SERIES DE FOURIER SOUS VBA

LI Chuan

Sorbonne Université

Table des matières

Introduction

Les séries de Fourier sont un outil fondamental dans l'étude des fonctions périodiques. C'est à partir de ce concept que s'est développée la branche des mathématiques connue sous le nom d'analyse harmonique.

Un signal périodique de fréquence f et de forme quelconque peut être obtenu en ajoutant à une sinusoïde de fréquence f (fondamentale), des sinusoïdes dont les fréquences sont des multiples entiers de f. Ces signaux ont des amplitudes et des positions de phase appropriées.

La formule de mathématique :

Les séries de Fourier ont été introduites par Joseph Fourier en 1822. Jean Baptiste Joseph Fourier est un mathématicien et physicien français, Il est connu pour ses travaux sur la décomposition de fonctions périodiques en séries trigonométriques convergentes appelées séries de Fourier et leur application au problème de la propagation de la chaleur.

Grâce à lui, les séries de Fourier se rencontrent dans la décomposition de signaux périodiques, dans l'étude des courants électriques, des ondes cérébrales, dans la synthèse sonore, le traitement d'images, etc.

Ce TP est composé par deux partie, la première partie est analysé des signaux en utilisant MATHEMATICA(le compte rendu dernière), la deuxième partie est utilisé par Excel VBA.

Visual Basic for Applications (VBA) est une implémentation de Microsoft Visual Basic qui est intégrée dans toutes les applications de Microsoft Office, Il remplace et étend les capacités des langages macro spécifiques aux plus anciennes applications comme le langage Word Basic intégré à une ancienne version du logiciel Word, et peut être utilisé pour contrôler la quasi-totalité de l'IHM des *applications hôtes*, ce qui inclut la possibilité de manipuler les fonctionnalités de l'interface utilisateur comme les menus, et de personnaliser les boîtes de dialogue et les formulaires utilisateurs. Sa simplicité et sa facilité d'accès ont séduit certaines professions, notamment dans la finance.

Quand on a utilisé VBA, monsieur PESSO nous a dit que sa forme n'est pas très joli comme des autres logiciel aujourd'hui, il y a 10 ans qu'il ne change pas , je viens de savoir des raison par WIKIPEDIA, il m'a informé que depuis le 1er juillet 2007, Microsoft ne distribue plus de licences VBA à ses nouveaux clients1 car ils essayent de les remplacer par Visual Studio Tools for Applications [archive] (VSTA), un toolkit de customisation d'application basé sur la plateforme Framework .NET. De l'article de Dr eX2

Objectif

- Le comportement d'un système dont on fournit la modélisation sous forme Mathématique ou autres (chronogrammes, tableaux de valeurs…)
- Maîtriser des outils logiciels de natures différentes (logiciel de calcul formel, tableur, logiciel de simulation…).
- Ce TP est pour écrire des différentes séries de Fourier de signaux connu dans l'énoncé en utilisant du mode (Macro) développeur du logiciel Excel. Sur les signaux inconnu, on va chercher des formules à l'aide de signaux motives en Mathématica, ensuite, on va coder des programmations à correspondre des formule qu'on vient de trouver dans Mathématica, après, on va vérifier les deux résultats entre Mathématica et VBA. Les différentes c'est qu'on peut utiliser VBA à trouver beaucoup de points sur signaux Série Fourier rapidement, Quand on a besoin de calculer des grands ensembles de données, VBA est plus pratique que Mathématica, en revanche, Mathémlatica peut nous faciliter à trouver des basics formulaires.

Description de logiciel

VBA de Excel qui a un mode développeur qui permet de créer des macros. Attention, avant de l'utiliser, il faut bien fixer 'La sécurité' afin de bien fonctionner le tableau de VBA, sinon, il ne enregistre pas des code de VBA. Une macro est une façon qui peut enregistrer quelques parties et refaire certaines actions automatiquement. Cela peut nous aider à faciliter et évider des erreurs ou des problèmes non-prévus.

