

# Algorithmique et programmation : les bases (VBA)

## Corrigé

### Résumé

Ce document décrit l'écriture dans le langage VBA des éléments vus en algorithmique.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Pourquoi définir notre langage algorithmique ?</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Structure d'un algorithme</b>	<b>3</b>
2.1	Exemple d'algorithme : calculer le périmètre d'un cercle . . . . .	3
2.2	Structure de l'algorithme . . . . .	3
2.3	Identificateurs . . . . .	4
2.4	Commentaires . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Variables</b>	<b>4</b>
3.1	Qu'est ce qu'une variable ? . . . . .	4
3.2	Définition d'une variable . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Types fondamentaux</b>	<b>5</b>
4.1	Les entiers . . . . .	5
4.2	Les réels . . . . .	5
4.3	Les booléens . . . . .	5
4.4	Les caractères . . . . .	6
4.5	Les chaînes de caractères . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Constantes</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Expressions</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Instructions d'entrée/sorties</b>	<b>6</b>
7.1	Opération d'entrée . . . . .	6
7.2	Opération de sortie . . . . .	7
<b>8</b>	<b>Affectation</b>	<b>7</b>

<b>9</b>	<b>Structures de contrôle</b>	<b>9</b>
9.1	Enchaînement séquentiel . . . . .	9
9.2	Instructions conditionnelles . . . . .	9
9.2.1	Conditionnelle <b>Si</b> ... <b>Alors</b> ... <b>FinSi</b> . . . . .	9
9.2.2	Conditionnelle <b>Si</b> ... <b>Alors</b> ... <b>Sinon</b> ... <b>FinSi</b> . . . . .	11
9.2.3	La clause <b>SinonSi</b> . . . . .	13
9.2.4	Conditionnelle <b>Selon</b> . . . . .	14
9.3	Instructions de répétitions . . . . .	15
9.3.1	Répétition <b>TantQue</b> . . . . .	15
9.3.2	Répétition Répéter ... Jusqu'À . . . . .	18
9.3.3	Répétition <b>Pour</b> . . . . .	20
9.3.4	Quelle répétition choisir ? . . . . .	21

## Liste des exercices

Exercice 1	: Cube d'un réel . . . . .	7
Exercice 2	: Permuter deux caractères . . . . .	8
Exercice 3	: Cube d'un réel (avec une variable) . . . . .	8
Exercice 4	: Une valeur entière est-elle paire ? . . . . .	10
Exercice 5	: Maximum de deux valeurs réelles . . . . .	12
Exercice 6	: Signe d'un entier . . . . .	13
Exercice 7	: Réponse . . . . .	14
Exercice 8	: Somme des premiers entiers (TantQue) . . . . .	15
Exercice 9	: Saisie contrôlée d'un numéro de mois . . . . .	17
Exercice 10	: Plusieurs sommes des n premiers entiers . . . . .	18
Exercice 11	: Saisie contrôlée d'un numéro de mois . . . . .	19
Exercice 12	: Somme des premiers entiers . . . . .	20

# 1 Pourquoi définir notre langage algorithmique ?

## 2 Structure d'un algorithme

### 2.1 Exemple d'algorithme : calculer le périmètre d'un cercle

Un exemple d'algorithme/programme est donné ci-dessous. Il décrit comment obtenir le périmètre d'un cercle à partir de son diamètre. Cet exemple est volontairement très simple.

Listing 1 – Programme VBA pour calculer le périmètre d'un cercle

```
1 Attribute VB_Name = "exo00_calculer_perimetre"  
2 '*****  
3 ' Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>  
4 ' Version : 1.0  
5 ' Titre : Déterminer le perimetre d'un cercle à partir de son rayon.  
6 '*****  
7  
8 Sub perimetre_cercle()  
9     Const PI As Double = 3.14159  
10    Dim rayon As Double ' le rayon du cercle lu au clavier  
11    Dim perimetre As Double ' le perimetre du cercle  
12  
13    EffacerEcran "Périmètre_d'un_cercle"  
14    '1.Saisir le rayon  
15    Afficher "Rayon_=_"  
16    Saisir rayon  
17    '2.Calculer le perimetre  
18    perimetre = 2 * PI * rayon ' par definition  
19    '3.Afficher le perimetre  
20    Afficher "Le_perimetre_est:_:" & perimetre  
21 End Sub
```

### 2.2 Structure de l'algorithme

La structure d'un programme Visual BASIC est proche de celle d'un algorithme. Dans l'environnement Excel, une fois lancé l'éditeur Visual BASIC (menu "Outils / Macro / Visual BASIC Editor", ou raccourci ALT-F11), il faut créer un module (menu "Insertion / Module") dans lequel on écrit le programme. On peut sauvegarder régulièrement le programme (inclus dans le fichier Excel) par le menu "Fichier / Enregistrer" (ou icône correspondante, ou raccourci Ctrl-S, le S étant l'initiale de Save ou Sauvegarder). On peut aussi sauvegarder un module de manière séparée en l'exportant (menu "Fichier / Exporter un fichier") : cela crée un fichier d'extension .bas (pour Basic), qui peut ensuite être réimporté dans d'autres classeurs Excel, ou d'autres environnements utilisant Visual Basic. Le module commence classiquement par un cartouche faisant apparaître le nom des auteurs du programme, la version ou la date de réalisation et l'objectif du programme. Ces éléments sont mis dans des commentaires (cf. plus bas) et seront donc ignorés par l'interpréteur. Les déclarations et instructions sont regroupées entre **Sub** NomDuProgramme et

**End Sub.** La constante PI est définie par le mot-clé **Const**. Il correspond donc à une définition. Notons qu'en Visual BASIC les constantes sont typées. Les instructions sont les mêmes que celles présentées en langage algorithmique même si elles ont une forme un peu différente.

