Informatique : principes et méthodes de programmation

Cours dispensé par

Thomas DUFRASNE

Introduction

Organisation

- Théorie : 32 heures
- Laboratoire : 64 heures
- Autonomie : 24 heures

- Total : 120 heures

Objectifs

- Mise en œuvre et justification d'une méthodologie rigoureuse et cohérente de résolution de problèmes (observation, résolution, expérimentation, validation) ;
- Appliquer à ces situations les fonctionnalités essentielles d'un langage procédural choisi ;
- Concevoir et construire des algorithmes en utilisant de manière pertinente les éléments suivants :
    - Les types de données élémentaires ;
    - Les vecteurs et matrices ;
    - Les figures algorithmiques de base (séquence, alternative et répétitive) ;
    - Les expressions et instructions ;
    - Entrées et sorties conversationnelles ;
    - Les fonctions et procédures ;
    - La récursivité ;
    - Les fichiers.

- Traduire de manière adéquate des algorithmes en respectant les spécificités du langage utilisé ;
- Recourir à bon escient à la documentation disponible.

Langage

Utilisation du langage PASCAL

- TURBO PASCAL
- BORLAND PASCAL

- Dérivé → DELPHI

Remarque générale

Vu que la table des matières évolue en même temps que la mise à jour du document, vous trouverez cette table en fin d'ouvrage. Elle sera donc distribuée avec la dernière partie du présent syllabus.

Concepts informatiques

Un programme est une succession d'instructions destinées à être exécutées par un ordinateur, dans un certain ordre, afin de produire un résultat spécifique.

Les commandes comprises par un ordinateur sont, d'une manière interne, exprimées dans un code binaire (succession de 0 et de 1).

Un langage de programmation est un langage qui permet au programmeur de donner des commandes non ambiguës à l'ordinateur.

Il existe différents types de langages :

- Le langage machine : c'est le seul langage compris par la machine. Son usage est complexe et spécifique à chaque ordinateur. Il est constitué de symboles binaires.
- Le langage d'assemblage (ou Assembleur) : il est directement inspiré du langage de la machine. Il en est très proche mais est plus clair. Il est constitué de texte et non de symboles binaires.
- Les langages évolués : ils sont proches du langage de l'homme. Le compilateur se charge de traduire ce langage en langage machine. Quelques exemples : COBOL, PASCAL, FORTRAN, C.

La séquence des étapes ou opérations qui doivent être suivies par le programme est l'algorithme du programme. L'algorithme est la spécification pas à pas du processus qui doit résoudre le problème posé. Il doit être clair et non ambigu. Cet algorithme est transmis à l'ordinateur au travers du langage de programmation.

Le langage PASCAL appartient à la famille des langages structurés. Ceux-ci sont des langages qui permettent l'élaboration des programmes à partir d'un ensemble de blocs d'instructions. Les programmes écrits au moyen d'un tel langage peuvent être réalisés à partir de quatre structures de base : la séquence, la décision, la structure répétitive, la procédure.

- La **séquence** est un groupe d'instructions exécutées les unes après les autres ;

- Une **décision** est une structure permettant à une action du programme d'être influencée par des données ;

- La **structure répétitive** est utilisée pour exécuter une instruction ou une suite d'instructions plusieurs fois. Alors que les instructions sont les mêmes chaque fois que la boucle est exécutée, les données sur lesquelles elles agissent changent d'une fois à l'autre.

- La **procédure** (ou **fonction**) permet de remplacer un groupe d'instructions par un nom qui identifie ce groupe. Les procédures permettent de donner aux programmes une structure modulaire, ce qui rend l'écriture plus facile et plus dense.

