

Claude Delannoy

Programmer en Fortran 90

Guide complet

E Eyrolles

2-005-24-1 2-005-24-1

Programmer en Fortran 90

Guide complet

Claude DELANNOY

Deuxième tirage 1998

 **Eyrolles**

TABLE DES MATIERES

I. GENERALITES SUR FORTRAN 90	1
1 - PRESENTATION PAR L'EXEMPLE DE QUELQUES instructions DE FORTRAN 90	2
1.1 Un exemple de programme en Fortran 90	2
1.2 Structure générale d'un programme en Fortran 90.....	3
1.3 Déclarations de type	3
1.4 Pour écrire des informations : l'instruction print.....	4
1.5 Pour faire une répétition : l'instruction do	5
1.6 Pour lire des informations : l'instruction read.....	6
1.7 Pour faire des choix : l'instruction if.....	6
1.8 Différences avec Fortran 77.....	7
2 QUELQUES REGLES D'ECRITURE	8
2.1 Les identificateurs.....	8
2.2 Les mots-clés	9
2.3 Le "format libre"	9
2.4 Les commentaires	12
2.5 Le "format fixe"	13
II. LES TYPES DE BASE DE FORTRAN 90 : INTEGER, REAL, DOUBLE PRECISION ET LOGICAL	15
1 - LA NOTION DE TYPE	16
2 - LE TYPE INTEGER	17

3 - LE TYPE REAL.....	18
3.1 La représentation en mémoire du type real.....	18
3.2 Notation des constantes de type réel.....	19
4 - LE TYPE DOUBLE PRECISION.....	20
5 - LE TYPE LOGICAL.....	21
6 - LE TYPAGE IMPLICITE DES VARIABLES.....	23
III. LES EXPRESSIONS ET L'INSTRUCTION D'AFFECTATION.....	25
1 - LES EXPRESSIONS ARITHMETIQUES.....	26
1.1 Les opérateurs arithmétiques usuels.....	26
1.2 L'opérateur d'élévation à la puissance : **.....	27
1.3 Les priorités relatives.....	28
1.4 Les expressions mixtes : les conversions implicites.....	30
1.5 Les conversions forcées par une affectation.....	31
2 - LES EXPRESSIONS LOGIQUES.....	33
2.1 Les comparaisons.....	33
2.2 Les opérateurs logiques.....	34
3 - LES EXPRESSIONS CONSTANTES.....	36
3.1 Notion de constante symbolique.....	36
3.2 Notion d'expression constante.....	36
3.3 Utilisation d'une expression constante.....	37
EXERCICES.....	38
IV. LES INSTRUCTIONS DE CONTROLE.....	41
1 - L'INSTRUCTION IF STRUCTURE.....	42
1.1 Réalisation d'une alternative (ou choix simple).....	43
1.2 Bloc, instruction simple et instruction structurée.....	44
1.3 Les alternatives imbriquées.....	45
1.4 L'instruction else if.....	46
1.5 Syntaxe de l'instruction if.....	48
2 - UN CAS PARTICULIER D'ALTERNATIVE : L'INSTRUCTION "IF LOGIQUE".....	49
3 - L'INSTRUCTION SELECT CASE.....	50
3.1 Exemple d'instruction select case.....	50
3.2 D'une manière générale.....	52
3.3 Syntaxe de l'instruction select case.....	53
4 - LA BOUCLE AVEC COMPTEUR.....	55
4.1 Introduction.....	55
4.2 Syntaxe de la boucle avec compteur (do).....	56
4.3 Rôle précis de la boucle avec compteur.....	56
5 - LA BOUCLE "TANT QUE" : L'INSTRUCTION DO WHILE.....	58
5.1 Exemple d'introduction de l'instruction do while.....	58
5.2 Syntaxe de l'instruction do while.....	60