**Remarque :** Dans le cadre de l'application de cet enseignement de l'algorithmique en Visual BASIC, nous utiliserons comme première instruction de tous les exemples l'instruction `EffacerEcran "Nom_de_l'exemple"` qui a pour effet d'effacer la feuille de calcul courante (utilisée comme écran d'affichage) et d'afficher en tête de la feuille le message mis entre guillemets (à adapter à chaque exemple, bien évidemment). Ceci permettra que les affichages réalisés lors de l'exécution-test d'un programme en cours de mise au point ne soient pas mélangés avec les affichages réalisés lors des précédentes exécutions.

## 2.3 Identificateurs

Un identificateur est un mot de la forme : une lettre (y compris le souligné) suivie d'un nombre quelconque de lettres et de chiffres ou du caractère souligné (même touche de clavier que le 8).

**Remarque :** Bien qu'il soit possible en VBA d'utiliser des lettres accentuées, cette pratique est à bannir pour des raisons de compatibilité !

## 2.4 Commentaires

Un commentaire commence par ' (caractère "quote" situé sur la touche 4) et se termine à la fin de la ligne.

# 3 Variables

## 3.1 Qu'est ce qu'une variable ?

## 3.2 Définition d'une variable

En VBA, on utilise le mot-clé **Dim** suivi par le nom de la variable, le mot-clé **As** puis le type de la variable.

```
1 Dim prix_unitaire As Double ' prix unitaire d'un article (en euros)
2 Dim quantite As Integer ' quantité d'articles commandés
3 Dim nom As String ' nom de l'article
```

Les types et leur signification seront présentés dans la suite du cours. On peut déclarer plusieurs variables sur une même ligne à condition de séparer chaque définition (nom de variable puis **As** puis le type) par une virgule. Ce raccourci est usuellement utilisé si le même commentaire s'applique à toutes les variables.

```
1 Dim a As Integer, b As Integer, c As Integer ' trois entiers
```

**Attention :** Le type doit impérativement être répété pour chaque variable (il serait incorrect d'écrire `Dim a, b, c As Integer`, les 2 premières variables a et b se voyant affecter un type par défaut qui n'est pas `Integer`).

## 4 Types fondamentaux

Les opérateurs de comparaison entre les types fondamentaux se notent : `<`, `>`, `<=`, `>=`, `=` et `<>`.

### 4.1 Les entiers

Le type entier se note `Integer`. La division entière s'effectue avec l'opérateur `\`, et le reste de la division entière s'obtient avec l'opérateur `Mod`.

- 1 `20 \ 3` ' 6 (le quotient de la division entière de 20 par 3)
- 2 `20 mod 3` ' 2 (le reste de la division entière de 20 par 3)

**Remarque :** Les débordements de capacité sur les opérations entières provoquent une erreur à l'exécution. Ainsi, le type `Integer` est limité à des valeurs entre -32768 et +32767. Pour des capacités plus grandes, on peut utiliser le type `Long`, permettant des valeurs entre + ou - 2 milliards.

### 4.2 Les réels

Il existe deux types réels, les réels en simple précision (`Single`), autorisant 7 chiffres significatifs en virgule flottante, et les réels en double précision (`Double`), autorisant 15 chiffres significatifs. La valeur absolue s'obtient par la fonction prédéfinie `Abs`. La partie entière d'un réel s'obtient par la fonction `Int` ou la fonction `Fix` : ces 2 fonctions ont un comportement identique pour les réels positifs (par exemple `Int(3.14)` correspond à 3) mais se différencient pour les réels négatifs (`Int(-3.14)` correspond à -4, tandis que `Fix(-3.14)` correspond à -3). On peut également arrondir un réel en un entier avec la fonction `Round` : `Round(3.14)` vaut 3, et `Round(3.5)` vaut 4.

### 4.3 Les booléens

Le type booléen est `Boolean`. Les deux valeurs que peuvent prendre des variables booléennes se notent `True` et `False`. Les opérateurs logiques se notent `And` pour **Et**, `Or` pour **Ou** et `Not` pour **Non**.

**Remarque :** Les expressions booléennes sont toujours évaluées totalement, même si un résultat partiel permet de connaître le résultat total. Par exemple, `True Or expression` calculera toujours l'expression, même si on sait que le résultat sera forcément `True` quelle que soit la valeur de l'expression.