Exemple simple

Le code source

```
{ ****************************************
  * Programme de calcul de racines carrees  *
  *         fournies par l'utilisateur      *
  **************************************** }
program prg_premier ;
const Nombre_fois = 5 ;
var  i     : integer ;
     nombre      : real ;
     racine      : real ;
begin
     writeln('bonjour') ;
     writeln('je  vais  vous  calculer  ',Nombre_fois,  '  racines
carrees :') ;
     for i :=1 to Nombre_fois do begin
           write('donnez un nombre : ') ;
           readln(nombre) ;
           if  nombre  <  0  then  writeln('Pas  de  racine  pour  ce
nombre !')
           else begin
                 racine := sqrt (nombre) ;
                 writeln(nombre,' a pour racine ',racine)
           end ;
     end ;
     writeln('Merci') ;
end.
```

Explications

- En-tête :

  Il s'agit de la première ligne du programme, identifiant le programme en lui donnant un nom. Un nom identifiant le rôle du programme sera choisi de préférence. Vous éviterez d'attribuer à une variable le nom donné dans cette section. Si vous tentez cela, vous obtiendrez un message d'erreur à la compilation.

Attention : " ; " en fin de ligne.

- Partie déclaration :

  Elle s'étend de la fin de l'en-tête jusqu'au premier mot BEGIN. Elle comporte dans ce cas deux sortes de déclarations (CONST et VAR).

```
const Nombre_fois = 5 ;
```

Dans tout le programme, l'identificateur désignera la valeur 5.

Avantages : Meilleure visibilité
Meilleure adaptation

```
var  i     : integer ;
     nombre      : real ;
```

```
racine      : real ;
```

Déclaration de "type" de variables. i prendra des valeurs différentes lors de l'exécution du programme.

i → type entier
nombre,
racine → type réel

- Partie exécutable

  Observation du corps du programme (BEGIN…END, WRITELN, WRITE, READLN, FOR…TO, READ, IF…THEN…ELSE et ponctuation.

- Documentation

  Soit par des commentaires (cf. exemple) et/ou par la documentation accompagnant le programme. Toujours documenter ses programmes.

- Lisibilité

  Remarquez que le code a été écrit de telle manière que les blocs d'instructions sont clairement délimités. Il en résulte que le code source sera plus clair. Par exemple, nous verrons tout de suite si nous avons oublié un "end". Cet agencement d'écriture n'est pas un luxe, il est obligatoire !

Édition et compilation

Édition	Saisir le code source et l'enregistrer. Se fait via l'éditeur de TURBO PASCAL. Enregistrement du fichier mon_programme.pas. Prenez l'habitude d'enregistrer votre programme **AVANT** la première compilation.
Compilation	Traduction du code source en langage machine. Le résultat est mon_programme.exe.

⌦ **Exercice 1**

Lancer l'éditeur, enregistrer le code source de l'exemple, compiler et exécuter le programme.

Règles générales du TURBO PASCAL

Éléments du langage : identificateurs, identificateurs prédéfinis et mots clés

Les identificateurs sont des noms choisis par le programmeur (Nombre_fois, i, racine, nombre). Ce sont les noms de variables, de constantes, de procédures, de fonctions et de types.

Dans l'exemple se trouvent également des mots imposés par TURBO PASCAL (program, integer, const, begin…) Ces mots se classent en deux catégories : les mots clés et les identificateurs prédéfinis.

Des mots clés ne peuvent jamais être utilisés comme identificateurs. Ils constituent le "vocabulaire" du langage PASCAL. Leur rôle et leur signification sont parfaitement définis.

absolute	end	near (2) (4)	string (1)
and	external (1)	nil	then
asm (1)	far (2) (4)	not	to
array	file	object (3)	type
assembler (1) (2)	for	of	unit (1)
begin	forward (2)	or	until
case	function	packed	uses (1)
const	goto	private (2) (4)	var
constructor (3)	if	procedure	virtual (1) (2)
destructor (3)	implementation (1)	program	while
div	in	record	with
do	inline (1)	repeat	xor (1)
downto	interrupt (1) (2)	set	
else	label	shl (1)	
	mod	shr (1)	

(1) : Mot clé propre à TURBO PASCAL, n'existe pas en PASCAL standard
(2) : Depuis la version 6, traité comme identificateur prédéfini (cf. infra)
(3) : depuis la version 5.5
(4) : depuis la version 6.

Les identificateurs prédéfinis sont des mots possédant une signification par défaut (Integer, real, writeln…). Ils peuvent être utilisés comme identificateur par le programmeur, mais cela prête à confusion.

Il est donc possible d'appeler une variable Integer ➔ à éviter !

