels

Variable **tableau** A[3][4] : **réel**

Exemple de matrice

- **A[i][j]** permet d'accéder à l'élément de la matrice qui se trouve à l'intersection de la ligne i et de la colonne j.



Exemple de lecture d'une matrice

Procédure qui permet de saisir les éléments d'une matrice :

```
Procédure SaisieMatrice(n : entier par valeur, m : entier par valeur, tableau A : réel par référence)
Début
    variables i,j: entier
        Pour i allant de 0 à n-1
            écrire ("saisie de la ligne ",  i + 1)
            Pour j allant de 0 à m-1
                écrire ("Entrez l'élément de la ligne ",  i + 1, " et de la colonne ", j+1)
                lire (A[i][j])
            FinPour
        FinPour
Fin Procédure
```

Exemple d'affichage d'une matrice

Procédure qui permet d'afficher les éléments d'une matrice :

```
ProcédureAfficheMatrice(n : entier par valeur, m : entier par valeur, tableauA : réel par valeur)
Début
        Variables i,j : entier
                Pour i allant de 0 à n-1
                        Pour j allant de 0 à m-1
                        écrire ("A[",i, "] [",j,"]=", A[i][j])
                        FinPour
                FinPour
Fin Procédure
```

Exemple

Procédure qui calcule la somme de deux matrices :

```
Procédure SommeMatrices(n, m : entier par valeur, tableau A, B : réel par valeur, tableau C : réel par référence)
Début
        variables i,j : entier
                Pour i allant de 0 à n-1
                        Pour j allant de 0 à m-1
                                C[i][j] ← A[i][j]+B[i][j]
                        FinPour
                FinPour
Fin Procédure
```

Exemple

Exemple d'algorithme principal où l'on fait l'appel des procédures définies précédemment pour la saisie, l'affichage et la somme des matrices :

```
Algorithme Matrices
variables tableauM1[3][4],M2 [3][4],M3 [3][4] : réel
Début
    SaisieMatrice(3, 4, M1)
    SaisieMatrice(3, 4, M2)
    AfficheMatrice(3,4, M1)
    AfficheMatrice(3,4, M2)
    SommeMatrice(3, 4, M1,M2,M3)
    AfficheMatrice(3,4, M3)
Fin
```

Exercice 22

- Écrire un algorithme permettant la saisie des notes d'une classe de 15 étudiants pour 3 matières.