## 4.4 Les caractères

Le type caractère n'existe pas en tant que tel en VBA. Ce n'est qu'un cas particulier des chaînes de caractères (cf. paragraphe suivant). Les fonctions algorithmiques Chr et Ord se notent respectivement **Chr**(i) et **Asc**(c).

```
1 c = "A"      ' la valeur de c est "A"
2 i = Asc(c)   ' la valeur de i est 65, code ASCII de "A"
```

## 4.5 Les chaînes de caractères

Une chaîne se déclare avec le mot-clé **String**. Une chaîne peut contenir jusqu'à 64 milliers de caractères. Il n'est pas utile de spécifier de taille maximale dans la déclaration d'une variable chaîne.

```
1 Dim chaine As String
2 chaine = "bonjour"
```

## 5 Constantes

Les constantes sont définies en utilisant le mot-clé **Const** à la place de **Dim**, en faisant suivre le type de la variable par sa valeur derrière le symbole = :

```
1 Cons PI As Single = 3.1415      ' Valeur de PI
2 Const MAJORITE As Integer = 18  ' Age correspondant à la majorité
3 Const TVA As Single = 19.6     ' Taux de TVA en %
4 Const CAPACITE As Integer = 160 ' Nombre maximum d'étudiants dans une promotion
5 Const INTITULE As String = "Algorithmique_et_programmation" ' par exemple
```

## 6 Expressions

## 7 Instructions d'entrée/sorties

### 7.1 Opération d'entrée

En standard, le VBA utilise l'instruction **InputBox** qui permet d'effectuer une saisie dans une boîte-message fugitive. Dans le cadre de ce module d'algorithmique, nous utiliserons l'instruction **Saisir** qui permet de saisir au clavier la valeur d'une variable et de garder trace dans la feuille de calcul courante de ce qui a été saisi :

```
1 Saisir Variable1
```

**Attention :** Il ne faut pas utiliser de parenthèses autour de la variable, contrairement à l'instruction algorithmique **Lire**(Variable1). Une variante de l'instruction de saisie permet de proposer à l'utilisateur une valeur par défaut qui sera affectée à la variable s'il se contente de valider la saisie sans entrer de valeur particulière :

- 1 Saisir Duree, 5 ' la valeur 5 est affichée en présélection dans la boîte-message :
- 2 ' si l'utilisateur valide directement par la touche 'Retour-chariot', la valeur 5 sera a

## 7.2 Opération de sortie

En standard, le VBA utilise l'instruction **MsgBox** qui permet d'afficher des informations dans une boîte-message fugitive. Dans le cadre de ce module d'algorithmique, nous utiliserons l'instruction **Afficher** qui permet d'afficher les informations dans la feuille de calcul courante.

- 1 Afficher "La\_durée\_vaut\_" & Duree

Noter l'utilisation de l'opérateur de concaténation & pour composer un message unique rassemblant plusieurs informations mises bout à bout (ici, une chaîne littérale et le contenu d'une variable).

**Attention :** Tout comme pour l'instruction de saisie, il ne faut pas utiliser de parenthèses autour des informations à afficher, contrairement à l'instruction algorithmique **Ecrire**("La\_durée\_vaut", Duree). Il est également possible d'utiliser la forme suivante utilisant la virgule comme séparateur :

- 1 Afficher "La\_durée\_vaut\_", Duree

Dans ce cas, la valeur de la variable Duree sera placée dans la colonne suivante de la feuille de calcul. Cette forme sera utile si on veut afficher des informations tabulées. Noter que, si le premier élément "La\_durée\_vaut\_" ne rentre pas dans la première colonne, la partie qui dépasse sera tronquée à l'affichage et n'apparaîtra donc pas. L'instruction **Afficher** "" utilisée avec un chaîne vide (symbole " redoublé, et non pas 4 fois la quote simple) permet de sauter une ligne.

### Exercice 1 : Cube d'un réel

Écrire un programme qui affiche le cube d'un nombre réel saisi au clavier.

#### Solution :

```

1  R0 : Afficher le cube d'un nombre réel
2
3  Tests :
4      0 -> 0
5      1 -> 1
6      2 -> 8
7      -2 -> -8
8      1.1 -> 1,331
9
10 R1 : Raffinage De « Afficher le cube d'un nombre réel »
11   | Saisir un nombre réel      x: out Réel
12   | Afficher le cube de x      x: in Réel
13
14 R2 : Raffinage De « Afficher le cube de x »
15   | Écrire(x * x * x)

```

## 8 Affectation

L'affectation se note avec un signe =.

**Attention :** Il ne faut pas confondre l'affectation et le test d'égalité, même s'ils utilisent le même opérateur =. Le contexte permet de les différencier sans ambiguïté : un test d'égalité apparaît dans une condition placée derrière **If**, **While** ou **Until** (cf. chapitre suivant sur les structures de contrôle).

```
1 i = 10      ' affectation
2 If i=10 Then  ' test d'égalité
```

### Exercice 2 : Permuter deux caractères

Écrire un programme qui permute la valeur de deux variables c1 et c2 de type caractère.