Les règles d'écriture des identificateurs

Les identificateurs sont des noms d'entités définis par l'utilisateur (constantes, variables, procédures, fonctions, types…). Le programmeur définit ces identificateurs dans une partie spécifique du programme, le bloc des déclarations.

Un identificateur devra respecter les règles suivantes :

- Il ne doit contenir que des lettres ou des chiffres ou le caractère souligné '_'. Parmi les lettres, seules sont acceptées les 26 lettres de l'alphabet. Les lettres accentuées ne sont pas acceptées par le compilateur.

- Le premier caractère d'un identificateur doit être une lettre ou le caractère '_'.

- Seuls les 63 premiers caractères d'un identificateur sont significatifs et sa longueur ne peut dépasser une ligne de l'éditeur. On veillera cependant à garder une longueur "lisible".

- ATTENTION : Pascal est un des rares programmes qui ne font pas la différence entre les minuscules et les majuscules.

⌦ **Exercice 2**

Quels sont les identificateurs corrects ou incorrects ?

```
A
A1
1b
n
n_1
racine_carree
racine_carrée
Racine-carree
Taxe_sur_la_valeur_ajoutee
Nombre 1
```

Un espace est obligatoire pour séparer les différents mots, sauf lorsque deux mots sont séparés par ' :' ou ' ;'. Toutefois, le programmeur s'imposera de la clarté dans ses codes sources. Par ailleurs, une chaîne ne peut être écrite sur plusieurs lignes.

program Racines_carrees ; const Nombre_fois = 5 ; var i : integer ;
nombre : real ; racine : real ; begin writeln ('bonjour ') ;
writeln('je vais vous calculer ',Nombre_fois', ' racines carrees :') ;
for i :=1 to Nombre_fois do begin write('donnez un nombre : ') ;
readln(nombre) ; if nombre < 0 then writeln
('Pas de racine pour ce nombre !') ; else begin
racine := sqrt (nombre) ; writeln
(nombre,' a pour racine ',racine) end ; end ;
writeln('Au revoir ') ; end.

Même si la mise en page d'un programme est libre ou presque, le programmeur évitera de saisir le code d'une manière qui complique tout travail de maintenance sur ce code.

Les commentaires

Les commentaires, signalés au compilateur par les symboles ' { ' et ' } ' ou ' {* ' et ' *} ' pourront être placés partout où un espace ou un saut de ligne est permis.

```
{ un exemple de commentaire }

{* un autre exemple de commentaire *}
```

Il est indispensable de commenter ses programmes. Il est erroné de penser que les codes sources sont lisibles et compréhensibles, même pour celui qui l'encode. Il faut garder à l'esprit que les programmes sont susceptibles d'être modifiés longtemps après leur encodage, et les commentaires sont indispensables dans ce cas.

Organisation de la partie déclaration

Dans la partie déclaration doivent être déclarés les constantes (const), les variables (var), les labels (label), les types (type), les procédures (procedure) et les fonctions (function).

Attention : cela doit se faire dans cet ordre en PASCAL STANDARD (l'ordre importe peu en TURBO PASCAL).

Structure générale d'un programme PASCAL

```
PROGRAM       monProgramme ;

LABEL         déclaration ;
CONSTANT      définition ;
TYPE          définition ;
VARIABLE      déclaration ;
PROCEDURE     déclaration ;
FUNCTION      déclaration ;

BEGIN
              Instructions ;
END.
```

Les types scalaires prédéfinis

Il s'agit des types INTEGER, REAL, CHAR et BOOLEAN

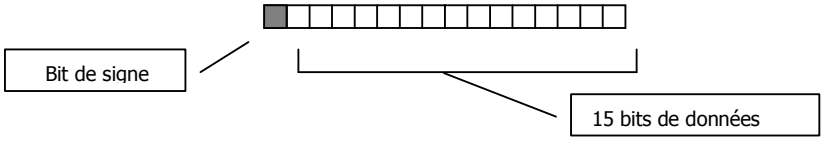
Les types variables

Le type INTEGER (entier)

Il correspond à des entiers et se déclare grâce à l'identificateur integer.
Exemples corrects : 12 +25 -324

Les opérateurs applicables au type entier

```
+    Addition
-    Soustraction
-    Opposé
*    Multiplication
div  Division entière
mod  Modulo (reste de la division entière)
```



Exemples :

```
0    0000000000000000
1    0000000000000001
2    0000000000000010
16   0000000000010000
127  0000000001111111
256  0000000011111111
-1   1111111111111111
-2   1111111111111110
-3   1111111111111101
-256 1111111100000000
```

Limites

Une variable de type Integer s'étend de –32768 à 32767.