6 - POUR MODIFIER LE DEROULEMENT D'UNE BOUCLE : LES INSTRUCTIONS EXIT ET CYCLE	61
6.1 Sortie anticipée de boucle : l'instruction exit	61
6.2 Bouclage anticipé : l'instruction cycle	64
7 - LA STRUCTURE DE BOUCLE INFINIE : L'INSTRUCTION DO	65
7.1 Introduction	65
7.2 Syntaxe	66
7.3 Exemples	66
8 - LES INSTRUCTIONS GO TO ET STOP	67
8.1 L'instruction go to et la notion d'étiquette	67
8.2 L'instruction stop	69
EXERCICES	71
V. LES TABLEAUX	73
1 - DECLARATION ET UTILISATION CLASSIQUE D'UN TABLEAU	74
A UNE DIMENSION	74
1.1 Exemple introductif	74
1.2 D'une manière générale	75
2 - LES TABLEAUX A PLUSIEURS DIMENSIONS	78
2.1 Déclaration et utilisation de tableaux à plusieurs dimensions	78
2.2 Rang, étendue, taille et profil d'un tableau	78
2.3 Remarque à propos des déclarations de tableaux en Fortran 77	79
3 - LES OPERATIONS GLOBALES RELATIVES AUX TABLEAUX	80
3.1 Affectation collective d'une valeur à tous les éléments d'un tableau	80
3.2 Les "expressions tableau"	82
3.3 Application des fonctions élémentaires à un tableau	87
3.4 Les fonctions portant sur des tableaux	88
4 - CONSTRUCTION ET INITIALISATION DE TABLEAUX	88
4.1 Construction de tableaux à une dimension	89
4.2 Initialisation de tableaux à une dimension	93
4.3 Construction et initialisation de tableaux à plusieurs dimensions	94
5 - LES SECTIONS DE TABLEAU	95
5.1 Sections régulières d'un tableau à une dimension	96
5.2 Section quelconque d'un tableau à une dimension à l'aide d'un vecteur d'indices	100
5.3 Sections de tableaux à plusieurs dimensions	103
5.4 Les sections de tableaux en général	104
5.5 Exemples	104
6 - L'INSTRUCTION WHERE	106
6.1 Introduction	106
6.2 Syntaxe de l'instruction where	107
6.3 Quelques commentaires	108

7 - ENTREES-SORTIES DE TABLEAUX	109
7.1 Dans une liste, un nom de tableau est équivalent à la liste de tous ses éléments	109
7.2 Cas des sections de tableaux	110
7.3 D'une manière générale	110
7.4 Utilisation de listes implicites	111
EXERCICES	112
VI. LES ENTREES-SORTIES STANDARDS	115
1 - LE FORMAT LIBRE EN LECTURE	116
1.1 Ecriture des informations	116
1.2 Séparation des informations	117
1.3 On peut omettre des informations	118
1.4 On peut mettre des informations "en facteur"	119
2 - LE FORMAT LIBRE EN ECRITURE	119
3 - UTILISATION D'UN FORMAT DANS UNE INSTRUCTION D'ENTREE-SORTIE	120
4 - LES PRINCIPAUX DESCRIPTEURS DE FORMAT EN ECRITURE	121
4.1 Pour écrire des entiers : le descripteur lw	121
4.2 Pour écrire des réels en notation flottante : le descripteur Fw,d	122
4.3 Pour écrire des réels en notation exponentielle : le descripteur Ew,d	122
4.4 Pour introduire des libellés dans le format	123
4.5 Pour introduire des espaces : le descripteur wX	124
4.6 Pour écrire des valeurs logiques : le descripteur Lw	124
4.7 Pour se "positionner" dans le "tampon" : le descripteur Tp	124
4.8 Pour "changer de ligne" : le descripteur /	126
4.9 Attention aux erreurs de descripteurs	127
4.10 Cas particulier de certains périphériques d'impression	127
5 - LES PRINCIPAUX DESCRIPTEURS DE FORMAT EN LECTURE	128
5.1 Lecture d'entiers : le descripteur lw	128
5.2 Lecture de réels : les descripteurs Fw,d et Ew,d	129
5.3 Pour "sauter" des informations : le descripteur wX	130
5.4 Pour se positionner dans le "tampon" : le descripteur Tp	130
5.5 Pour lire une nouvelle ligne : le descripteur /	131
5.6 Cas des espaces figurant à l'intérieur d'une donnée	131
5.7 Quand on fournit trop ou trop peu d'informations	132
6 - LA SYNTAXE DES INSTRUCTIONS D'ENTREES-SORTIES (PREMIERE FORME)	132
7 - LE FORMAT D'UNE MANIERE GENERALE	133
7.1 Utilisation de facteur de répétition de descripteurs	134
7.2 Règles de correspondance entre le format et la liste	134
EXERCICES	138

