

Manuel de Descriptif Informatique
Fascicule D4.02 :
Document D4.02.02

Structures de Données *fonction*, *fonction_C* et *fonction_I*

1 Généralités

Les types de concepts *fonction*, *fonction_C* et *fonction_I* représentent des fonctions (au sens mathématique du terme) de une, deux (ou plus) variables.

Les *fonction* ont des valeurs réelles, les *fonction_C* des valeurs complexes et les *fonction_I* des valeurs entières. Dans la suite de ce document, on ne parlera que des fonctions à valeurs réelles (*fonction*) en sachant que tout peut être transposé aux *fonction_C* et *fonction_I*.

Une fonction peut être :

- "tabulée" : c'est à dire qu'elle n'est connue qu'en certains points. Dans ce cas, son évaluation peut nécessiter une interpolation ou une extrapolation,
- "interprétée" : sa représentation contient alors la "formule" mathématique de la fonction. (On parle aussi de fonction "formule").

Remarque :

Une fonction "interprétée" (d'une variable) peut être tabulée (pour certaines valeurs de sa variable) par la commande `CALC_FONC_INTERP`. Pour une telle fonction tabulée, l'évaluation en un point différent des points de tabulation peut se faire par interpolation ou en calculant exactement la fonction formule ayant été utilisée pour la tabulation (objet `.FITA`).

Une formule peut avoir autant de variables que nécessaire. En revanche, les fonctions tabulées ne peuvent avoir que 0, 1 ou 2 variables. On parlera alors de "fonction constante", "fonction_1" ou "nappe".

Les variables d'une fonction (comme son résultat) sont "typées" : 'TEMP', 'INST', 'EPSI', ... On parlera alors du nom des variables (ou paramètres) et du résultat.

2 Arborescence

```

FONCTION (K19) ::= record

  f '$VIDE'      : TITRE
  ♦ '.PROL'      : OJB      S V K16

  | % si la fonction est interprétée :
  | '.ADVA'      : OJB      S V I
  | '.INFX'      : OJB      S V I
  | '.NOVA'      : OJB      S V K8
  | '.POLO'      : OJB      S V I

  | % si la fonction est tabulée :
  / % si fonction constante ou fonction_1 :
  | ♦ '.VALE'     : OJB      S V R
  | ◇ % si tabulée à partir d'une fonction formule :
  | '.FITA'      : OJB      S V K24
  / % si nappe :
  | '.PARA'      : OJB      S V R
  | '.VALE'      : OJB      XC V R
```

3 Contenu des objets de base

3.1 Objet ".PROL"

L'objet ".PROL" est de longueur 5 pour les fonctions tabulées de 0 ou 1 variable et les fonctions interprétées. Il est de longueur $6 + 2 * nf$ pour les nappes, si nf est le nombre de fonction_1 composant la nappe.

- .PROL(1) :

Type de la fonction.

```
/ 'CONSTANT'      : fonction constante
/ 'FONCTION'      : fonction_1 réelle
/ 'FONCT_C'       : fonction_1 complexe
/ 'NAPPE'         : fonction à 2 variables (nappe)
/ 'INTERPRE'      : fonction interprétée
```

- .PROL(2) :

Type d'interpolation souhaité entre les points de tabulation. Ne concerne que les fonctions tabulées.

```
/ 'INTERPRE' :
    on utilise la formule exacte de la fonction formule ayant donné naissance à la fonction
    tabulée.
/ 'XXX FFF' où XXX et FFF = 'NON' ou 'LIN' ou 'LOG' .
XXX concerne le paramètre et FFF la fonction .
'NON' : interpolation est interdite,
'LIN' : interpolation linéaire,
'LOG' : interpolation logarithmique.
```

Soit une fonction $f(x)$.

On fera une interpolation linéaire entre les 2 points encadrant le point cherché, mais pour cette interpolation linéaire, on utilisera éventuellement le logarithme de x ou de f .

Par exemple si 'LIN LOG', on utilisera x et $\log(f)$.

Remarque :

| Pour une nappe, XXX concerne le 2ème paramètre de la fonction.

