

# **AIDE SUR ECHANTILLONNAGE AVEC FILTRES A REPONSE IMPULSIONNELLE FINIE**

## **1 Introduction**

L'objectif de ce programme qui fonctionne sur les systèmes d'exploitation Microsoft® Windows est la création de fichiers de simulation des tests benches sur échantillonnés. Les signaux sur échantillonnés sont obtenus en insérant des zéros entre les échantillons (1 zéro de moins que le taux de sur échantillonnage) puis en filtrant le signal contenant les échantillons à zéro avec un filtre passe bas numérique à réponse impulsionnelle finie. Le filtre est créé spécialement à ce propos. A titre d'exemple, l'outil MATLAB® *fdatool* (Filter Design Advanced Tool) est utilisable lors de la conception ces filtres.

Les coefficients du filtre sont contenus dans un fichier ascii crée dans MATLAB®.

Le signal qui devra être sur échantillonnés est contenu dans un fichier stimuli utilisable directement dans Mentor® ModelSim®.

En outre, ce programme crée des fichiers nécessaires aux simulations postérieures avec Mentor® ModelSim®. [Ces fichiers sont décrits au §4.](#)

## **2 Aide en ligne**

Sur échantillonnage de signal avec filtre a réponse impulsionnelle finie

© Copyright 2010 - Michel Lemoine

Version 1.0.04

Nom du programme : [filtres\_over]

Syntaxe : `filtres_over [Nom du fichier filtres] [Nom du fichier signal] [enter]`

Pour l'aide, `C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -a, /a, -h ou /h`

Pour la version, `C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -v, /v, -r ou /r`

Ce programme construit des signaux sur échantillonnés à partir des fichiers filtres et stimuli en nombre entier à virgule fixe.

Les filtres sont contenus dans des fichiers ASC provenant de MATLAB® après conversion en virgule fixe (24 bits par ex.).

Ce fichier contient les données converties

Le programme calcule la somme des coefficients du filtre :

- Si la somme est supérieure a 1, le programme propose la normalisation a 1 des coefficients. Dans ce cas, le programme recalcule les coefficients et émet le warning 'WARNNORM '(1) ;
- Si la somme est inférieure ou égale à 1, les coefficients ne sont pas recalculés.

Les échantillons en nombre entier à virgule fixe sont contenus dans les fichiers STI.

Les échantillons d'entrée proviennent des programmes *tb\_sinus.exe* et *convert\_simul.exe*.

Les taux de sur échantillonnage sont compris entre 1 et 5.

Si le taux de sur échantillonnage vaut 1, le filtrage est simple ;

Dans les autres cas, le programme insère un nombre de 0 égale à taux de surechantillonnage-1.

Le filtrage est le filtre a réponse impulsionnelle finie avec coefficients au numérateur et dominateur unitaire.

L'algorithme choisi est celui de la note d'application de Motorola - Freescale :

*Implementing IIR/FIR Filters with Motorola's DSP56000/ DSP56001 - 7.4 FIR Implementation on the DSP56001 John Lane Garth Hillman Motorola 1991*

Cet algorithme utilise la fonction Multiply Accumulate et un adressage modulo dépendant du nombre de coefficients du filtre.

Cet adressage évite les déplacements de échantillons a l'intérieur de la mémoire temporaire des échantillons récents.

Les échantillons de sortie sont eux aussi stockés dans un fichier ASCII STI

Le fichier ASCII ASC de filtres est défini comme suit:

- 1<sup>e</sup> ligne nombre de ligne du vecteur ;
- 2<sup>e</sup> ligne nombre de colonne (par défaut 1) ;
- Ensuite données du vecteur.

Le fichier ASCII STI de stimulus pour tests benches est défini comme suit:

- 1<sup>e</sup> ligne nombre de ligne du vecteur ;
- 2<sup>e</sup> ligne nombre de colonne (par défaut 1) ;
- 3<sup>e</sup> ligne nombre de bits pour la conversion en vecteur dans les tests benches VHDL ;
- Ensuite données du vecteur.
- 

Le programme applique aux échantillons les filtres à réponse impulsionnelle finie dont les coefficients sont définis dans MATLAB®

Les codes de sorties sont les suivants :

<b>Nom de l'erreur</b>	<b>Valeur</b>	<b>Description</b>
ERRCOLFILTRE	8	Erreur nombre de colonne du fichier filtre (attendu : 2)
ERRFILE	7	Fichier non trouvé
ERRSURECH	6	Erreur lors de la création du signal sur échantillonné
ERRMEMALLOC	5	Erreur lors de l'allocation mémoire des variables internes
ERRDATA	4	Erreur lors de la création des signaux
ERRPARAM	3	Erreur de passage de paramètre
HELPVERSION	2	Affichage version du programme
HELP	1	Appel de l'aide du programme
NORMAL	0	Le programme se termine normalement

Le programme trace le fonctionnement dans le fichier LOG (d'extension) .LOG, en émettant des warnings dont les valeurs sont:

<b>Nom du warning</b>	<b>3 Valeur</b>	<b>Description</b>
WARNMEMOIRE	64	Echec création espace mémoire
WARNCREATE	32	Erreur lors de l'ouverture des fichiers cibles
WARNETENDUE	16	Valeur maximale du nombre a virgule fixe inférieure a 1
WARNCONV	8	Echec conversion de la ligne de caractère
WARNNBBITS	4	Nombre de bits du filtre = 0
WARNSATUR	2	Saturation de la valeur en virgule fixe
WARNNORM	1	Normalisation à 1 des coefficients du filtre
NOWARN	0	Aucun warning

Le fichier de suffixe '\_warning.csv' récapitule le nombre de warning pour chaque valeur

### 3 Exemples d'utilisation

Ce paragraphe présente les différents écrans lors de l'élaboration des réponses impulsionnelles (non sur -échantillonnées) et des réponses indicielles dans différentes configurations :

- Réponse impulsionnelle sans normalisation (§3-1) ;
- Réponse impulsionnelle avec normalisation (§3-2) ;
- Réponse indicielle filtrée sans normalisation (§3-3) ;
- Réponse indicielle filtrée avec normalisation (§3-4) ;
- Réponse indicielle sur échantillonnée avec normalisation (§3-5).
- Erreur absence de fichier (§3-6) ;
- Erreur interversion de fichiers filtre et signal (§3-7).

#### 3-1 Réponse impulsionnelle sans normalisation

Sur échantillonnage de signal avec filtre a réponse impulsionnelle finie

© Copyright 2010 - Michel Lemoine

Version 1.0.04

Nom du programme:[filtres\_over]

Syntaxe : `filtres_over [Nom du fichier filtres] [Nom du fichier signal]`

[enter]

Pour l'aide, `C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -a, /a, -h ou /h`

Pour la version, `C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -v, /v, -r ou /r`

```
Création [filtres_over_04272010_4366343.log] réussie
Taille du fichier [coefficients_entiers_matlab.asc] = [318]
Date et heure création 27/04/2010 08:58:07,843
Date et heure accès 27/04/2010 08:58:07,843
Date et heure écriture 16/04/2010 17:18:22,500
Ouverture [coefficients_entiers_matlab.asc] réussie
Lecture de 318 octets en cours
Octets lus = [318]
Nombre de ligne = [34]
Taille maximale des lignes =[11]
Nombre de coefficients = [31]
Création de la mémoire des coefficients réussie
Nombre de colonnes = [2]
Coefficient 1 = [8.311272e-004]
Coefficient 2 = [-1.773715e-003]
Coefficient 3 = [3.476977e-003]
Coefficient 4 = [-6.026626e-003]
Coefficient 5 = [9.564877e-003]
Coefficient 6 = [-1.417303e-002]
Coefficient 7 = [1.984465e-002]
Coefficient 8 = [-2.646756e-002]
Coefficient 9 = [3.381610e-002]
Coefficient 10 = [-4.155779e-002]
Coefficient 11 = [4.927337e-002]
Coefficient 12 = [-5.649114e-002]
Coefficient 13 = [6.273115e-002]
Coefficient 14 = [-6.755221e-002]
Coefficient 15 = [7.059860e-002]
Coefficient 16 = [9.283589e-001]
Coefficient 17 = [7.059860e-002]
Coefficient 18 = [-6.755221e-002]
Coefficient 19 = [6.273115e-002]
Coefficient 20 = [-5.649114e-002]
Coefficient 21 = [4.927337e-002]
Coefficient 22 = [-4.155779e-002]
Coefficient 23 = [3.381610e-002]
Coefficient 24 = [-2.646756e-002]
Coefficient 25 = [1.984465e-002]
Coefficient 26 = [-1.417303e-002]
Coefficient 27 = [9.564877e-003]
Coefficient 28 = [-6.026626e-003]
Coefficient 29 = [3.476977e-003]
Coefficient 30 = [-1.773715e-003]
Coefficient 31 = [8.311272e-004]
```

```
Somme des coefficients = [1.000548e+000]
Normalisation des coefficients a 1 ? < [N] > / < Y >
```

```
Taille du fichier [impulsion.sti]= [131]
Date et heure création 27/04/2010 08:58:07,843
Date et heure accès 27/04/2010 08:58:07,843
Date et heure écriture 26/04/2010 07:26:32,0
Ouverture [impulsion.sti] réussie
Lecture de 131 octets en cours
Octets lus = [131]
Nombre de ligne = [42]
Taille maximale des lignes =[9]
Nombre de valeurs dans le fichier = [40]
Création de la mémoire des échantillons réussie
Nombre de colonnes = [1]
Nombre de bits de données = [24]
```