**Solution :** Le principe est d'utiliser une variable intermédiaire (tout comme on utilise un récipient intermédiaire si l'on veut échanger le contenu de deux bouteilles).

```
1 Attribute VB_Name = "exo02_permuter"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : permuter deux caracteres
6 '*****
7
8 Sub permuter_caracteres()
9     Dim c1 As String, c2 As String ' les deux caracteres a permuter
10    Dim tmp As String ' variable intermediaire
11
12    EffacerEcran "Permutation_de_caractères"
13    '1.initialiser c1 et c2
14    c1 = "A"
15    c2 = "Z"
16    Afficher "Avant:_c1=_ " & c1 & "_et_c2=_ " & c2
17    '2.permuter c1 et c2
18    tmp = c1
19    c1 = c2
20    c2 = tmp
21    '3.afficher pour verifier
22    Afficher "Après:_c1=_ " & c1 & "_et_c2=_ " & c2
23 End Sub
```

### Exercice 3 : Cube d'un réel (avec une variable)

Reprenons l'exercice 1.

#### 3.1 Utiliser une variable intermédiaire pour le résoudre.

**Solution :** On reprend le même R0 et les mêmes tests. En fait, seule la manière de résoudre le problème change.

```
1 R1 : Raffinage De « Afficher le cube d'un nombre réel »
2   | Saisir un nombre réel      x: out Réel
3   | Calculer le cube de x      x: in Réel ; cube: out Réel
4   | Afficher le cube
5
6 R2 : Raffinage De « Afficher le cube de x »
7   | cube <- x * x * x
```

```

1 Attribute VB_Name = "exo03_cube_variable"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : afficher le cube d'un nombre reel (usage d'une variable)
6 '*****
7
8 Sub cube_var()
9     Dim x As Double      ' un nombre saisi par l'utilisateur
10    Dim cube As Double   ' le cube de x
11
12    EffacerEcran "Cube_d'un_nombre_(avec_variable)"
13    '1.Saisir un nombre reel
14    Afficher "Nombre_="
15    Saisir x
16    '2.Calculer le cube de x
17    cube = x * x * x
18    '3.Afficher le cube de x
19    Afficher "Son_cube_est_:" & cube
20 End Sub

```

### 3.2 Quel est l'intérêt d'utiliser une telle variable ?

**Solution :** L'intérêt d'utiliser une variable intermédiaire est d'améliorer la lisibilité du programme car elle permet de mettre un nom sur une donnée manipulée. Ici on nomme cube la donnée  $x * x * x$ .

De plus, ceci nous a permis, au niveau du raffinement, de découpler le calcul du cube de son affichage. Il est toujours souhaitable de séparer calcul des opérations d'entrées/sorties car l'interface avec l'utilisateur est la partie d'une application qui a le plus de risque d'évoluer.

### 3.3 Exécuter à la main l'algorithme ainsi écrit.

**Solution :** À faire soi-même !

## 9 Structures de contrôle

### 9.1 Enchaînement séquentiel

La séquence s'exprime comme en algorithmique.

### 9.2 Instructions conditionnelles

#### 9.2.1 Conditionnelle Si ... Alors ... FinSi

Deux variantes sont utilisables selon que la ou les instructions conditionnées s'écrivent de manière courte ou longue. Forme courte :

```
1 If condition Then une ou plusieurs instructions tenant sur cette unique ligne
```

S'il y a plusieurs instructions courtes qui tiennent sur la ligne, il faut utiliser : pour séparer chaque instruction. Forme longue (la plus générale) :

```

1 If condition Then
2     instruction
3     ...
4     instruction
5 End If

```

Bien noter que, pour la forme courte, la fin de l'unique ligne tient lieu de **End If** implicite. Il est tout à fait possible d'utiliser des parenthèses autour de la condition si on préfère mieux la mettre en valeur.

#### Exercice 4 : Une valeur entière est-elle paire ?

Écrire un algorithme qui lit une valeur entière au clavier et affiche « paire » si elle est paire.

#### Solution :

```

1 R0 : Afficher « paire » si une valeur entière saisie au clavier est paire
2
3 tests :
4     2 -> paire
5     5 -> -----
6     0 -> paire
7
8 R1 : Raffinage De « Afficher ... »
9     | Saisir la valeur entière n
10    | Afficher le verdict de parité
11
12 R2 : Raffinage De « Afficher le verdict de parité »
13    | Si n est paire Alors
14    | | Écrire("paire")
15    | FinSi
16
17 R3 : Raffinage De « n est paire »
18    | Résultat <- n Mod 2 = 0

```

Dans le raffinement précédent un point est à noter. Il s'agit du raffinement R2 qui décompose « Afficher le verdict de parité ». Nous n'avons pas directement mis la formule «  $n \bmod 2 = 0$  ». L'intérêt est que la formulation « n est paire » est plus facile à comprendre. Avec la formule, il faut d'abord comprendre la formule, puis en déduire sa signification. « n est paire » nous indique ce qui nous intéresse comme information (facile à lire et comprendre) et son raffinement (R3) explique comment on détermine si n est paire. Le lecteur peut alors vérifier la formule en sachant ce qu'elle est sensée représenter.

Raffiner est quelque chose de compliquer car on a souvent tendance à descendre trop vite dans les détails de la solution sans s'arrêter sur les étapes intermédiaires du raffinement alors que ce sont elles qui permettent d'expliquer et de donner du sens à la solution.

Dans cet exercice, vous vous êtes peut-être posé la question : « mais comment sait-on que n est paire ». Si vous avez trouvé la solution vous avez peut-être donnée directement la formule alors que le point clé est la question. Il faut la conserver dans l'expression de votre algorithme ou programme, donc en faire une étape du raffinement.