VII LES SOUS-PROGRAMMES ET LES FONCTIONS	141
1 - NOTION DE PROCEDURE EXTERNE	143
1.1 Exemple de définition d'un sous-programme externe	144
1.2 Exemple d'utilisation	145
1.3 Mise en oeuvre	146
2 - NOTION DE PROCEDURE INTERNE	147
2.1 Exemple de sous-programme interne	147
2.2 La notion de variable globale	148
2.3 Quelques règles concernant les procédures internes	150
3 - LES DIFFERENTES SORTES D'ARGUMENTS EN FORTRAN 90	151
4 - LES INTERFACES	153
4.1 Une première motivation pour l'utilisation d'interfaces : fiabiliser les appels de procédures	153
4.2 Comment utiliser une interface	154
4.3 D'une manière générale	155
5 - LES FONCTIONS	155
5.1 Exemple de définition d'une fonction	156
5.2 Exemple d'utilisation d'une fonction	157
5.3 La fonction comme cas particulier du sous-programme	158
6 - CAS DES TABLEAUX TRANSMIS EN ARGUMENT	159
6.1 Tableau de profil connu	160
6.2 Tableau de profil ajustable	161
6.3 Cas des sections de tableaux	165
7 - LES VARIABLES LOCALES SONT GEREEES DE MANIERE "AUTOMATIQUE"	165
7.1 Notion de variable automatique ou statique	165
7.2 Initialisation de variables locales	167
7.3 Cas des tableaux automatiques	168
8 - FONCTIONS FOURNISSANT UN TABLEAU EN RESULTAT	170
9 - LES ARGUMENTS A MOT CLE ET LES ARGUMENTS OPTIONNELS	172
9.1 Les arguments à mot clé	172
9.2 Les arguments optionnels	173
10 - TRANSMISSION D'UNE PROCEDURE EN ARGUMENT	176
10.1 Notion d'argument procédure	176
10.2 Exemple : calcul numérique d'intégrale	177
11 - RESTRICTIONS CONCERNANT LES ARGUMENTS EFFECTIFS	180
11.1 Nature des arguments effectifs	180
11.2 Type des arguments effectifs	181
12 - LES PROCEDURES RECURSIVES	181
EXERCICES	183

VIII. LES CHAINES DE CARACTERES	185
1 - EXEMPLE D'INTRODUCTION	186
2 - DECLARATION ET UTILISATION DE CHAINES	187
2.1 Déclaration de variables de type chaîne	187
2.2 Ecriture des constantes de type chaîne	188
2.3 Affectation entre chaînes	189
2.4 Comparaisons entre chaînes	190
2.5 Chaînes et initialisations	191
3 - ENTREES-SORTIES DE CHAINES	192
3.1 Entrées-sorties en format libre	192
3.2 Entrées-sorties avec un format : les descripteur A et Aw	193
4 - LES SOUS-CHAINES	194
4.1 Notion de sous-chaîne	194
4.2 La sous-chaîne en général	194
4.3 En cas de recoupement	195
4.4 Exemples	196
5 - OPERATIONS REALISABLES AVEC DES CHAINES	197
5.1 La concaténation et la fonction trim	197
5.2 Longueur d'une chaîne : les fonctions len et len_trim	198
5.3 Recherche d'une sous-chaîne dans une chaîne : la fonction index	199
6 - TRANSMISSION DE CHAINES EN ARGUMENT	200
6.1 Argument muet de longueur fixe	200
6.2 Argument muet de taille variable	201
7 - LES CHAINES AUTOMATIQUES	202
8 - FONCTION FOURNISSANT UNE CHAÎNE EN RESULTAT	203
9 - TABLEAUX DE CHAINES	205
9.1 Notion de tableau de chaînes	205
9.2 Construction et initialisation de tableaux de chaînes	205
9.3 Tableaux ajustables et chaînes variables	206
EXERCICES	207
IX. LES STRUCTURES (OU TYPES DERIVES)	209
1 - DECLARATION D'UNE STRUCTURE	210
2 - UTILISATION DE STRUCTURES	210
2.1 Utilisation des champs d'une structure	211
2.2 Utilisation globale d'une structure	211
3 - CONSTRUCTION ET INITIALISATION DE STRUCTURES	212
4 - IMBRICATION DE STRUCTURES	214
4.1 Structure comportant des tableaux ou des chaînes de caractères	214
4.2 Tableaux de structures	215
5 - STRUCTURES ET PROCEDURES	217
5.1 Transmission d'une structure en argument	217