Fonctions relatives

Fonction	Rôle
Abs(i)	Retourne la valeur absolue de i
sqr(i)	Retourne i élevé au carré **ATTENTION au dépassement** ➔ En cas de doute, le type longint sera utilisé

⌦ **Exercice 3 , Exercice 4, Exercice 5**

Le type REAL (réel)

Correspond de manière relativement bien approchée aux nombres réels et se déclare grâce à l'identificateur real. Il peut s'écrire sous la forme décimale ou exponentielle.

Exemples d'écriture :

```
12.43      OK
-0.453     OK
+1.0       OK
.58        NOK (pas de chiffre avant le point)
```

PASCAL nous permet également d'écrire ces nombres au format exponentiel

```
4.25E+4    OK
4.25E4     OK
5.48E-3    OK
28e3       OK
-45e-13    OK
5e0.2      NOK (exposant non entier)
-.25e3     NOK (pas de chiffre avant le point)
1.25 E 3   NOK (espaces)
```

Les opérateurs applicables au type réel

```
+    Addition
-    Soustraction
-    Opposé
*    Multiplication
/    Division exacte
```

Limites

Les réels sont codés sur 6 octets (40 bits pour la mantisse, 8 pour l'exposant). Une variable de type Real s'étend donc (en valeur absolue) de 2.9*10e-39 à 1.7*10e38.

Fonctions relatives

Fonction	Rôle
abs(i) sqr(i) sqrt(i)	valeur absolue de i élévation au carré racine carrée
Sin Cos Arctan	sinus (argument en radian) cosinus (argument en radian) arctg (résultat en radian)
ln exp	logarithme népérien exponentielle
frac int	partie fractionnaire frac(1.35) = 0.35 partie entière int(-4.75) = -4

Fonctions de conversion de réel → entier

Permet de convertir un réel en entier

Fonction	Rôle
round(n)	arrondit à l'entier le plus proche round(2.85) = 3 round(2.32) = 2
trunc(n)	partie entière de n trunc(2.32) = 2 trunc(-2.85) = 2

⌦ **Exercice 6**

ATTENTION :

```
program prg_01_attention;
uses    crt;
const x = 1e37 ;
      y = 1.0  ;
var valeur1 : real ;
    valeur2 : real ;

begin
     clrscr;
     valeur1 := (x + y - x)/y ;
     valeur2 := (x - x + y)/y ;
     writeln('Valeur 1 : ', valeur1);
     writeln('Valeur 2 : ', valeur2);
     readkey;
end.
```

➔ Nous reviendrons plus loin sur la priorité des opérateurs.

Le type CHAR (caractère)

Exemple introductif :

```
program prg_02_char ;

const mon_choix = 'e';
var votre_choix : char;

begin
     write('Choisissez un caractère : ');
     readln(votre_choix);
     writeln('Merci pour    : ', votre_choix);
     writeln('Mon choix est : ', mon_choix);
     readln ;
end.
```

Le type char est codé sur un octet et représente un caractère quelconque. Il inclut les 26 caractères de l'alphabet (minuscules et majuscules), les chiffres de 0 à 9 et certains caractères spéciaux (symboles et caractères de contrôle).

Écriture :

Les caractères imprimables (32 à 126) s'écrivent de la manière :
'a' 'C' '1' '+' ' :'
Les caractères de contrôle s'écrivent de cette manière :
cloche := ^G (Attention : pas d'apostrophe)

Fonctions relatives

Fonction	Argument passé	Résultat	Rôle
Ord	Char	Integer	Valeur numérique du code du caractère
Chr	Integer (entre 0 et 255)	Char	Caractère ayant le code indiqué

⌦ **Exercice 7, Exercice 8**

Le type BOOLEAN (booléen)

Il s'agit d'un type logique qui n'apparaît pas de manière aussi intuitive que les autres précédemment vus.