Taux de sur échantillonnage [2] :  
Valeur acceptée ? < [N] > / < Y >

\*\*\* Amplitude maximale du signal exprimée en virgule fixe \*\*\*

Valeur commune pour les filtres créés avec MATLAB® fdatool (voir lors du design du filtre) : [2]

Valeur préconisée pour l'étendue : [2]

Nombre compris entre [0.125] et [-0.125]	F1
Nombre compris entre [0.250] et [-0.250]	F2
Nombre compris entre [0.500] et [-0.500]	F3
Nombre compris entre [1.000] et [-1.000]	F4
Nombre compris entre [2.000] et [-2.000]	F5
Nombre compris entre [4.000] et [-4.000]	F6
Nombre compris entre [8.000] et [-8.000]	F7

Valeur maximale virgule fixe = [1.000000]

[8.311271e-004] [6972]  
[-1.773715e-003] [-14878]  
[3.476977e-003] [29167]  
[-6.026625e-003] [-50554]  
[9.564875e-003] [80236]  
[-1.417303e-002] [-118891]  
[1.984465e-002] [166469]  
[-2.646756e-002] [-222025]  
[3.381610e-002] [283670]  
[-4.155778e-002] [-348611]  
[4.927337e-002] [413335]  
[-5.649113e-002] [-473881]  
[6.273114e-002] [526227]  
[-6.755220e-002] [-566668]  
[7.059859e-002] [592224]  
[9.283588e-001] [7787639]  
[7.059859e-002] [592224]  
[-6.755220e-002] [-566668]  
[6.273114e-002] [526227]  
[-5.649113e-002] [-473881]  
[4.927337e-002] [413335]  
[-4.155778e-002] [-348611]  
[3.381610e-002] [283670]  
[-2.646756e-002] [-222025]  
[1.984465e-002] [166469]  
[-1.417303e-002] [-118891]  
[9.564875e-003] [80236]  
[-6.026625e-003] [-50554]  
[3.476977e-003] [29167]  
[-1.773715e-003] [-14878]  
[8.311271e-004] [6972]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]  
[0.000000e+000] [0]

Création [impulsion\_sur\_echantillonne\_1.csv] réussie  
Fréquence échantillonnage : [48000.000000] :

```
Valeur acceptée ? < [N] > / < Y >
Fréquence échantillonnage (Hz) = [48000.000000]
Création [impulsion_sur_echantillonne_1.txt] réussie
Création [impulsion_sur_echantillonne_1.sti] réussie
Création [filtres_over_04272010_4366343_warning.csv] réussie
Nombre de warning valant      0 =      [114]
```

```
Fin normale du programme . . .
Code de retour 0
```

### 3-2 Réponse impulsionnelle avec normalisation

```
Sur échantillonnage de signal avec filtre a réponse impulsionnelle finie
© Copyright 2010 - Michel Lemoine
Version 1.0.04
Nom du programme:[filtres_over]
Syntaxe : filtres_over [Nom du fichier filtres] [Nom du fichier signal]
[enter]
Pour l'aide, C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -a,
/a, -h ou /h
Pour la version, C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe
-v, /v, -r ou /r
Création [filtres_over_04272010_4429281.log] réussie
Taille du fichier [coefficients_entiers_matlab.asc] = [318]
Date et heure création  27/04/2010  08:58:07,843
Date et heure accès     27/04/2010  08:58:07,843
Date et heure écriture  16/04/2010  17:18:22,500
Ouverture [coefficients_entiers_matlab.asc] réussie
Lecture de 318 octets en cours
Octets lus = [318]
Nombre de ligne = [34]
Taille maximale des lignes =[11]
Nombre de coefficients = [31]
Création de la mémoire des coefficients réussie
Nombre de colonnes = [2]
Coefficient  1 = [8.311272e-004]
Coefficient  2 = [-1.773715e-003]
Coefficient  3 = [3.476977e-003]
Coefficient  4 = [-6.026626e-003]
Coefficient  5 = [9.564877e-003]
Coefficient  6 = [-1.417303e-002]
Coefficient  7 = [1.984465e-002]
Coefficient  8 = [-2.646756e-002]
Coefficient  9 = [3.381610e-002]
Coefficient 10 = [-4.155779e-002]
Coefficient 11 = [4.927337e-002]
Coefficient 12 = [-5.649114e-002]
Coefficient 13 = [6.273115e-002]
Coefficient 14 = [-6.755221e-002]
Coefficient 15 = [7.059860e-002]
Coefficient 16 = [9.283589e-001]
Coefficient 17 = [7.059860e-002]
Coefficient 18 = [-6.755221e-002]
Coefficient 19 = [6.273115e-002]
Coefficient 20 = [-5.649114e-002]
Coefficient 21 = [4.927337e-002]
Coefficient 22 = [-4.155779e-002]
Coefficient 23 = [3.381610e-002]
Coefficient 24 = [-2.646756e-002]
Coefficient 25 = [1.984465e-002]
Coefficient 26 = [-1.417303e-002]
```

Coefficient 27 = [9.564877e-003]  
Coefficient 28 = [-6.026626e-003]  
Coefficient 29 = [3.476977e-003]  
Coefficient 30 = [-1.773715e-003]  
Coefficient 31 = [8.311272e-004]

Somme des coefficients = [1.000548e+000]  
Normalisation des coefficients a 1 ? < [N] > / < Y >  
Warning = [1] Normalisation a 1 des coefficients du filtre

Taille du fichier [impulsion.sti]= [131]  
Date et heure création 27/04/2010 08:58:07,843  
Date et heure accès 27/04/2010 08:58:07,843  
Date et heure écriture 26/04/2010 07:26:32,0  
Ouverture [impulsion.sti] réussie  
Lecture de 131 octets en cours  
Octets lus = [131]  
Nombre de ligne = [42]  
Taille maximale des lignes =[9]  
Nombre de valeurs dans le fichier = [40]  
Création de la mémoire des échantillons réussie  
Nombre de colonnes = [1]  
Nombre de bits de données = [24]  
Taux de sur échantillonnage [2] : Valeur acceptée ? < [N] > / < Y >

\*\*\* Amplitude maximale du signal exprimée en virgule fixe \*\*\*

Valeur commune pour les filtres créés avec MATLAB® fdatool (voir lors du design du filtre) : [2]

Valeur préconisée pour étendue : [2]

Nombre compris entre [0.125] et [-0.125]	F1
Nombre compris entre [0.250] et [-0.250]	F2
Nombre compris entre [0.500] et [-0.500]	F3
Nombre compris entre [1.000] et [-1.000]	F4
Nombre compris entre [2.000] et [-2.000]	F5
Nombre compris entre [4.000] et [-4.000]	F6
Nombre compris entre [8.000] et [-8.000]	F7

Valeur maximale virgule fixe = [1.000000]  
[8.306715e-004] [6969]  
[-1.772742e-003] [-14870]  
[3.475071e-003] [29152]  
[-6.023321e-003] [-50527]  
[9.559632e-003] [80193]  
[-1.416526e-002] [-118826]  
[1.983377e-002] [166378]  
[-2.645305e-002] [-221904]  
[3.379756e-002] [283515]  
[-4.153500e-002] [-348420]  
[4.924636e-002] [413109]  
[-5.646016e-002] [-473622]  
[6.269675e-002] [525939]  
[-6.751517e-002] [-566358]  
[7.055989e-002] [591900]  
[9.278499e-001] [7783370]  
[7.055989e-002] [591900]  
[-6.751517e-002] [-566358]  
[6.269675e-002] [525939]  
[-5.646016e-002] [-473622]

```

[4.924636e-002] [413109]
[-4.153500e-002] [-348420]
[3.379756e-002] [283515]
[-2.645305e-002] [-221904]
[1.983377e-002] [166378]
[-1.416526e-002] [-118826]
[9.559632e-003] [80193]
[-6.023321e-003] [-50527]
[3.475071e-003] [29152]
[-1.772742e-003] [-14870]
[8.306715e-004] [6969]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
[0.000000e+000] [0]
Création [impulsion_sur_echantillonne_1.csv] réussie
Fréquence échantillonnage : [48000.000000] : Valeur acceptée ? < [N] > / <
Y >
Fréquence échantillonnage (Hz) = [48000.000000]
Création [impulsion_sur_echantillonne_1.txt] réussie
Création [impulsion_sur_echantillonne_1.sti] réussie
Création [filtres_over_04272010_4429281_warning.csv] réussie
Nombre de warning valant      0 =      [114]
Nombre de warning valant      1 =       [1]

Fin normale du programme . . .
Code de retour 0

```

### 3-3 Réponse indicielle filtrée sans normalisation

```

Sur échantillonnage de signal avec filtre a réponse impulsionnelle finie
© Copyright 2010 - Michel Lemoine
Version 1.0.04
Nom du programme:[filtres_over]
Syntaxe : filtres_over [Nom du fichier filtres] [Nom du fichier signal]
[enter]
Pour l'aide, C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -a,
/a, -h ou /h
Pour la version, C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe
-v, /v, -r ou /r
Création [filtres_over_04272010_4664484.log] réussie
Taille du fichier [coefficients_entiers_matlab.asc] = [318]
Date et heure création  27/04/2010  08:58:07,843
Date et heure accès     27/04/2010  08:58:07,843
Date et heure écriture  16/04/2010  17:18:22,500
Ouverture [coefficients_entiers_matlab.asc] réussie
Lecture de 318 octets en cours
Octets lus = [318]
Nombre de ligne = [34]
Taille maximale des lignes =[11]
Nombre de coefficients = [31]
Création de la mémoire des coefficients réussie
Nombre de colonnes = [2]
Coefficient  1 = [8.311272e-004]
Coefficient  2 = [-1.773715e-003]
Coefficient  3 = [3.476977e-003]