5.2 Transmission en argument d'un tableau de structures.....	219
5.3 Fonction fournissant un résultat de type structure.....	220
EXERCICES.....	221
X LA GESTION DYNAMIQUE ET LES POINTEURS.....	223
1- LES TABLEAUX DYNAMIQUES.....	224
1.1 Introduction.....	224
1.2 Exemple d'utilisation d'un tableau dynamique.....	225
1.3 D'une manière générale.....	226
1.4 Tableaux automatiques et tableaux dynamiques.....	230
2- PRÉSENTATION DE LA NOTION DE POINTEUR DANS LE CAS DE VARIABLES SIMPLES.....	231
2.1 Premier exemple.....	231
2.2 Deuxième exemple.....	233
3- POINTEURS SUR DES CHAINES.....	235
3.1 Premier exemple.....	235
3.2 Application : tri de chaînes.....	236
4- POINTEURS SUR DES STRUCTURES.....	237
5- POINTEURS SUR DES TABLEAUX.....	238
5.1 Exemple.....	238
5.2 D'une manière générale.....	239
6- RECAPITULATIF : AFFECTATION D'UNE VALEUR A UN POINTEUR.....	241
7- POINTEURS ET GESTION DYNAMIQUE.....	241
7.1 Premier exemple.....	242
7.2 Pour permuter deux chaînes.....	243
7.3 Syntaxe générale des instructions allocate et deallocate.....	244
7.4 L'instruction nullify et la fonction associated.....	244
8- POINTEURS ET PROCEDURES.....	246
9- EXEMPLE D'APPLICATION DE LA GESTION DYNAMIQUE : LA LISTE CHAÎNÉE.....	249
EXERCICES.....	252
XI LES MODULES ET LA GÉNÉRICITÉ.....	255
1- NOTION DE MODULE.....	256
1.1 Premier exemple de module : définition d'un type.....	256
1.2 Deuxième exemple de module : définition d'une procédure.....	258
1.3 Troisième exemple de module : partage de données.....	259
1.4 Dépendances entre modules.....	260
1.5 Procédures internes aux procédures de module.....	261
1.6 Contrôle de l'accès aux ressources du module.....	262
1.7 La syntaxe générale de l'instruction use.....	263
1.8 Privatisation de certaines ressources d'un module.....	263

2 - LES PROCEDURES GENERIQUES	265
2.1 Le principe	265
2.2 Exemple de mise en oeuvre, sans utiliser un module	266
2.3 Exemple de mise en oeuvre avec un module	267
2.4 D'une manière générale	269
3 - SURDEFINITION D'OPERATEURS	270
3.1 Le principe	270
3.2 Exemples	270
3.3 Priorités des opérateurs surdéfinis	273
4 - SURDEFINITION DE L'AFFECTATION	273
5 - EXEMPLES D'UTILISATION DE MODULES	275
5.1 Bibliothèques de procédures	275
5.2 Création d'un type abstrait de données	276
5.3 Exemple de type abstrait : nombres rationnels	277
5.4 Création d'objets	279
XII. LES FICHIERS	281
1 - GENERALITES	282
1.1 Notion d'enregistrement	282
1.2 Accès séquentiel et accès direct	282
1.3 Entrées-sorties formatées ou non formatées	283
1.4 Numéro d'unité associé à un fichier	284
2 - LES ENTREES-SORTIES SEQUENTIELLES NON FORMATEES	285
2.1 Exemple de création d'un fichier séquentiel non formaté	285
2.2 Exemple de lecture d'un fichier séquentiel non formaté	289
3 - LES ENTREES-SORTIES SEQUENTIELLES FORMATEES	292
3.1 Les entrées-sorties séquentielles formatées usuelles	292
3.2 Les entrées-sorties standards	295
3.3 Pour n'accéder qu'à une partie d'enregistrement : le paramètre advance	296
4 - L'ACCES DIRECT	299
4.1 Création d'un fichier non formaté à accès direct	299
4.2 Utilisation d'un fichier non formaté à accès direct	302
5 - GESTION DES ERREURS DANS LES INSTRUCTIONS D'ENTREES-SORTIES	303
5.1 Le paramètre iostat	304
5.2 Les paramètres end, err et eor	304
5.3 Exemples de gestion de fichier avec prise en compte des erreurs	305
5.4 Exemple de lecture conversationnelle avec gestion des erreurs	308
6 - LES FICHIERS INTERNES	309
6.1 Notion de fichier interne	309
6.2 Exemples	310
6.3 D'une manière générale	310