Exemple introductif :

```
program prg_booleen1 ;
var n, p : integer ;
begin
     writeln('donnez 2 entiers :') ;
     readln(n) ;
     readln(p) ;
     if n < p then
           writeln('croissant !')
     else
           writeln('non croissant ou égal !') ;
end.
```

Dans ce programme, la condition (n < p) est vérifiée. Si la condition est vraie, il y a exécution de l'instruction affichage '`croissant !`'. Sinon, il y a affichage de '`non croissant ou égal !`'.
La condition (n < p) est en fait une expression **booléenne**, pouvant prendre la valeur TRUE (vraie) ou FALSE (fausse).
Le programme ci-dessus peut se réécrire en introduisant une variable de type **booléen** :

```
program prg_booleen2 ;
var n, p      : integer ;
    result : boolean ;
begin
     writeln('donnez 2 entiers :') ;
readln(n) ;
readln(p) ;
     result := n < p ;
     if result = true then
           writeln('croissant !')
     else
           writeln('non croissant ou égal !')
end.
```

Il est possible d'écrire ce type de variable et donc de visualiser si une variable de type booléen est vraie (TRUE) ou fausse (FALSE). Voici ci-dessous un exemple qui affiche le résultat d'une variable, dont la valeur dépend des nombres introduits par l'utilisateur :

```
program prg_booleen3 ;
var n, p      : integer ;
    result : boolean ;
begin
     writeln('donnez 2 entiers :') ;
readln(n) ;
readln(p) ;
result := n < p ;
writeln('Résultat : ',result) ;
if result = true then
           writeln('croissant !')
```

```
        else
              writeln('non croissant ou égal !')
    end.
```

Si nous voulons traiter les 3 cas de figures possibles – croissants, décroissants ou égaux – nous devons ajouter une instruction `if` supplémentaire. Le programme se présenterait de cette manière :

```
program prg_booleen4 ;
uses    crt;
var n, p      : integer ;
begin
     write('donnez 2 entiers : ') ;
     readln(n) ;
     write('                 : ');
     readln(p) ;
     if n<p then
           writeln('Croissants !')
     else if n>p then
           writeln('Décroissants !')
     else
           writeln('Egaux !');
     readkey;
end.
```

Opérateur de comparaison :

Opérateur	Signification numérique	Signification caractère
=	égal	égal
<	inférieur	De code inférieur
<=	inférieur ou égal	De code inférieur ou égal
>	supérieur	De code supérieur
>=	supérieur ou égal	De code supérieur ou égal
<>	différent	différent

Lorsque PASCAL compare deux données scalaires, il parvient toujours à les ordonner (pour autant que les deux valeurs soient du même type.) Il est donc possible de comparer 2 réels, 2 caractères, 2 entiers. PASCAL se base sur la valeur ASCII.

⌦ **Exercice 9**

Réécrire le programme ci-dessus avec comme objectif de comparer deux caractères introduits par l'utilisateur et non pas deux entiers.

Opérateurs booléens

Opérateur AND

X	Y	X and Y
TRUE	TRUE	TRUE
TRUE	FALSE	FALSE
FALSE	TRUE	FALSE
FALSE	FALSE	FALSE

- (a<b) and (b<c)

Opérateur OR

X	Y	X or Y
TRUE	TRUE	TRUE
TRUE	FALSE	TRUE
FALSE	TRUE	TRUE
FALSE	FALSE	FALSE

- (a<b) or (b<c)

Opérateur XOR

X	Y	X xor Y
TRUE	TRUE	FALSE
TRUE	FALSE	TRUE
FALSE	TRUE	TRUE
FALSE	FALSE	FALSE

- (a<b) xor (b<c)

Opérateur NOT

X	not X
TRUE	FALSE
FALSE	TRUE

Le type CONST (constante)

Comme nous avons eu l'occasion de le voir précédemment, la déclaration de type n'est pas nécessaire lorsqu'une constante est déclarée :

Exemple :

```
const constRelle   = 2.6 ;
      constEntiere = 3   ;
      constLettre  = 'A' ;
```

- **Exercice 10**
- **Exercice 11**
- **Exercice 12**
- **Exercice 13**