- .PROL(3) :

Nom du dernier paramètre.

```
/ 'TOUTPARA' pour une fonction constante,
/ nom du seul paramètre (i.e. de la variable) pour une fonction_1,
/ nom du 2ème paramètre pour une nappe,
/ ' ' pour une fonction interprétée non tabulée.
```

- `.PROL(4)` :
/ nom (ou type) du résultat de la fonction,
/ 'TOUTRESU'.
- `.PROL(5)` :
"prolongement" souhaité à la fonction en dehors de son domaine de tabulation (extrapolation). Ne concerne que les fonctions tabulées.

'xy' où x et y = 'E' ou 'L' ou 'C' ou 'I'.

x : prolongement "à gauche" (pour un paramètre inférieur au plus petit paramètre de la tabulation),
y : prolongement "à droite" (pour un paramètre supérieur au plus grand paramètre de la tabulation).

'E' : prolongement exclu,
'C' : prolongement constant,
'L' : prolongement linéaire (à partir des 2 premiers ou des 2 derniers points),
'I' : prolongement interprété (à partir de la formule).

Remarques :

Pour une nappe, ces prolongements concernent le 2ème paramètre (valeurs de l'objet ".PARAM").
Il n'existe pas de prolongement "logarithmique".

- `.PROL(6)` :
Pour les nappes : nom du 1er paramètre (nom du paramètre des fonction_1 composant la nappe).
- `.PROL(7)` :
Type d'interpolation voulu pour la 1ère fonction_1 composant la nappe
('LIN LOG', 'LOG LOG', ...) (voir `.PROL(2)`).
- `.PROL(8)` :
Type de prolongement voulu pour la 1ère fonction_1 composant la nappe
('EL', 'CC', ...) (voir `.PROL(5)`).
- `.PROL(9)` :
Type d'interpolation voulu pour la 2ème fonction_1 composant la nappe
- `.PROL(10)` ...

3.2 Objet ".PARAM"

Cet objet contient les valeurs de la "2ème" variable de la nappe. A chaque valeur de cette 2ème variable correspond un objet de la collection ".VALE" qui contient les valeurs de la fonction_1 associée à cette variable.

3.3 Objet ".VALE"

- 1) Pour une fonction_1, cet objet contient les valeurs numériques des points de tabulation. Soit n : le nombre de points de tabulation,

$V(1, \dots, n)$: abscisses des points,
 $V(n+1, \dots, 2*n)$: valeurs de la fonction aux points.

Remarque :

| Si la fonction est à valeurs complexes, le stockage est le suivant :

$V(n+1)$: partie réelle de la fonction au 1er point,
 $V(n+2)$: partie imaginaire de la fonction au 1er point,
 $V(n+3)$: partie réelle de la fonction au 2ème point,
 $V(n+4)$: partie imaginaire de la fonction au 2ème point,
 \vdots
 $V(3*n)$: partie imaginaire de la fonction au dernier point.

Le nombre de points de discrétisation (n) peut être obtenu par division par 2 (ou 3) de l'attribut "LONMAX" de l'objet ".VALE".

- 2) Pour une nappe, cet objet est une collection numérotée contiguë. Chaque objet i de collection a la même structure que l'objet ".VALE" des fonction_1 (ci-dessus). Il décrit la fonction attachée à la i ème valeur de la 2ème variable de la nappe.

3.4 Objet ".FITA"

Lorsque la fonction_1 a été obtenue par CALC_FONC_INTERP, cet objet contient le nom de la fonction "formule" qui a servi au calcul des valeurs de la fonction tabulée. Le nom de la fonction formule initiale est nécessaire si l'interpolation pour la fonction tabulée vaut : 'INT(erprete) '.

3.5 Objet ".NOVA"

Cet objet contient le nom des variables de la fonction "formule".

3.6 Objets ".ADVA", ".INFX", ".POLO"

Ces objets contiennent des "pointeurs" vers des objets "superviseur" ('&&SYS FI.ARITE', '&&SYS FI.CLASSE', '&&SYS FI.NOM', ...) qui ne sont pas actuellement documentés. Nous ne les commenterons donc pas ici.