Si vous arrivez sur une étape que vous avez du mal à décrire, ce sera toujours une indication d'une étape qui doit apparaître dans le raffinement. Cependant, même pour quelque chose de simple,

que vous savez faire directement, il faut être capable de donner les étapes intermédiaires qui conduisent vers et expliquent la solution proposée. Ceci fait partie de l'activité de construction d'un programme ou algorithme.

**Remarque :** Il est généralement conseillé d'éviter de mélanger traitement et entrées/sorties. C'est pourtant ce qui a été fait ci-dessus. On aurait pu écrire le premier niveau de raffinement différemment en faisant.

```

1  R1 : Raffinage De « Afficher ... »
2    | Saisir la valeur entière           n: out Entier
3    | Déterminer la parité de n         n: in ; paire: out Booléen
4    | Afficher le verdict de parité     paire: in Booléen
5
6  R2 : Raffinage De « Déterminer la parité de n »
7    | parité <- (n Mod 2) = 0
8
9  R2 : Raffinage De « Afficher le verdict de parité »
10   | Si paire Alors
11   | | Écrire("paire")
12   | FinSi

```

On constate ici que la variable intermédiaire « paire » permet d'avoir un programme plus lisible car on a donné un nom à la quantité  $(n \bmod 2) = 0$ .

```

1  Attribute VB_Name = "exo04_parite"
2  '*****
3  '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4  '* Version : 1.0
5  '* Objectif : Afficher " paire " si une valeur entière est paire.
6  '*****
7
8  Sub tester_parite()
9      Dim n As Integer ' valeur saisie au clavier
10
11      EffacerEcran "Parité_d'un_nombre"
12      '1.Saisir la valeur entiere n
13      Afficher "Valeur_="
14      Saisir n
15      '2.Afficher le verdict de parite
16      If (n Mod 2 = 0) Then ' n est paire
17          Afficher "paire"
18      End If
19 End Sub

```

## 9.2.2 Conditionnelle Si ... Alors ... Sinon ... FinSi

```

1  If condition Then
2      instruction
3      ...
4  Else
5      instruction

```

```
6     ...
7 End If
```

**Exercice 5 : Maximum de deux valeurs réelles**

Étant données deux valeurs réelles lues au clavier, afficher à l'écran la plus grande des deux.

**Solution :**

```
1 R0 : Afficher le plus grand de deux réels saisis au clavier
2
3 tests :
4     1 et 2 -> 2
5     2 et 1 -> 1
6     3 et 3 -> 3
7
8 R1 : Raffinage De « Afficher le plus grand de deux réels ... »
9     | Saisir les deux réels      x1, x2 : out Réel
10    | Déterminer le maximum     x1, x2 : in ; max : out Réel
11    | Afficher le maximum
12
13 R2 : Raffinage De « Déterminer le maximum »
14    | Si x1 > x2 Alors
15    | | max <- x1
16    | Sinon
17    | | max <- x2
18    | FinSi

1 Attribute VB_Name = "exo05_max"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : Determiner le max de deux valeurs reelles
6 '*****
7
8 Sub calculer_max()
9     Dim x1 As Double, x2 As Double ' les deux reels saisis au clavier
10    Dim max As Double             ' le plus grand de x1 et x2
11
12    EffacerEcran "Maximum_de_2_nombres"
13    '1.Saisir les deux reels
14    Afficher "Saisir_un_premier_nombre_reel:_:"
15    Saisir x1
16    Afficher "Saisir_un_second_nombre_reel:_:"
17    Saisir x2
18    '2.Déterminer le maximum
19    If (x1 > x2) Then
20        max = x1
21    Else
22        max = x2
23    End If
24    '3.Afficher le maximum
25    Afficher "max(" & x1 & ", " & x2 & ")_=" & max
26 End Sub
```

### 9.2.3 La clause SinonSi

```

1  If condition1 Then
2      instruction
3      ...
4  ElseIf condition2 Then
5      instruction
6      ...
7  ElseIf conditionN Then
8      instruction
9      ...
10 Else
11     Instruction
12     ...
13 End If

```

**Attention :** **ElseIf** s'écrit sans espace avant le **If**, alors qu'au contraire il en faut un pour **End If**.

#### Exercice 6 : Signe d'un entier

Étant donné un entier lu au clavier, indiquer s'il est nul, positif ou négatif.

#### Solution :

```

1  R0 : Afficher le signe d'un entier
2
3  tests :
4      2 -> positif
5      0 -> nul
6      -1 -> négatif
7
8  R1 : Raffinage De « Afficher le signe d'un entier »
9      | Saisir un entier n           n: out Entier
10     | Afficher le signe de n       n: in
11
12 R2 : Raffinage De « Afficher le signe de n »
13     | Si n > 0 Alors
14     | | Écrire("positif");
15     | SinonSi n < 0 Alors
16     | | Écrire("positif");
17     | Sinon { Non (n > 0) Et Non (n < 0) donc N = 0 }
18     | | Écrire("nul");
19     | FinSi

```

Le principe est d'utiliser un **SinonSi** car les trois cas sont exclusifs.

```

1  Attribute VB_Name = "exo06_signe_entier"
2  '*****
3  '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4  '* Version : 1.0
5  '* Objectif : Afficher le signe d'un entier.
6  '*****
7
8  Sub signe_entier()