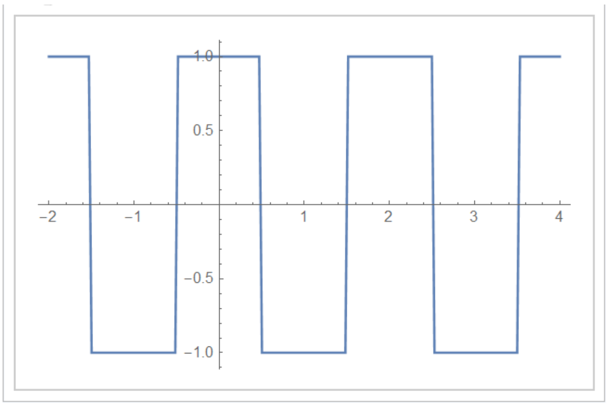
Chaque macro est gérée par programmation en utilisant des codes VBA. Par exemple, si on veut calculer des choses sur math, choisir Macro 1 ; si on veut calculer des choses sur physique, choisir Macro 2. Ce logiciel est composé par une interface graphique et d'une interface dédié à la programmation. Pour créer et modifier le code d'une macro il faut cliquer dans ' développeur' et 'visualiser le code'.

Les signaux

Tout abord, on a programmé la série de Fourier des signaux de période T=2 suivant :

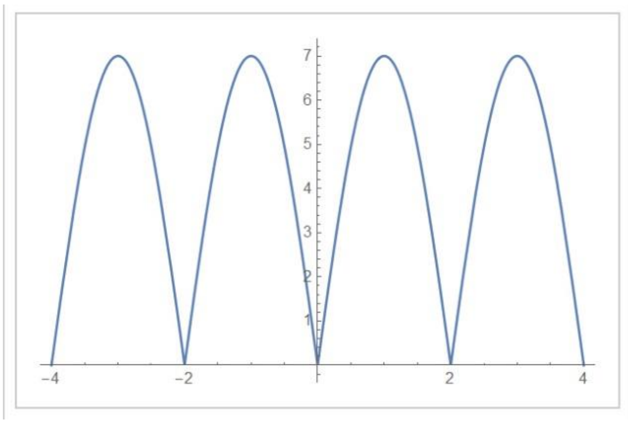
-Signal carré pair

Out[448]=



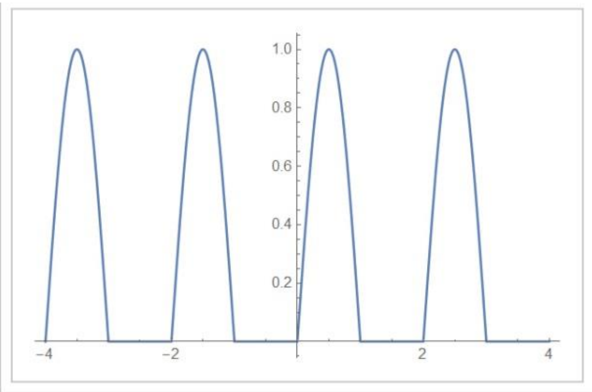
-Signal redressé double alternance pair de période

Out[456]=



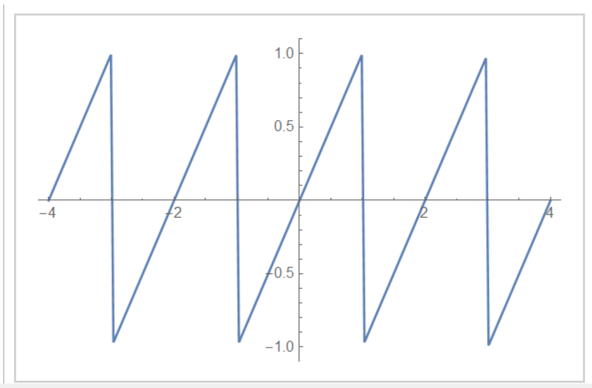
-Signal redressé mono-alternance ni pair ni impaire

Out[416]=



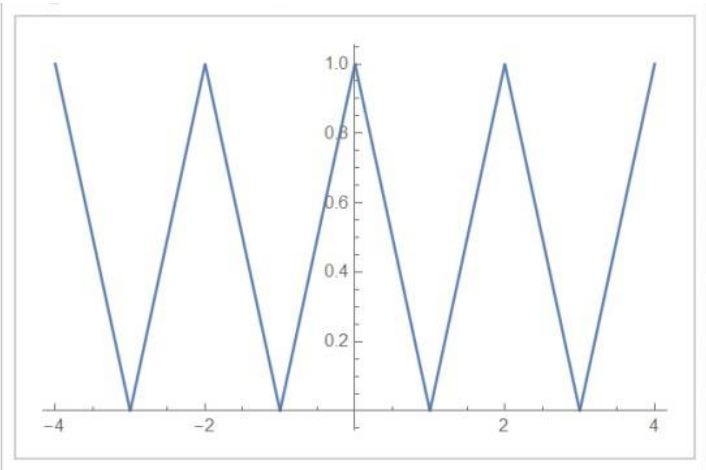
-Signal en dent de scie impair de période