4 Exemples

4.1 Fonction constante : f1

```
f1=defi_constante(vale:1.2 nom_resu:'nom_res1');
impr_co(co:f1);

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : F1
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F1 .PROL <
1 - >CONSTANT<>LIN LIN <>TOUTPARA<>NOM_RES1<>CC <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F1 .TITR <
1 - >ASTER 3.07.02 CONCEPT F1 CALCULE LE 20/08/96 A 09:36:57 DE TYPE FONCTION <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F1 .VALE <
1 - 1.00000E+00 1.20000E+00
```

4.2 Fonction réelle tabulée : f2

```
lpara=defi_list_reel( debut: 3. intervalle:(jusqu_a:6. nombre:3));
lfonc=defi_list_reel( debut: 3.2 intervalle:(jusqu_a:6.2 nombre:3));
f2=defi_fonction(
  titre: 'ceci est mon titre'
  interpol : 'non' nom_para:'DX' nom_resu:'mom_res2'
  prol_gauche:'exclu' prol_droit:'constant'
  vale_para: lpara vale_fonc: lfunc
);
impr_co(co:f2);

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : F2
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F2 .PROL <
1 - >FONCTION<>NON NON <>DX <>MOM_RES2<>EC <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F2 .TITR <
1 - >ceci est mon titre <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F2 .VALE <
1 - 3.00000E+00 4.00000E+00 5.00000E+00 6.00000E+00 3.20000E+00
6 - 4.20000E+00 5.20000E+00 6.20000E+00
```

Titre : *Structure de Données fonction, fonction_C et fonction_I* Date : 03/06/02
 Auteur(s) : *M. COURTOIS, J. PELLET* Clé : D4.02.02-B Page : 7/12

4.3 Fonction complexe tabulée : f3

```
f3=defi_fonction(
  interpol :('lin','log') nom_para:'INST' nom_resu:'mom_res3'
  prol_gauche:'lineaire' prol_droit:'constant'
  vale_c: (0. 1.2 2.2 1. 3.7 4.7 2. 5.6 6.6 3. 3.5 4.5 )
);
impr_co(co:f3);

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : F3
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F3 .PROL <
1 - >FONCT_C <>LIN LOG <>INST <>MOM_RES3<>LC <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F3 .TITR <
1 - >ASTER 3.07.02 CONCEPT F3 CALCULE LE 20/08/96 A 09:36:57 DE TYPE FONCTION_C <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >F3 .VALE <
1 - 0.00000E+00 1.00000E+00 2.00000E+00 3.00000E+00 1.20000E+00
6 - 2.20000E+00 3.70000E+00 4.70000E+00 5.60000E+00 6.60000E+00
11 - 3.50000E+00 4.50000E+00
```

4.4 Nappe réelle définie par des fonctions : nap1

```
f21=defi_fonction( nom_resu:'bid1' nom_para:'temp'
  interpol :('lin','lin') prol_droit:'lineaire'
  vale: (1.2 3.7 4.2 6.7) );
f22=defi_fonction( nom_resu:'bid2' nom_para:'inst'
  interpol :('log','log') prol_droit:'constant'
  vale: (10.2 30.7 40.2 60.7) );
f23=defi_fonction( nom_resu:'bid2' nom_para:'inst'
  interpol :('log','lin') prol_gauche:'lineaire'
  vale: (11.2 31.7 41.2 61.7) );
nap1=defi_nappe(
  interpol :('lin','log') nom_para:'PULS' nom_resu:'mom_nap1'
  prol_gauche:'exclu' prol_droit:'constant'
  para: (8.9 12.9 17.9)
  fonction: (f21 f22 f23)
);
impr_co(co:nap1);

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : NAP1
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >NAP1 .PARA <
1 - 8.90000E+00 1.29000E+01 1.79000E+01
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >NAP1 .PROL <
1 - >NAPPE <>LIN LOG <>PULS <>MOM_NAP1<>EC <>TEMP <>LIN LIN <
8 - >EL <>LOG LOG <>EC <>LOG LIN <>LE <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >NAP1 .TITR <
1 - >ASTER 3.07.02 CONCEPT NAP1 CALCULE LE 20/08/96 A 09:36:58 DE TYPE FONCTION <
-----
IMPRESSION DE LA COLLECTION : NAP1 .VALE
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>NAP1 .VALE< OC : 1
1 - 1.20000E+00 4.20000E+00 3.70000E+00 6.70000E+00
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>NAP1 .VALE< OC : 2
1 - 1.02000E+01 4.02000E+01 3.07000E+01 6.07000E+01
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>NAP1 .VALE< OC : 3
1 - 1.12000E+01 4.12000E+01 3.17000E+01 6.17000E+01
```