```

Coefficient 4 = [-6.026626e-003]  
Coefficient 5 = [9.564877e-003]  
Coefficient 6 = [-1.417303e-002]  
Coefficient 7 = [1.984465e-002]  
Coefficient 8 = [-2.646756e-002]  
Coefficient 9 = [3.381610e-002]  
Coefficient 10 = [-4.155779e-002]  
Coefficient 11 = [4.927337e-002]  
Coefficient 12 = [-5.649114e-002]  
Coefficient 13 = [6.273115e-002]  
Coefficient 14 = [-6.755221e-002]  
Coefficient 15 = [7.059860e-002]  
Coefficient 16 = [9.283589e-001]  
Coefficient 17 = [7.059860e-002]  
Coefficient 18 = [-6.755221e-002]  
Coefficient 19 = [6.273115e-002]  
Coefficient 20 = [-5.649114e-002]  
Coefficient 21 = [4.927337e-002]  
Coefficient 22 = [-4.155779e-002]  
Coefficient 23 = [3.381610e-002]  
Coefficient 24 = [-2.646756e-002]  
Coefficient 25 = [1.984465e-002]  
Coefficient 26 = [-1.417303e-002]  
Coefficient 27 = [9.564877e-003]  
Coefficient 28 = [-6.026626e-003]  
Coefficient 29 = [3.476977e-003]  
Coefficient 30 = [-1.773715e-003]  
Coefficient 31 = [8.311272e-004]

Somme des coefficients = [1.000548e+000]  
Normalisation des coefficients a 1 ? < [N] > / < Y >

Taille du fichier [indice.sti]= [362]  
Date et heure création 27/04/2010 08:58:07,828  
Date et heure accès 27/04/2010 08:58:07,828  
Date et heure écriture 26/04/2010 07:31:44,0  
Ouverture [indice.sti] réussie  
Lecture de 362 octets en cours  
Octets lus = [362]  
Nombre de ligne = [43]  
Taille maximale des lignes =[9]  
Nombre de valeurs dans le fichier = [40]  
Création de la mémoire des échantillons réussie  
Nombre de colonnes = [1]  
Nombre de bits de données = [24]  
Taux de sur échantillonnage [2] :  
Valeur acceptée ? < [N] > / < Y >

\*\*\* Amplitude maximale du signal exprimée en virgule fixe \*\*\*

Valeur commune pour les filtres créés avec MATLAB® fdatool (voir lors du design du filtre) : [2]

Valeur préconisée pour étendue : [2]

Nombre compris entre [0.125] et [-0.125]	F1
Nombre compris entre [0.250] et [-0.250]	F2
Nombre compris entre [0.500] et [-0.500]	F3
Nombre compris entre [1.000] et [-1.000]	F4
Nombre compris entre [2.000] et [-2.000]	F5
Nombre compris entre [4.000] et [-4.000]	F6

Nombre compris entre [8.000] et [-8.000]

F7

Valeur maximale virgule fixe = [1.000000]

[8.311271e-004] [6972]  
[-9.425877e-004] [-7906]  
[2.534389e-003] [21260]  
[-3.492236e-003] [-29294]  
[6.072640e-003] [50941]  
[-8.100389e-003] [-67950]  
[1.174426e-002] [98518]  
[-1.472330e-002] [-123507]  
[1.909280e-002] [160162]  
[-2.246499e-002] [-188449]  
[2.680838e-002] [224885]  
[-2.968275e-002] [-248996]  
[3.304839e-002] [277230]  
[-3.450381e-002] [-289438]  
[3.609478e-002] [302785]  
[9.644536e-001] [8090424]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.675000e-001] [8115979]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.737400e-001] [8168324]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.814556e-001] [8233047]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.888041e-001] [8294691]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.944757e-001] [8342268]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.980140e-001] [8371949]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.997172e-001] [8386237]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe  
[9.997172e-001] [8386237]  
Création [indice\_sur\_echantillonne\_1.csv] réussie  
Fréquence échantillonnage : [48000.000000] :

```

Valeur acceptée ? < [N] > / < Y >
Fréquence échantillonnage (Hz) = [48000.000000]
Création [indice_sur_echantillonne_1.txt] réussie
Création [indice_sur_echantillonne_1.sti] réussie
Création [filtres_over_04272010_4664484_warning.csv] réussie
Nombre de warning valant      0 =      [99]
Nombre de warning valant      2 =      [16]

Fin normale du programme . . .
Code de retour 0

```

### 3-4 Réponse indicielle filtrée avec normalisation

```

Sur échantillonnage de signal avec filtre a réponse impulsionnelle finie
© Copyright 2010 - Michel Lemoine
Version 1.0.04
Nom du programme:[filtres_over]
Syntaxe : filtres_over [Nom du fichier filtres] [Nom du fichier signal]
[enter]
Pour l'aide, C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -a,
/a, -h ou /h
Pour la version, C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe
-v, /v, -r ou /r
Création [filtres_over_04272010_4816000.log] réussie
Taille du fichier [coefficients_entiers_matlab.asc] = [318]
Date et heure création 27/04/2010 08:58:07,843
Date et heure accès 27/04/2010 08:58:07,843
Date et heure écriture 16/04/2010 17:18:22,500
Ouverture [coefficients_entiers_matlab.asc] réussie
Lecture de 318 octets en cours
Octets lus = [318]
Nombre de ligne = [34]
Taille maximale des lignes =[11]
Nombre de coefficients = [31]
Création de la mémoire des coefficients réussie
Nombre de colonnes = [2]
Coefficient 1 = [8.311272e-004]
Coefficient 2 = [-1.773715e-003]
Coefficient 3 = [3.476977e-003]
Coefficient 4 = [-6.026626e-003]
Coefficient 5 = [9.564877e-003]
Coefficient 6 = [-1.417303e-002]
Coefficient 7 = [1.984465e-002]
Coefficient 8 = [-2.646756e-002]
Coefficient 9 = [3.381610e-002]
Coefficient 10 = [-4.155779e-002]
Coefficient 11 = [4.927337e-002]
Coefficient 12 = [-5.649114e-002]
Coefficient 13 = [6.273115e-002]
Coefficient 14 = [-6.755221e-002]
Coefficient 15 = [7.059860e-002]
Coefficient 16 = [9.283589e-001]
Coefficient 17 = [7.059860e-002]
Coefficient 18 = [-6.755221e-002]
Coefficient 19 = [6.273115e-002]
Coefficient 20 = [-5.649114e-002]
Coefficient 21 = [4.927337e-002]
Coefficient 22 = [-4.155779e-002]
Coefficient 23 = [3.381610e-002]
Coefficient 24 = [-2.646756e-002]
Coefficient 25 = [1.984465e-002]

```

Coefficient 26 = [-1.417303e-002]  
Coefficient 27 = [9.564877e-003]  
Coefficient 28 = [-6.026626e-003]  
Coefficient 29 = [3.476977e-003]  
Coefficient 30 = [-1.773715e-003]  
Coefficient 31 = [8.311272e-004]  
  
Somme des coefficients = [1.000548e+000]  
Normalisation des coefficients a 1 ? < [N] > / < Y >  
Warning = [1] Normalisation a 1 des coefficients du filtre

Taille du fichier [indice.sti]= [362]  
Date et heure création 27/04/2010 08:58:07,828  
Date et heure accès 27/04/2010 08:58:07,828  
Date et heure écriture 26/04/2010 07:31:44,0  
Ouverture [indice.sti] réussie  
Lecture de 362 octets en cours  
Octets lus = [362]  
Nombre de ligne = [43]  
Taille maximale des lignes =[9]  
Nombre de valeurs dans le fichier = [40]  
Création de la mémoire des échantillons réussie  
Nombre de colonnes = [1]  
Nombre de bits de données = [24]  
Taux de sur échantillonnage [2] :  
Valeur acceptée ? < [N] > / < Y >

\*\*\* Amplitude maximale du signal exprimée en virgule fixe \*\*\*

Valeur commune pour les filtres créés avec MATLAB® fdatool (voir lors du design du filtre) : [2]

Valeur préconisée pour étendue : [2]

Nombre compris entre [0.125] et [-0.125]	F1
Nombre compris entre [0.250] et [-0.250]	F2
Nombre compris entre [0.500] et [-0.500]	F3
Nombre compris entre [1.000] et [-1.000]	F4
Nombre compris entre [2.000] et [-2.000]	F5
Nombre compris entre [4.000] et [-4.000]	F6
Nombre compris entre [8.000] et [-8.000]	F7