```

```

 9      Dim n As Integer ' entier saisi au clavier
10
11      EffacerEcran "Signe_d'un_nombre"
12      '1.Saisir un entier n
13      Afficher "Valeur_entiere:_:"
14      Saisir n
15      '2.Afficher le signe de n
16      If (n > 0) Then
17          Afficher "positif"
18      ElseIf (n < 0) Then
19          Afficher "negatif"
20      Else
21          Afficher "nul"
22      End If
23 End Sub

```

#### 9.2.4 Conditionnelle Selon

```

1  Select Case expression
2      Case choix1
3          Instruction
4          ...
5      Case choix2
6          Instruction
7          ...
8      Case choixN
9          Instruction
10         ...
11     Case Else
12         Instruction
13         ...
14 End Select

```

expression est nécessairement de type numérique (entier ou réel) ou chaîne de caractères. Les choix peuvent faire apparaître plusieurs valeurs séparées par des virgules. Chaque valeur peut aussi être remplacée par un intervalle utilisant le mot-clé **To**, par exemple sous la forme : 1, 5, 10 **To** 20. On peut également utiliser des demi-intervalles avec le mot-clé **Is** suivi d'un opérateur relationnel, comme par exemple **Is >10** ou **Is <=0**. On peut ne pas aller à la ligne après la ligne **Case** choix<sub>i</sub> ou **Case Else** : dans ce cas, il faut utiliser : avant de faire suivre la ou les instructions (de préférence courtes) sur la même ligne.

#### Exercice 7 : Réponse

Écrire un programme qui demande à l'utilisateur de saisir un caractère et qui affiche « affirmatif » si le caractère est un « o » (minuscule ou majuscule), « négatif » si c'est un « n » (minuscule ou majuscule) et « ?!?!?!? » dans les autres cas.

#### Solution :

```

1  Attribute VB_Name = "exo07_selon_affirmatif_negatif"
2  '*****

```

```

3  '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4  '* Version : 1.0
5  '* Objectif : Répondre par " affirmatif ", " négatif " ou " ?!?!?!?".
6  '*****
7
8  Sub repondre()
9      Dim reponse As String ' caractere lu au clavier
10
11     EffacerEcran "Réponse_affirmative_ou_négative"
12     '1.saisir le caractère
13     Afficher "Votre_reponse_(o/n)_:_:"
14     Saisir reponse
15     '2.afficher la reponse
16     Select Case (reponse)
17         Case "o", "0"
18             Afficher "Affirmatif"
19         Case "n", "N"
20             Afficher "Négatif"
21         Case Else
22             Afficher "?!?!?!?"
23     End Select
24 End Sub

```

## 9.3 Instructions de répétitions

### 9.3.1 Répétition TantQue

```

1  Do While condition
2      instruction
3      ...
4  Loop

```

#### Exercice 8 : Somme des premiers entiers (TantQue)

Calculer la somme des n premiers entiers.

**Solution :** Une solution algorithmique sous forme de raffinages peut-être la suivante :

```

1  R0 : Afficher la somme des n premiers entiers
2
3  R1 : Raffinage De « Afficher la somme des n premiers entiers »
4      Saisir la valeur de n (pas de contrôle)      n: out Entier
5      { n >= 0 }
6      Calculer la somme des n premiers entiers      n: in; somme: out Entier
7      Afficher la somme                             somme: in Entier
8
9  R2 : Raffinage De « Calculer la somme des n premiers entiers »
10     somme <- 0                                     somme: out
11     i <- 1                                         i: out Entier
12     TantQue i <= n Faire                          i, n: in
13         { Variant : n - i + 1 }
14         { Invariant : somme =  $\sum_{j=0}^{i-1} j$  }

```

```

15         somme <- somme + i         somme, i: in; somme: out
16         i <- i + 1                 i: in; i: out
17     FinTQ

```

Intéressons nous à la condition après le **TantQue**. On a la propriété suivante :

```

(i > n)           -- sortie du TantQue : Non (i <= n)
Et (n - i + 1 >= 0)  -- variant >= 0
Et (somme =  $\sum_{j=1}^{i-1} j$ ) -- invariant

```

Les deux premières expressions s'écrivent

```
(i > n) Et (i <= n+1)
```

On en déduit :  $i = n + 1$ .

La troisième donne alors :

$$somme = \sum_{j=1}^n j$$

C'est bien le résultat demandé !

Bien entendu, il faut aussi prouver que le variant est toujours positif et qu'il décroît strictement (on incrémente  $i$  de 1 donc on diminue le variant de 1). Il faut également prouver que l'invariant est toujours vrai.

Commençons par le variant. Montrons par récurrence sur le nombre de passage dans la boucle que le **variant est toujours positif**.

Si le nombre de passage est nul, donc avant le premier passage, on a :  $V_0 = n - i_1 = n - 1 + 1 = n$ . Par hypothèse sur  $n$  (saisie contrôlée), on a bien  $V_0 \geq 0$

Supposons la propriété vraie pour le passage  $p$ . On a donc :  $V_p \geq 0$

Montrons que  $V_{p+1}$  est vraie. On notera avec des primes les variables de  $V_{p+1}$  au lieu d'utiliser des indices en  $p$ .