Titre : Structure de Données fonction, fonction_C et fonction_I
Auteur(s) : M. COURTOIS, J. PELLET

Date : 03/06/02
Clé : D4.02.02-B Page : 8/12

4.5 Nappe réelle définie complètement : nap2

```
nap2=defi_nappe(
  interpol :('lin','log') nom_para:'PULS' nom_resu:'mom_nap2'
  prol_gauche:'exclu' prol_droit:'constant'
  para:      (8.9 12.9)
  nom_para_fonc:'EPSI'
  def_i_fonction:( prol_droit:'lineaire'
    vale: (1.2 3.5 2.2 4.5 3.2 6.5) )
  def_i_fonction:( prol_gauche:'constant'
    vale: (1.2 3.7 4.2 6.7) )
);
impr_co(co:nap2);
```

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : NAP2

```
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >NAP2          .PARA      <
1 - 8.90000E+00 1.29000E+01
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >NAP2          .PROL      <
1 - >NAPPE <>LIN LOG <>PULS <>MOM_NAP2<>EC <>EPSI <>LIN LIN <
8 - >EL <>LIN LIN <>CE <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >NAP2          .TITR      <
1 - >ASTER 3.07.02 CONCEPT NAP2 CALCULE LE 20/08/96 A 09:36:58 DE TYPE FONCTION <
-----
IMPRESSION DE LA COLLECTION : NAP2          .VALE
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>NAP2 .VALE< OC : 1
1 - 1.20000E+00 2.20000E+00 3.20000E+00 3.50000E+00 4.50000E+00
6 - 6.50000E+00
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>NAP2 .VALE< OC : 2
1 - 1.20000E+00 4.20000E+00 3.70000E+00 6.70000E+00
```

4.6 Fonction formule à 1 variable : ff1

```
!formule(reel:(ff1(reel:inst)=
  2.3*(cos(3.2+sqrt(inst))) - heavysid(inst - PI)
));
impr_co(co:ff1);
```

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : FF1

```
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF1          .ADVA      <
1 - 53 0 0 0 0 0
6 - 0 0 0 0 0 0
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF1          .INFX      <
1 - 54 26 23 12 23
6 - 55 24 7 23 53
11 - 40 40 40 25 21
16 - 23 53 25 43 40
21 - 42 0 0 0 0
26 - 0 0 0 0 0
31 - 0 0 0 0 0
36 - 0 0 0 0 0
41 - 0 0 0 0 0
46 - 0 0 0 0 0
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF1          .NOVA      <
1 - >INST <> <> <> <> <> <> <
8 - > <> <> <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF1          .POLO      <
1 - 54 55 53 7 24
6 - 12 26 53 43 25
11 - 21 25 40 25 21
16 - 23 53 25 43 40
21 - 42 0 0 0 0
26 - 0 0 0 0 0
31 - 0 0 0 0 0
36 - 0 0 0 0 0
41 - 0 0 0 0 0
46 - 0 0 0 0 0
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF1          .PROL      <
1 - >INTERPRE<>INTERPRE<> <>TOUTRESU<>II <
```

4.7 Fonction formule à 2 variables : ff2

```
!formule(reel:(ff2(reel:x,reel:y)=
    2.3*(cos(3.2+sqrt(x))) - ( ff1(y) +3.4*f2(x) )
));
impr_co(co:ff2);
```

```
====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : FF2
```

IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF2		.ADVA	<	
1 -		57	58		0	0	0	
6 -		0	0		0	0	0	
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF2		.INFX	<	
1 -		54	26		23	12	23	
6 -		55	24		7	23	57	
11 -		40	40		40	25	23	
16 -		20	52		23	58	40	
21 -		24	59		26	22	60	
26 -		23	57		40	40	42	
31 -		0	0		0	0	0	
36 -		0	0		0	0	0	
41 -		0	0		0	0	0	
46 -		0	0		0	0	0	
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF2		.NOVA	<	
1 -	>X	<>Y	<>	<>	<>	<>	<>	<
8 -	>	<>	<>	<				
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF2		.POLO	<	
1 -		54	55		57	7	24	
6 -		12	26		58	52	20	
11 -		59	57		60	22	26	
16 -		24	25		23	58	40	
21 -		24	59		26	22	60	
26 -		23	57		40	40	42	
31 -		0	0		0	0	0	
36 -		0	0		0	0	0	
41 -		0	0		0	0	0	
46 -		0	0		0	0	0	
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF2		.PROL	<	
1 -	>INTERPRE	<>INTERPRE	<>	<>	TOUTRESU	<>II	<	

4.8 Fonction formule à 1 variable : ff3 tabulée par la suite

```
!formule(reel:(ff3(reel:x)=sqrt(x) ));
&ff3=calc_fonc_interp (
  fonction: ff3
  interpol:'int'      prol_droit: 'lineaire'
  vale_r:(1.  4.  9. 16.)
);
impr_co(co:ff3);
```

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : FF3

IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.ADVA	<	
1 -	62	0	0	0	0	0	0	0
6 -	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.FITA	<	
1 -	>FF3			<				
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.INFX	<	
1 -	7	23	62	40	42			
6 -	0	0	0	0	0			
11 -	0	0	0	0	0			
16 -	0	0	0	0	0			
21 -	0	0	0	0	0			
26 -	0	0	0	0	0			
31 -	0	0	0	0	0			
36 -	0	0	0	0	0			
41 -	0	0	0	0	0			
46 -	0	0	0	0	0			
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.NOVA	<	
1 -	>X	<>	<>	<>	<>	<>	<>	<
8 -	>	<>	<>	<				
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.POLO	<	
1 -	62	7	62	40	42			
6 -	0	0	0	0	0			
11 -	0	0	0	0	0			
16 -	0	0	0	0	0			
21 -	0	0	0	0	0			
26 -	0	0	0	0	0			
31 -	0	0	0	0	0			
36 -	0	0	0	0	0			
41 -	0	0	0	0	0			
46 -	0	0	0	0	0			
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.PROL	<	
1 -	>FONCTION<>INT INT <>X		<>TOUTRESU<>EL		<			
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.TITR	<	
1 -	>ASTER 3.07.02 CONCEPT FF3		CALCULE LE 20/08/96 A 09:36:58		DE TYPE FONCTION		<	
IMPRESSION	SEGMENT	DE	VALEURS	>FF3		.VALE	<	
1 -	1.00000E+00	4.00000E+00	9.00000E+00	1.60000E+01	1.00000E+00			
6 -	2.00000E+00	3.00000E+00	4.00000E+00					

4.9 Fonction tabulée à partir d'une autre fonction

```
!formule(reel:(ff41(reel:x)=sqrt(x) ));
!formule(reel:(ff42(reel:x)=2.*ff41(x)*sqrt(x) ));
ff4=calc_fonc_interp (
  fonction: ff42      nom_resu: 'nom_res4'
  interpol:('log','lin')
  prol_droit: 'exclu' prol_gauche: 'interpre'
  vale_r:(1.6  2.6  3.6  4.6)
);
impr_co(co:ff4);
```

====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : FF4

```
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF4      .FITA      <
1 - >FF42      <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF4      .PROL      <
1 - >FONCTION<>LOG LIN <>X      <>NOM_RES4<>IE      <>      <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF4      .TITR      <
1 - >ASTER  3.07.02 CONCEPT FF4 CALCULE LE 20/08/96 A 09:36:58 DE TYPE FONCTION      <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >FF4      .VALE      <
1 - 1.60000E+00  2.60000E+00  3.60000E+00  4.60000E+00  3.20000E+00
6 - 5.20000E+00  7.20000E+00  9.20000E+00
```

Page laissée intentionnellement blanche.