Valeur maximale virgule fixe = [1.000000]  
[8.306715e-004] [6969]  
[-9.420710e-004] [-7902]  
[2.533000e-003] [21249]  
[-3.490321e-003] [-29278]  
[6.069311e-003] [50914]  
[-8.095949e-003] [-67913]  
[1.173782e-002] [98464]  
[-1.471523e-002] [-123440]  
[1.908233e-002] [160075]  
[-2.245267e-002] [-188346]  
[2.679368e-002] [224762]  
[-2.966648e-002] [-248860]  
[3.303027e-002] [277078]  
[-3.448490e-002] [-289280]  
[3.607499e-002] [302619]  
[9.639249e-001] [8085989]  
[1.000000e+000] [8388607]  
Warning = [2] Saturation de la valeur en virgule fixe



```
Lecture de 318 octets en cours
Octets lus = [318]
Nombre de ligne = [34]
Taille maximale des lignes =[11]
Nombre de coefficients = [31]
Création de la mémoire des coefficients réussie
Nombre de colonnes = [2]
Coefficient 1 = [8.311272e-004]
Coefficient 2 = [-1.773715e-003]
Coefficient 3 = [3.476977e-003]
Coefficient 4 = [-6.026626e-003]
Coefficient 5 = [9.564877e-003]
Coefficient 6 = [-1.417303e-002]
Coefficient 7 = [1.984465e-002]
Coefficient 8 = [-2.646756e-002]
Coefficient 9 = [3.381610e-002]
Coefficient 10 = [-4.155779e-002]
Coefficient 11 = [4.927337e-002]
Coefficient 12 = [-5.649114e-002]
Coefficient 13 = [6.273115e-002]
Coefficient 14 = [-6.755221e-002]
Coefficient 15 = [7.059860e-002]
Coefficient 16 = [9.283589e-001]
Coefficient 17 = [7.059860e-002]
Coefficient 18 = [-6.755221e-002]
Coefficient 19 = [6.273115e-002]
Coefficient 20 = [-5.649114e-002]
Coefficient 21 = [4.927337e-002]
Coefficient 22 = [-4.155779e-002]
Coefficient 23 = [3.381610e-002]
Coefficient 24 = [-2.646756e-002]
Coefficient 25 = [1.984465e-002]
Coefficient 26 = [-1.417303e-002]
Coefficient 27 = [9.564877e-003]
Coefficient 28 = [-6.026626e-003]
Coefficient 29 = [3.476977e-003]
Coefficient 30 = [-1.773715e-003]
Coefficient 31 = [8.311272e-004]

Somme des coefficients = [1.000548e+000]
Normalisation des coefficients a 1 ? < [N] > / < Y >
```

```
Taille du fichier [indice.sti]= [362]
Date et heure création 27/04/2010 08:58:07,828
Date et heure accès 27/04/2010 08:58:07,828
Date et heure écriture 26/04/2010 07:31:44,0
Ouverture [indice.sti] réussie
Lecture de 362 octets en cours
Octets lus = [362]
Nombre de ligne = [43]
Taille maximale des lignes =[9]
Nombre de valeurs dans le fichier = [40]
Création de la mémoire des échantillons réussie
Nombre de colonnes = [1]
Nombre de bits de données = [24]
Taux de sur échantillonnage [2] :
Valeur acceptée ? < [N] > / < Y >
```

\*\*\* Amplitude maximale du signal exprimée en virgule fixe \*\*\*





### Contenu du fichier LOG :

```
Ligne de commande = [C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe  
impulsion.sti coefficients_entiers_matlab.asc]  
Nom du programme = [filtres_over]  
Version = [Version 1.0.05]
```

```
-----  
Analyse fichier filtre  
Erreur      7  Fichier non trouvé  
-----
```

```
*** Fin des enregistrements dans le fichier LOG ***
```

### 3-7 Interversion des fichiers filtre et signal

Sur échantillonnage de signal avec filtre a réponse impulsionnelle finie  
(c) Copyright 2010 - Michel Lemoine

Version 1.0.05

Nom du programme:[filtres\_over]

Syntaxe : `filtres_over [Nom du fichier filtres] [Nom du fichier signal]`  
[enter]

Pour l'aide, `C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe -a,`  
`/a, -h` ou `/h`

Pour la version, `C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe`  
`-v, /v, -r` ou `/r`

Création [filtres\_over\_04272010\_9568421.log] réussie

Taille du fichier [impulsion.sti] = [131]

Date et heure création 27/04/2010 10:30:20,140

Date et heure accès 27/04/2010 10:30:20,140

Date et heure écriture 26/04/2010 07:26:32,0

Ouverture [impulsion.sti] réussie

Lecture de 131 octets en cours

Octets lus = [131]

Nombre de ligne = [42]

Taille maximale des lignes =[9]

Nombre de coefficients = [40]

Création de la mémoire des coefficients réussie

Nombre de colonnes = [1]

Erreur nombre de colonne du fichier filtre (attendu : 2)

Programme abandonne

Code de retour= [8]

### Contenu du fichier LOG :

```
Ligne de commande = [C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe  
impulsion.sti coefficients_entiers_matlab.asc]  
Nom du programme = [filtres_over]  
Version = [Version 1.0.05]
```

```
-----  
Analyse fichier filtre  
Fichier filtre = [impulsion.sti]  
Taille du fichier = [131]  
Date et heure création 27/04/2010 10:30:20,140  
Date et heure accès 27/04/2010 10:30:20,140  
Date et heure écriture 26/04/2010 07:26:32,0
```

Nombre de coefficients du filtre = [40]

Nombre de colonnes fichier filtre = [1]

Erreur 8 Erreur nombre de colonne du fichier filtre

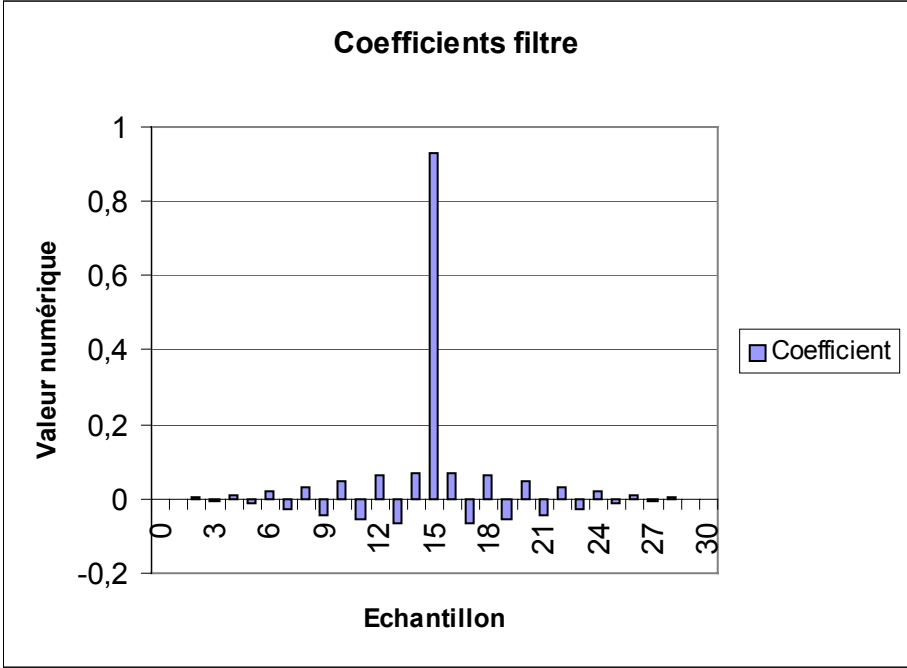
```
-----  
*** Fin des enregistrements dans le fichier LOG ***
```

#### 4 Structures des fichiers d'entrée

Pour un fonctionnement optimal du programme et éviter l'erreur d'interversion (voir §3-7), l'ordre et la structure des fichiers doivent être respectés. Le premier paramètre est le nom du fichier filtre (§4-1), le second le fichier d'échantillons (§4-2).

##### 4-1 Structure du fichier filtre

Fichier		Description
31		Nombre de lignes ou de coefficients du filtre
2		Nombre de colonnes (1 <sup>e</sup> : coefficient, 2 <sup>e</sup> : nombre de bits virgule fixe)
6972	24	Données exprimées en virgule fixe
-14879	24	
29167	24	
-50555	24	
80236	24	
-118892	24	
166469	24	
-222026	24	
283670	24	
-348612	24	
413335	24	
-473882	24	
526227	24	
-566669	24	
592224	24	
7787639	24	
592224	24	
-566669	24	
526227	24	
-473882	24	
413335	24	
-348612	24	
283670	24	
-222026	24	
166469	24	
-118892	24	
80236	24	
-50555	24	
29167	24	
-14879	24	
6972	24	