On a :  $V_{p+1} = n' - i' + 1$

Si on parle de  $V_{p+1}$  c'est qu'on est passé dans la boucle. Donc la condition du **TantQue** est vraie. On a donc  $i \leq n$ .

Or on a  $n' = n$  et  $i' = i + 1$  (passage une fois dans la boucle).

Donc  $V_{p+1} = n - (i + 1) + 1 = n - i + 1 - 1 = n - i$  Comme  $i \leq n$ , on a bien  $V_{p+1} \geq 0$ .

Par récurrence, on a montrer que le variant est toujours positif.

Montrons que le **variant décroît strictement**. On  $V_{p+1} = n' - i' + 1 = n - i + 1 - 1 = (n - i + 1) - 1 = V_p - 1$ . On a bien  $V_{p+1} < V_p$ .

On a donc montrer la terminaison de la boucle.

**Remarque :** Dans la formulation initiale du R1, j'avais oublié la propriété  $\{ n \geq 0 \}$ . Elle était bien sûr implicite. Essayer de montrer que le variant était toujours positif m'a permis de penser à l'explicitier.

Montrons maintenant que l'**invariant est toujours vrai**. On utilise aussi une récurrence sur le nombre  $p$  de passage dans la boucle.

Avant le premier passage, on a  $\sum_{j=0}^{i-1} j = \sum_{j=0}^0 j = 0$  et on a  $somme = 0$ . Donc  $I_0$  est vrai.

Supposons  $I_p$  vrai. On a donc :  $somme = \sum_{j=0}^{i-1} j$

Montrons que  $I_{p+1}$  est vrai. Si on parle de  $I_{p+1}$ , c'est qu'on passe une nouvelle fois dans la boucle. On a donc :  $i \geq n$ .

Les valeurs de  $n$ ,  $i$  et somme deviennent :

$$s' = s + i$$

$$i' = i + 1$$

$$n' = n$$

$$s' = \sum_{j=0}^{i-1} j + i \text{ par hypothèse de récurrence. } s' = \sum_{j=0}^i j \quad s' = \sum_{j=0}^{(i+1)-1} j \quad s' = \sum_{j=0}^{i'-1} j$$

Donc on a bien  $I_{p+1}$ .

Par récurrence, on montre donc que l'invariant est toujours vrai.

```

1 Attribute VB_Name = "exo08_tantque_somme_n"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : Calculer la somme des n premiers entiers
6 '*           avec une instruction Tant Que.
7 '*****
8
9 Sub somme_n()
10     Dim n As Integer ' valeur lue au clavier
11     Dim i As Integer ' parcourir les entiers de 1 à n
12     Dim somme As Integer ' somme des entiers de 0 à i
13
14     EffacerEcran "Somme_des_n_premiers_entiers_(avec_tant_que)"
15     '1.saisir la valeur de n (sans controle)
16     Afficher "Nombre_d'entiers_:_"
17     Saisir n
18     '2.calculer la somme des n premiers entiers
19     somme = 0 ' initialisation de la somme a 0
20     i = 0
21     Do While i < n
22         'Variants : i et somme
23         'Invariant : somme = somme des i premiers entiers
24         i = i + 1
25         somme = somme + i
26     Loop
27     'i=n => somme = somme des n premiers entiers
28     '3.afficher la somme
29     Afficher "La_somme_est_:_" & somme
30 End Sub

```

### Exercice 9 : Saisie contrôlée d'un numéro de mois

On souhaite réaliser la saisie du numéro d'un mois (compris entre 1 et 12) avec vérification. Le principe est que si la saisie est incorrecte, le programme affiche un message expliquant l'erreur de saisie et demande à l'utilisateur de resaisir la donnée.

**9.1** Utiliser un **TantQue** pour réaliser la saisie contrôlée.

**9.2** Généraliser l'algorithme au cas d'une saisie quelconque.

**Solution :**

```

1 Attribute VB_Name = "exo09_traiter_erreurs_tantque"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : Saisir le numero d'un mois avec controle tant que.
6 '*****
7
8 Sub saisir_mois_tant_que()
9     Dim mois As Integer ' le numero du mois
10
11     EffacerEcran "Saisie contrôlée d'un numéro de mois_(avec_tant_que)"
12     '1.Saisir le numero de mois
13     Afficher "Numero_du_mois:_:"
14     Saisir mois
15     '2.Traiter les erreurs eventuelles
16     Do While (mois < 1) Or (mois > 12) ' mois incorrect
17         '2a.Signaler l'erreur de saisie
18         Afficher "Donner_un_numero_entre_1_et_12_!"
19         '2b.Saisir un nouveau numero de mois
20         Afficher "Numero_du_mois:_:"
21         Saisir mois
22     Loop
23     '3.Afficher le numero saisi
24     Afficher "Le_numero_du_mois_est_donc:_:" & mois
25 End Sub

```

### 9.3.2 Répétition Répéter ... Jusqu'À

```

1 Do
2     instruction
3     ...
4 Loop Until condition

```

#### Exercice 10 : Plusieurs sommes des n premiers entiers

Écrire un programme qui affiche la somme des n premiers entiers naturels, n étant un entier saisi au clavier. Le programme devra proposer la possibilité à l'utilisateur de recommencer le calcul pour un autre entier.