7 - SYNTAXE GENERALE DES INSTRUCTIONS D'ENTREES-SORTIES	311
8 - LES INSTRUCTIONS OPEN ET CLOSE	313
8.1 L'instruction open	313
8.2 L'instruction close	316
9 - L'INSTRUCTION INQUIRE	317
10 - LES INSTRUCTIONS DE POSITIONNEMENT A L'INTERIEUR D'UN FICHIER	319
ANNEXE A : LES PROCEDURES INTRINSEQUES DE FORTRAN 90	321
1 - LES FONCTIONS D'INTERROGATION UTILISABLES POUR TOUS LES TYPES	322
2 - LES FONCTIONS NUMERIQUES	322
2.1 Les fonctions numériques élémentaires	322
2.2 Les fonctions numériques d'interrogation	329
2.3 Les fonctions numériques de transformation	330
3 - LES FONCTIONS RELATIVES AUX CHAINES	331
3.1 Les fonctions élémentaires relatives aux chaînes	331
3.2 Les fonctions d'interrogation relatives aux chaînes	333
3.3 Les fonctions de transformation relatives aux chaînes	334
4 - LA FONCTION LOGIQUE ELEMENTAIRE : LOGICAL	334
5 - LES FONCTIONS DE MANIPULATION DE BITS	334
5.1 La fonction d'interrogation : bit_size	334
5.2 Les fonctions élémentaires de manipulation de bits	335
5.3 Le sous-programme élémentaire : mybits	336
6 - LES FONCTIONS RELATIVES AUX TABLEAUX	337
6.1 Les fonctions de multiplication de vecteurs et de matrices	337
6.2 Les fonctions de transformation qui réduisent les tableaux	338
6.3 Les fonctions d'interrogation relatives aux tableaux	340
6.4 Les fonctions de construction et de manipulation de tableaux	341
7 - PROCEDURES DIVERSES	345
7.1 La fonction transfer	345
7.2 Les sous-programmes non élémentaires	346
ANNEXE B : LES VARIANTES DES TYPES DE BASE	349
1. Généralités	349
2. Déclaration des variables	350
3. Notation des constantes	350
4. Les variantes du type integer	351
5. Les variantes du type real	351
6. Les variables du type complex	352
7. Les variantes du type logical	352
8. Les variantes du type character	352

ANNEXE C : LE TYPE COMPLEX	353
1. Constantes de type complex	353
2. Entrées-sorties de complexes	354
3. Les opérateurs.....	354
4. Les expressions mixtes.....	354
5. Conversions forcées par affectation	354
6. Les fonctions usuelles relatives aux complexes	355
7. Les variantes du type complex	355
8. Exemple récapitulatif.....	355
ANNEXE D : LES DESCRIPTEURS DE FORMAT	357
1. LES DESCRIPTEURS NUMERIQUES.....	358
1.1 Règles générales concernant la lecture	358
1.2 Les descripteurs actifs relatifs aux entiers	358
1.3 Les descripteurs actifs relatifs aux réels	358
1.4 Les descripteurs passifs d'édition de signe.....	359
1.5 Les descripteurs passifs de facteur d'échelle.....	360
1.6 Les descripteurs passifs relatifs aux espaces en lecture.....	360
2 - LES DESCRIPTEURS LOGIQUES	361
3 - LES DESCRIPTEURS POUR LES CHAINES DE CARACTERES	361
4 - LES AUTRES DESCRIPTEURS PASSIFS	362
4.1 Les descripteurs agissant sur le pointeur du tampon.....	362
4.2 Le descripteur de changement d'enregistrement :/.....	362
4.3 Le descripteur de fin d'exploitation d'un format ":-"	362
TABEAU RECAPITULATIF	363
ANNEXE E : LES PRIORITES DES OPERATEURS	364
ANNEXE F : LES INSTRUCTIONS DE DECLARATION	365
I - LA FORME FORTRAN 90 DE LA DECLARATION DES VARIABLES.....	366
II - LES AUTRES FORMES DE DECLARATIONS.....	368
2.1 Déclaration par attribut	368
2.2 Cas des dimensions de tableaux	369
2.3 Cas des chaînes.....	369
III - TYPAGE IMPLICITE	370
ANNEXE G : ORDRE DES INSTRUCTIONS	371
ANNEXE H : LES INSTRUCTIONS DESUETES ET PERIMEES	373
1 - LES INSTRUCTIONS PERIMEES	373
1.1 L'instruction equivalence	373
1.2 L'instruction common.....	374

1.3 L'instruction data	376
1.4 L'instruction block data	376
1.5 L'instruction 'go to calculé'	377
1.6 Anciens noms de procédures intrinsèques	378
1.7 La 'directive' include	379
2- LES INSTRUCTIONS DESUETES	379
2.1 L'instruction 'if arithmétique'	379
2.2 Instructions assign et 'go to assigné'	380
2.3 L'instruction namelist	380
CORRECTION DES EXERCICES	383
INDEX	405