#### 4-2 Structure du fichier d'échantillons

Fichier	Description																																																																
40	Nombre de lignes ou de coefficients du filtre																																																																
1	Nombre de colonne : 1																																																																
24	Nombre de bits utilisés pour la virgule fixe																																																																
8388607	Données exprimées en virgule fixe																																																																
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0	<div data-bbox="395 448 1342 1106" data-label="Figure"> <p><b>Échantillons signal</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Échantillons signal chart</caption> <thead> <tr> <th>Échantillon</th> <th>Valeur numérique</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>24</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>11</td><td>0</td></tr> <tr><td>12</td><td>0</td></tr> <tr><td>13</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>0</td></tr> <tr><td>15</td><td>0</td></tr> <tr><td>16</td><td>0</td></tr> <tr><td>17</td><td>0</td></tr> <tr><td>18</td><td>0</td></tr> <tr><td>19</td><td>0</td></tr> <tr><td>20</td><td>0</td></tr> <tr><td>21</td><td>0</td></tr> <tr><td>22</td><td>0</td></tr> <tr><td>23</td><td>0</td></tr> <tr><td>24</td><td>0</td></tr> <tr><td>25</td><td>0</td></tr> <tr><td>26</td><td>0</td></tr> <tr><td>27</td><td>0</td></tr> <tr><td>28</td><td>0</td></tr> <tr><td>29</td><td>0</td></tr> <tr><td>30</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> </div>	Échantillon	Valeur numérique	0	24	1	1	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0	9	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16	0	17	0	18	0	19	0	20	0	21	0	22	0	23	0	24	0	25	0	26	0	27	0	28	0	29	0	30	0
Échantillon		Valeur numérique																																																															
0		24																																																															
1		1																																																															
2		0																																																															
3		0																																																															
4		0																																																															
5		0																																																															
6		0																																																															
7		0																																																															
8		0																																																															
9		0																																																															
10		0																																																															
11		0																																																															
12		0																																																															
13		0																																																															
14		0																																																															
15		0																																																															
16		0																																																															
17		0																																																															
18		0																																																															
19		0																																																															
20		0																																																															
21		0																																																															
22		0																																																															
23		0																																																															
24		0																																																															
25		0																																																															
26		0																																																															
27		0																																																															
28	0																																																																
29	0																																																																
30	0																																																																
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	
0																																																																	

## 5 Fichiers créés en cours de programme

### 5-1 Fichiers issus du traitement

Lors du fonctionnement, le programme produit trois types de fichiers :

- Les fichiers CSV (Comma Separated Values) lisibles dans Microsoft® Excel® ([§5-1-1](#)) ;
- Les fichiers texte pour implantation dans un programme ou une description de test ([§5-1-2](#)) ;
- Les fichiers STI utilisables comme entrée dans un test bench, à condition d'utiliser les fonctions de lecture des fichiers spécifiques aux tests benches ([§5-1-3](#)).

#### 5-1-1 Fichiers CSV

Temps	Valeurs entières	Valeurs réelles
0	6969	0,000831
2,08333E-05	-14870	-0,001773
4,16667E-05	29152	0,003475
0,0000625	-50527	-0,006023
8,33333E-05	80193	0,00956
0,000104167	-118826	-0,014165
0,000125	166378	0,019834
0,000145833	-221904	-0,026453
0,000166667	283515	0,033798
0,0001875	-348420	-0,041535
0,000208333	413109	0,049246
0,000229167	-473622	-0,05646
0,00025	525939	0,062697
0,000270833	-566358	-0,067515
0,000291667	591900	0,07056
0,0003125	7783370	0,92785
0,000333333	591900	0,07056
0,000354167	-566358	-0,067515
0,000375	525939	0,062697
0,000395833	-473622	-0,05646
0,000416667	413109	0,049246
0,0004375	-348420	-0,041535
0,000458333	283515	0,033798
0,000479167	-221904	-0,026453
0,0005	166378	0,019834
0,000520833	-118826	-0,014165
0,000541667	80193	0,00956
0,0005625	-50527	-0,006023
0,000583333	29152	0,003475
0,000604167	-14870	-0,001773
0,000625	6969	0,000831
0,000645833	0	0
0,000666667	0	0
0,0006875	0	0
0,000708333	0	0
0,000729167	0	0
0,00075	0	0
0,000770833	0	0
0,000791667	0	0
0,0008125	0	0

### 5-1-2 Fichiers texte (extension TXT)

6969	24
-14870	24
29152	24
-50527	24
80193	24
-118826	24
166378	24
-221904	24
283515	24
-348420	24
413109	24
-473622	24
525939	24
-566358	24
591900	24
7783370	24
591900	24
-566358	24
525939	24
-473622	24
413109	24
-348420	24
283515	24
-221904	24
166378	24
-118826	24
80193	24
-50527	24
29152	24
-14870	24
6969	24
0	24
0	24
0	24
0	24
0	24
0	24
0	24
0	24
0	24
0	24

### 5-1-3 Fichiers stimuli (extension STI)

41  
1  
24  
6969  
-14870  
29152  
-50527  
80193  
-118826  
166378  
-221904  
283515  
-348420  
413109  
-473622  
525939

-566358  
591900  
7783370  
591900  
-566358  
525939  
-473622  
413109  
-348420  
283515  
-221904  
166378  
-118826  
80193  
-50527  
29152  
-14870  
6969  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0

## 5-2 Fichiers de trace du fonctionnement

Les fichiers de trace du fonctionnement sont :

- les fichiers LOG qui consignent les étapes du programme comprenant les messages d'erreurs fatales et de warnings ([§5-2-1](#)) ;
- les fichiers CSV qui récapitulent le nombre de warning émis ([§5-2-2](#))

### 5-2-1 Fichiers LOG

```
Ligne de commande = [C:\data\michel\projets\filtres_over\Debug\filtres_over.exe  
coefficients_entiers_matlab.asc impulsion.sti]  
Nom du programme = [filtres_over]  
Version = [Version 1.0.03]
```

```
-----  
Analyse fichier filtre  
Fichier filtre = [coefficients_entiers_matlab.asc]  
Taille du fichier = [318]  
Date et heure création 26/04/2010 08:22:52,687  
Date et heure accès 26/04/2010 08:22:52,687  
Date et heure écriture 16/04/2010 17:18:22,500
```

```
Nombre de coefficients du filtre = [31]  
Somme des coefficients = [1.000548]  
Ligne 34 1 Normalisation a 1 des coefficients du filtre  
-----
```

```
-----  
Analyse fichier signal  
Fichier signal = [impulsion.sti]  
Taille du fichier = [131]  
Date et heure création 26/04/2010 08:27:32,531  
Date et heure accès 26/04/2010 08:27:32,531  
Date et heure écriture 26/04/2010 07:26:30,906
```

Nombre d'échantillons du signal = [40]  
Nombre de bits virgule fixe des échantillons = [24]

Création mémoire intermédiaire filtre  
Taille mémoire signal intermédiaire = [248]

Création signal sur échantillonné  
Taux de sur échantillonnage = [1]  
Nombre d'échantillons du signal sur échantillonné = [40]  
Etendue virgule fixe = [1.000000]  
Nombre de bits virgule fixe des échantillons = [24]

Création des fichiers  
Fichier CSV = [impulsion\_sur\_echantillonne\_1.csv]  
Fréquence d'échantillonnage (Hz) = [48000]  
Fichier texte = [impulsion\_sur\_echantillonne\_1.txt]  
Fichier stimulus test bench = [impulsion\_sur\_echantillonne\_1.sti]

\*\*\* Fin des enregistrements dans le fichier LOG \*\*\*

#### 5-2-2 Fichiers CSV (warning.csv)

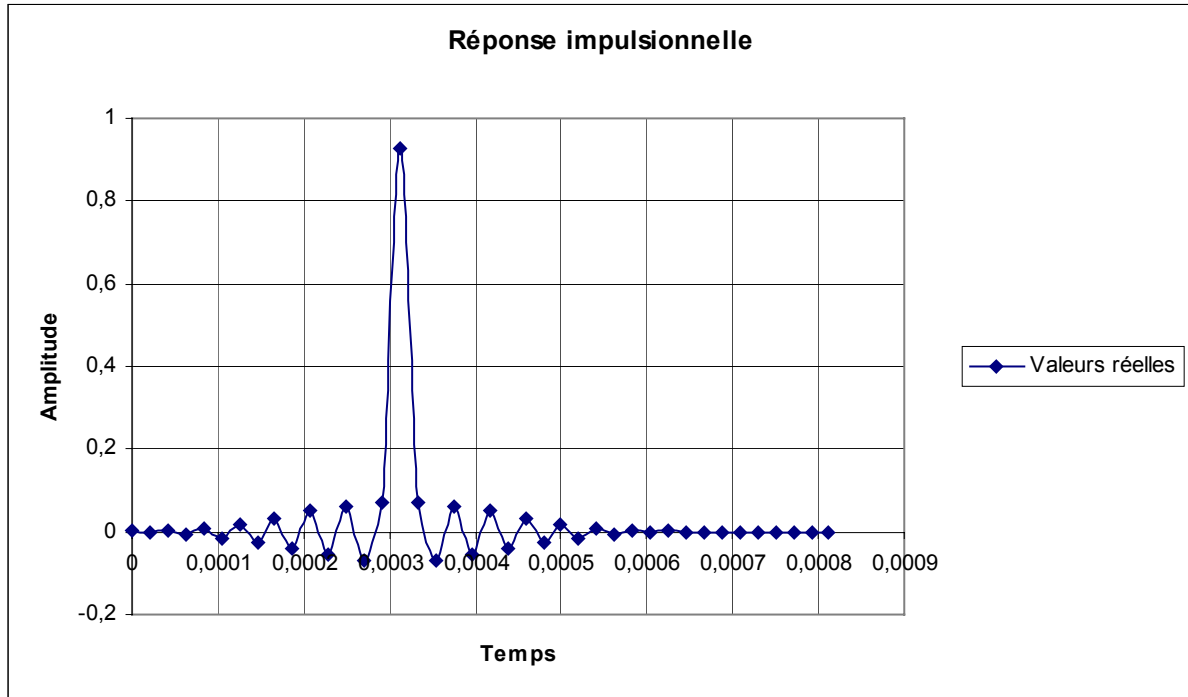
Valeur	Nombre	Description
0	114	Fonctionnement normal
1	1	Normalisation a 1 des coefficients du filtre
2	0	Saturation de la valeur en virgule fixe
4	0	Nombre de bits du filtre = 0
8	0	Échec conversion de la ligne de caractère en valeur
16	0	Valeur maximale du nombre à virgule fixe inférieure a 1
32	0	Échec création fichier données
64	0	Échec création espace mémoire