**Solution :** Le raffinement peut être décrit ainsi.

```

1 R0 : Afficher la somme des n premiers entiers avec possibilité de recommencer
2
3 R1 : Raffinage De « R0 »
4   | Répéter
5   | | Afficher la somme des n premiers entiers
6   | | Demander si l'utilisateur veut recommencer           reponse: out
7   | Jusqu'À réponse est non

```

Le raffinement de « Afficher la somme des n premiers entiers » a déjà été donné dans un exercice précédent. On peut donc directement en déduire l'algorithme.

```

1 Attribute VB_Name = "exo10_recommencer_somme_n"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : Calculer la somme des n premiers entiers avec possibilite
6 '*             de recommencer.
7 '*****
8
9 Sub somme_n_repetee()
10     Dim reponse As String ' reponse de l'utilisateur
11     Dim n As Integer ' valeur lue au clavier
12     Dim i As Integer ' parcourir les entiers de 1 à n
13     Dim somme As Integer ' somme des entiers de 0 à i
14
15     EffacerEcran "Plusieurs_somme_des_n_premiers_entiers"
16     Do
17         '1.saisir la valeur de n (sans contrôle)
18         Afficher "Nombre_d'entiers_:_"
19         Saisir n
20         '2.calculer la somme des n premiers entiers
21         somme = 0 'IMPORTANT initialisation de la somme
22         i = 0
23         Do While (i < n)
24             'Invariant : somme = somme des entiers de 1 à i
25             i = i + 1
26             somme = somme + i
27         Loop
28         '3.afficher la somme
29         Afficher "La_somme_est_:_" & somme
30         Afficher "Encore(o/n)_?"
31         Saisir reponse
32     Loop While (reponse = "o") Or (reponse = "0")
33 End Sub

```

### Exercice 11 : Saisie contrôlée d'un numéro de mois

On souhaite réaliser la saisie du numéro d'un mois (compris entre 1 et 12) avec vérification. Le principe est que si la saisie est incorrecte, le programme affiche un message expliquant l'erreur de saisie et demande à l'utilisateur de resaisir la donnée.

On utilisera un **Répéter** pour réaliser la saisie contrôlée.

Généraliser l'algorithme au cas d'une saisie quelconque.

#### Solution :

```

1 Attribute VB_Name = "exo11_traiter_erreurs_jusqu_a"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : Saisir le numéro d'un mois avec controle jusqu'a.
6 '*****
7
8 Sub saisir_mois_jusqu_a()
9     Dim mois As Integer ' le numero du mois

```

```

10
11     EffacerEcran "Somme_des_n_premiers_entiers_(avec_jusqu'à)"
12     Do
13         '1.Saisir le numero de mois
14         Afficher "Numero_du_mois:_"
15         Saisir mois
16         '2.Traiter les erreurs eventuelles
17         If (mois < 1) Or (mois > 12) Then 'mois incorrect
18             '2a.Signaler l'erreur de saisie
19             Afficher "Donner_un_numero_entre_1_et_12!"
20             '2b.Inviter à saisir un nouveau numero de mois
21             Afficher "Reessayez:_"
22         End If
23     Loop Until (mois >= 1) And (mois <= 12) 'mois correct
24     '3.Afficher le numéro saisi
25     Afficher "Le_numero_du_mois_est_donc:_" & mois
26 End Sub

```

### 9.3.3 Répétition Pour

```

1 For val = val_min To val_max Step pas
2     instruction
3     ...
4 Next val

```

Le pas peut être positif ou négatif. La variable de la boucle est obligatoirement de type entier. Le rappel de la variable derrière le **Next** n'est pas obligatoire : c'est cependant une bonne habitude que de la mentionner, notamment lorsqu'on est amené à utiliser des boucles imbriquées. Notons que si le pas est de 1, il peut être omis, ce qui est très fréquent dans la pratique :

```

1 For val = val_min To val_max
2     instruction
3     ...
4 Next val

```

### Exercice 12 : Somme des premiers entiers

Calculer la somme des n premiers entiers.

#### Solution :

```

1 Attribute VB_Name = "exo12_pour_somme_n"
2 '*****
3 '* Auteur : Claude Monteil <monteil@ensat.fr>
4 '* Version : 1.0
5 '* Objectif : Calculer la somme des n premiers entiers
6 '*             avec une repetition avec compteur (Pour)
7 '*****
8
9 Sub somme_n_avec_pour()
10     Dim n As Integer ' valeur lue au clavier
11     Dim i As Integer ' parcourir les entiers de 1 a n
12     Dim somme As Integer ' somme des entiers de 0 a i

```

```
13
14     EffacerEcran "Somme_des_n_premiers_entiers_(avec_pour)"
15     '1.saisir la valeur de n (sans controle)
16     Afficher "Nombre_d'entiers_:_"
17     Saisir n
18     '2.calculer la somme des n premiers entiers
19     somme = 0
20     For i = 1 To n
21         ' Invariant : somme = somme de 1 à i
22         somme = somme + i
23     Next i
24     '3.afficher la somme
25     Afficher "La_somme_est_:_" & somme
26 End Sub
```

### 9.3.4 Quelle répétition choisir ?