## 6 Résultats de fonctionnement

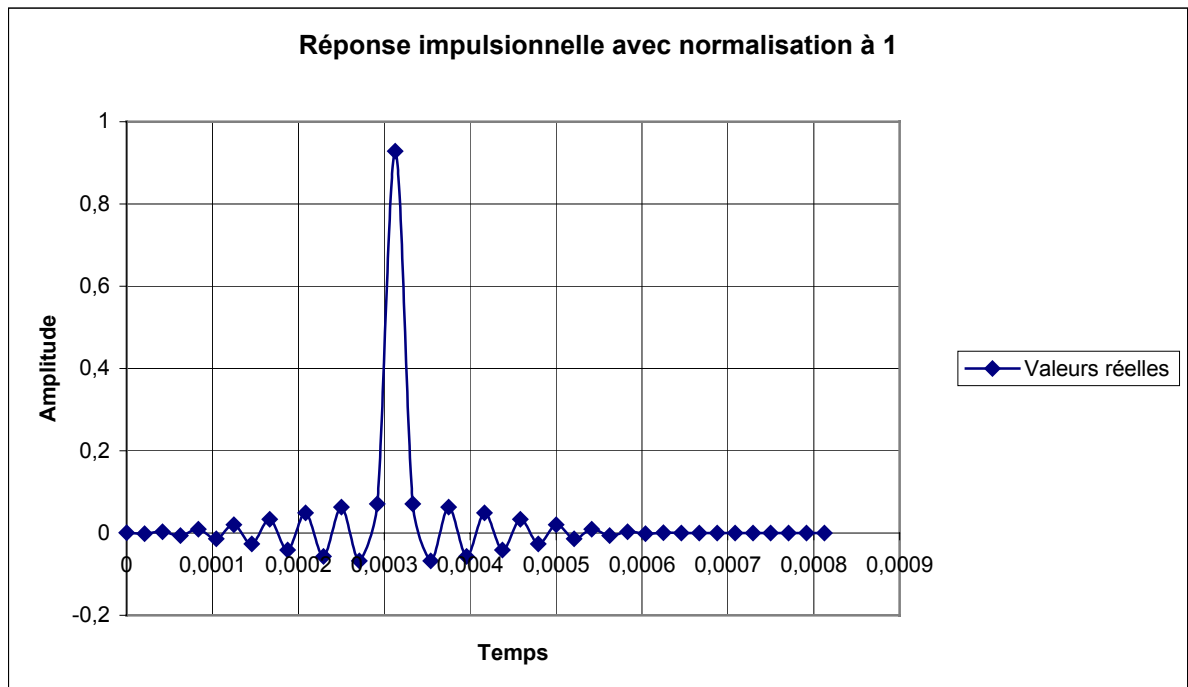
Cette partie regroupe les réponses impulsionnelles (§6-1), indicielles (§6-2) et sinusoïdales (§6-3).

### 6-1 Réponses impulsionnelles

#### 6-1-1 Réponse sans normalisation à 1 des coefficients du filtre

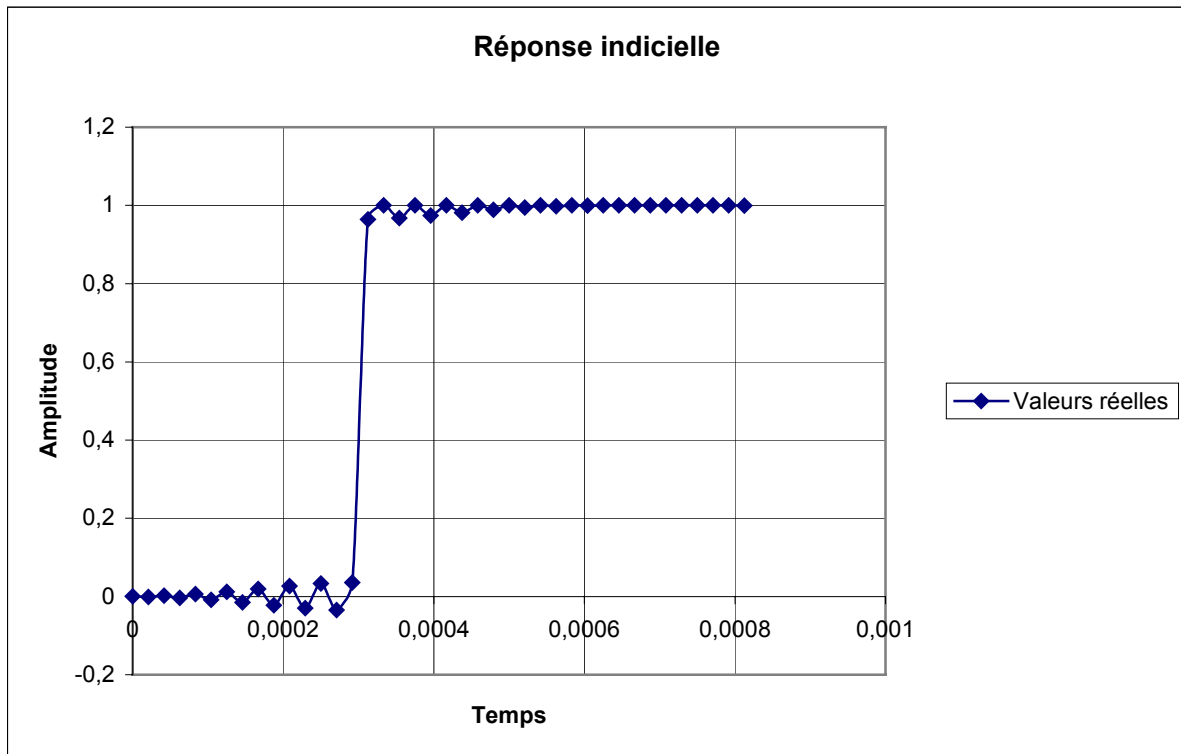


#### 6-1-2 Réponse avec normalisation à 1 des coefficients du filtre

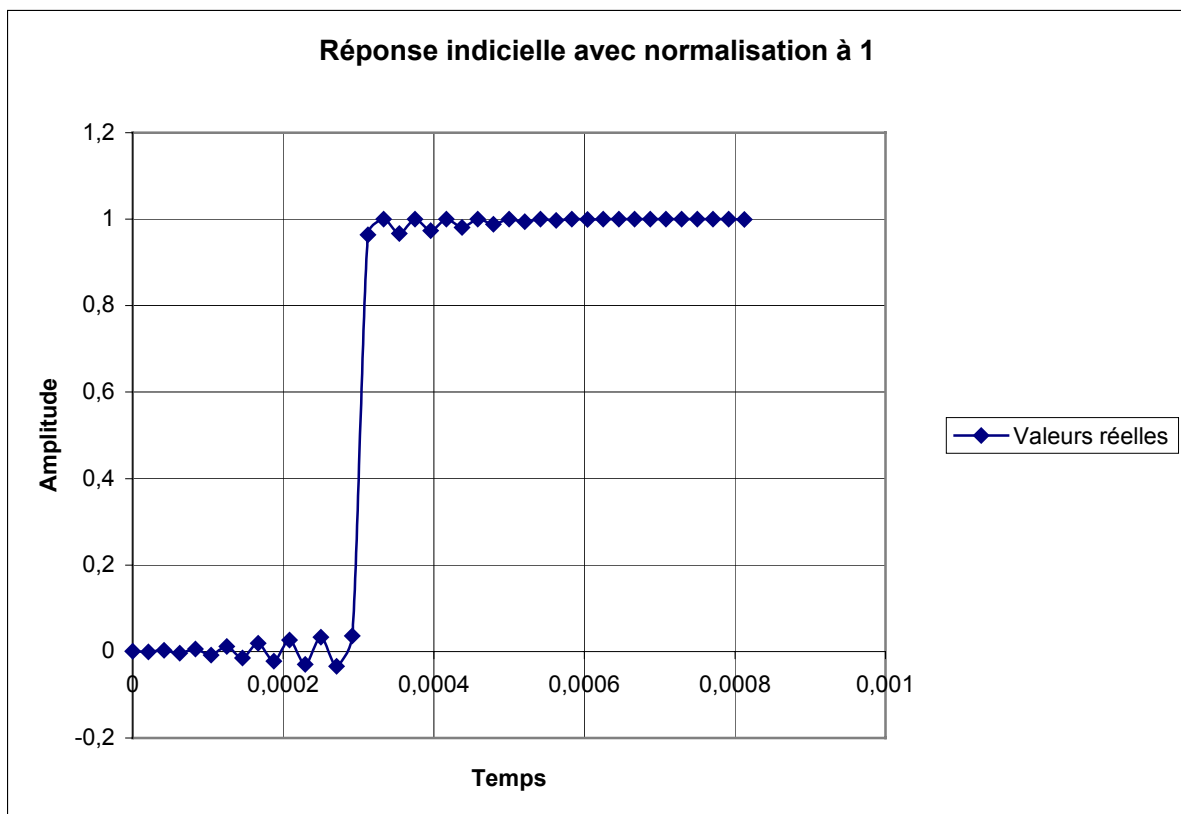


## 6-2 Réponses indicielles

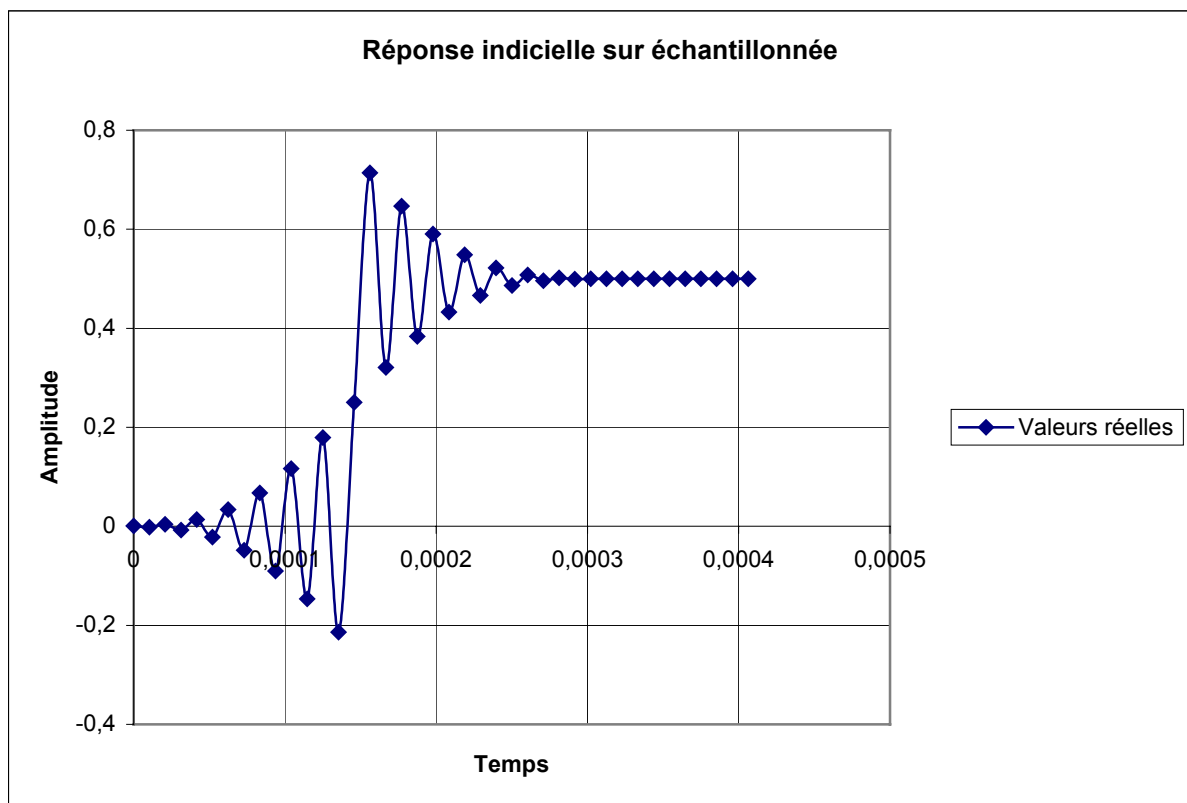
### 6-2-1 Réponse sans normalisation à 1 des coefficients du filtre



### 6-2-2 Réponse avec normalisation à 1 des coefficients du filtre

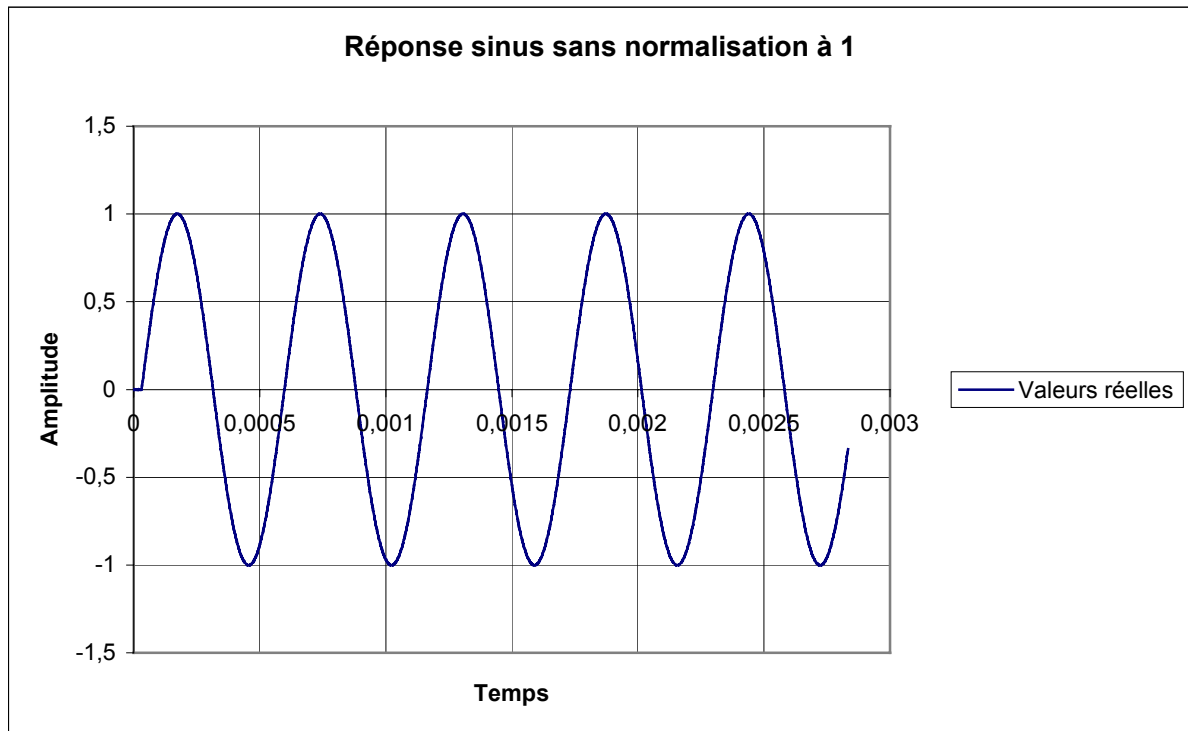


6-2-3 Réponse sur échantillonnée sans normalisation à 1 des coefficients du filtre

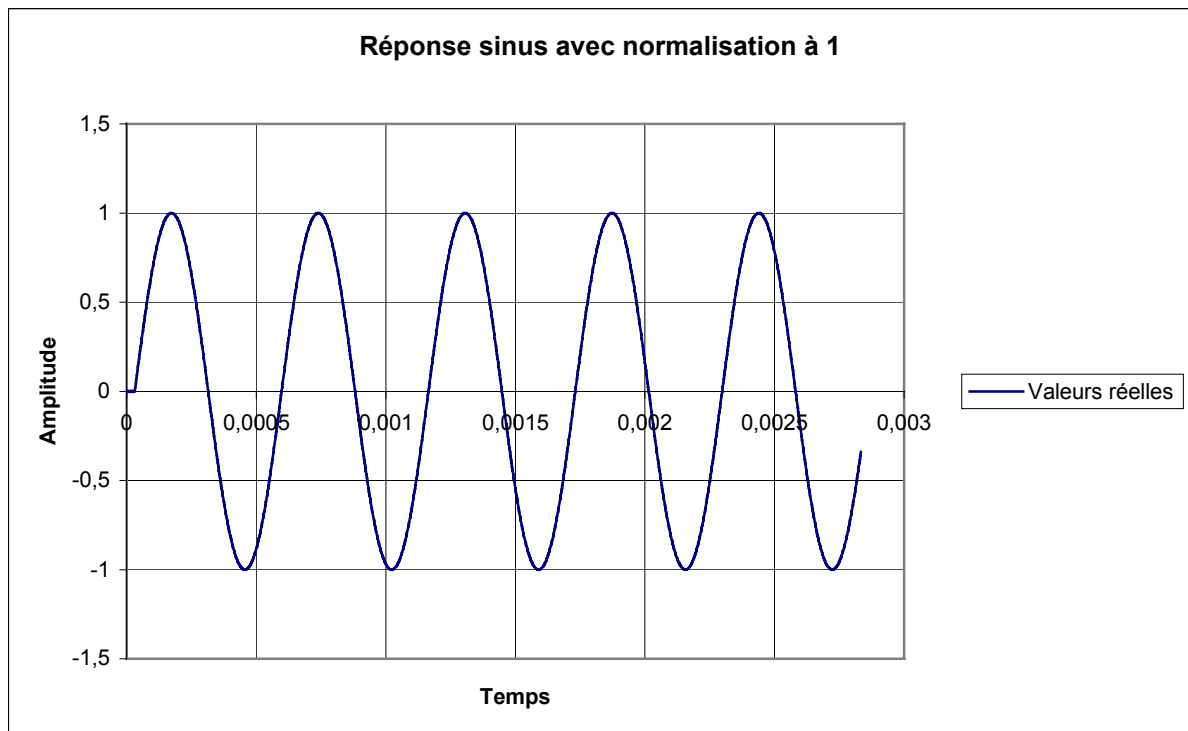


### 6-3 Réponses sinusoïdales

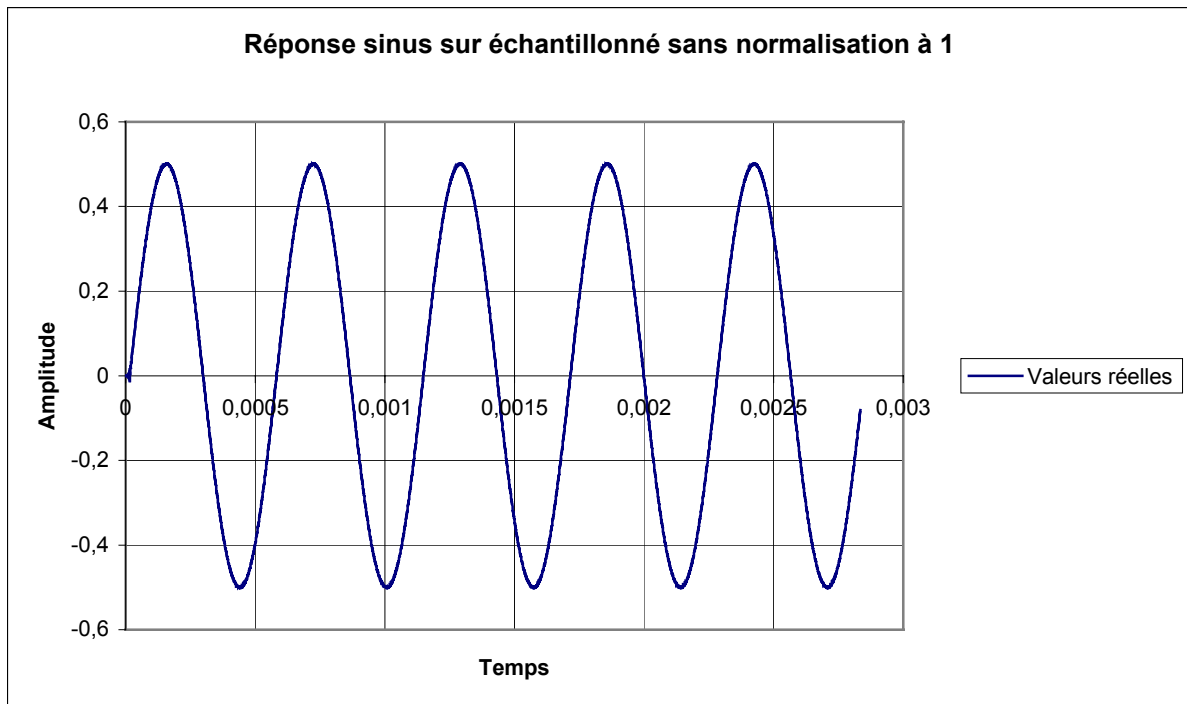
#### 6-3-1 Réponse sans normalisation à 1 des coefficients du filtre



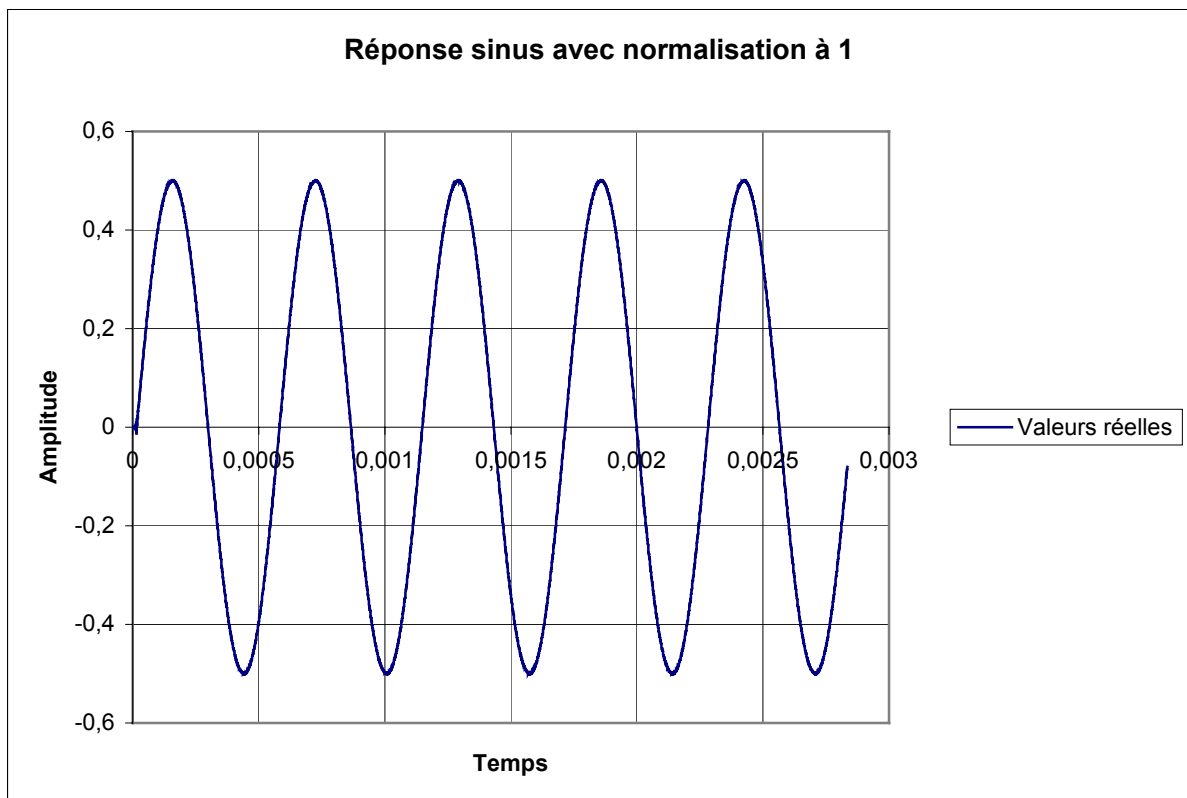
#### 6-3-2 Réponse avec normalisation à 1 des coefficients du filtre



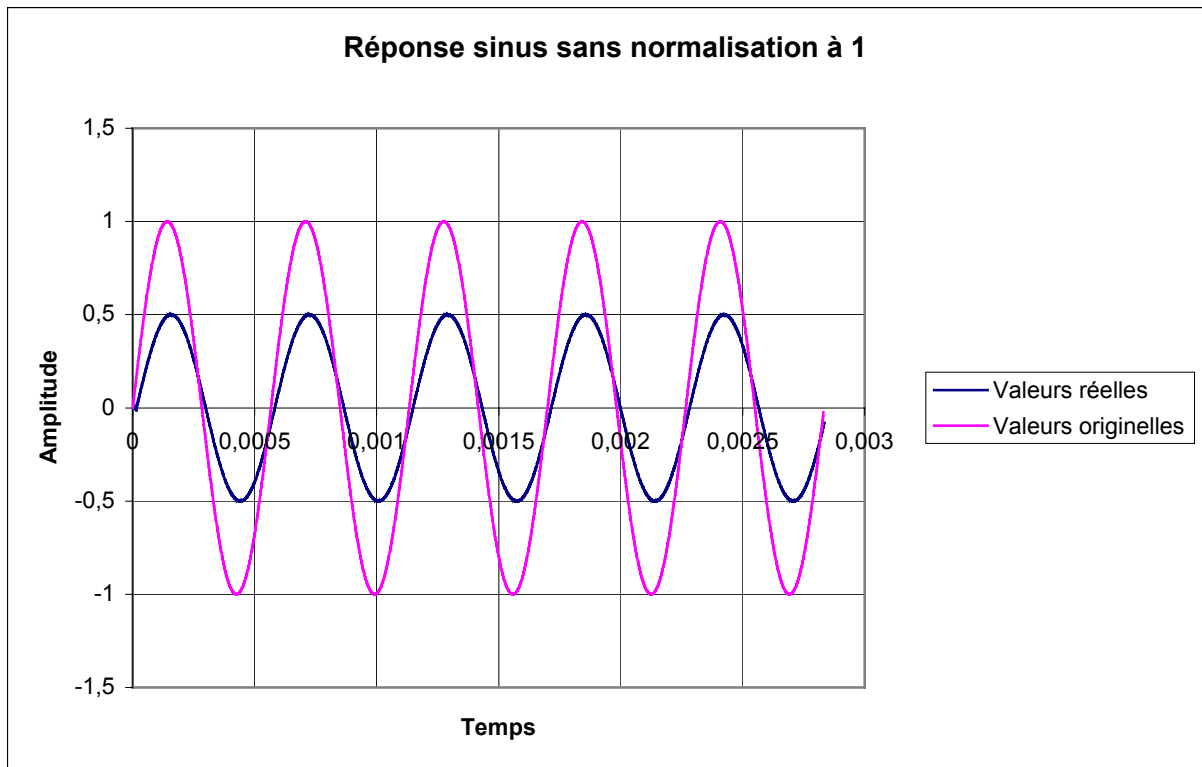
6-3-3 Réponse sur échantillonnée sans normalisation à 1 des coefficients du filtre (taux de sur échantillonnage = 2)



6-3-4 Réponse sur échantillonnée avec normalisation à 1 des coefficients du filtre (taux de sur échantillonnage = 2)



6-3-5 Réponse sur échantillonnée sans normalisation à 1 des coefficients du filtre (taux de sur échantillonnage = 2) avec signal d'entrée



6-3-6 Réponse sur échantillonnée avec normalisation à 1 des coefficients du filtre (taux de sur échantillonnage = 2) avec signal d'entrée