Out[504]=



-Signal triangulaire pair

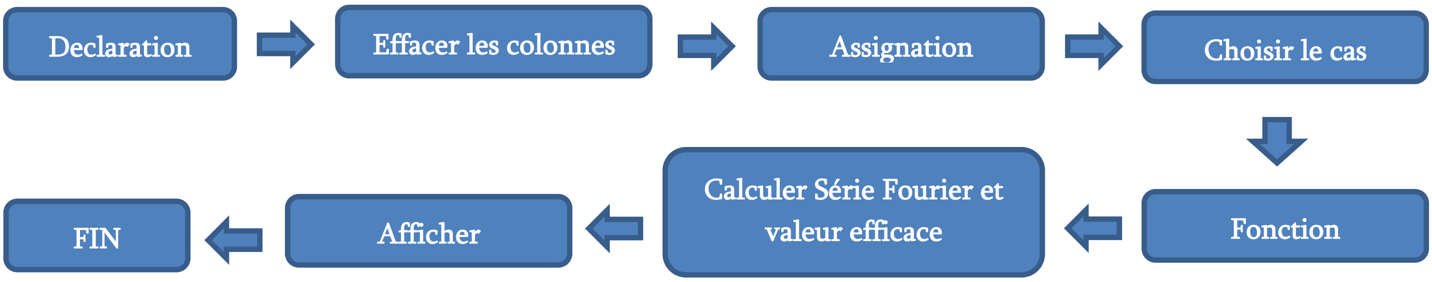
Out[406]=



Etape de travail

Dans une première partie, on crée l'interface graphique correspondre à connaître le signal qu'on veut obtenir, le nombre de points par périodes, le nombre d'harmoniques et le nombre de périodes souhaitées. Dans une deuxième partie, cette même interface on crée une macro affecté à un bouton « calculer » qui doit établir dans quatre colonnes (par exemple E, F, G, H) définis le nombre de points, la valeur en abscisse, la valeur du signal et la valeur de la série de Fourier du signal en chaque point. A la fin, on va vérifier et comparer le signal qu'on a trouvé en Mathématica.

Pour la programmation, on va faire étape par étape :



Dans la première partie on déclare des chiffres, ensuite, on efface des enceins chiffre dans Excel en utilisant notre code pour vider les cases réservées au calcul.

Dans la deuxième partie, on calcul et on utilise une structure en select case et il permet à choisir le signal dans la partie graphique et le calcul souhaitée.

Dans la troisième partie, on va trouver la formule qu'on a besoin par l'énoncé et Mathématica, les signaux à étudier on crée une fonction pour chacun signal. On va définir le signal sur une période puis on utilise le recyclage pour définir les autres périodes.

Pour les signaux qu'on ne sait pas dans l'énoncé, on utilisera le programme crée lors des travaux précédents par Mathématica qui permet de nous donner les expressions de coefficient de Fourier des signaux souhaités et leur valeur efficace. A la fin de programmation, on va comparer le graphe d'Excel et le graphe de Mathématica. Juste pour vérifier.

Mathématica

Les expressions formulaires du motif de signal, on les a vus, on va seulement remplacer dans Mathématica afin de trouver les expressions de coefficients, les valeurs des coefficients de Série Fourier et leurs valeurs efficaces.

Signal triangulaire

```
(*Paramétrage*)
T = 2;    (*Période*)
w = 2π/T;   (*Pulsation*)
Nh = 4;    (*Nombre de Harmonique*)
Np = 3;    (*Nombre de Période*)
(*Signal triangulaire est crée par la formule Heaviside*)
H[t_] := UnitStep[t] (*La définition de la fonction Heaviside*)
(*Le signal motif*)
m[t_] := (t + 1) * (H[t + 1] - H[t]) - (t - 1) * (H[t] - H[t - 1])
u[t_] := Sum[m[t - k T], {k, -Np, Np}] (*La somme de signal motif entre -Np et Np*)
(*Coefficients*)
a0 = 1/T Integrate[u[t], {t, 0, T}]      (*La valeur moyenne de signal*)
(*La formule des coefficients de a[k]*)
a[k_] := 2/T Integrate[u[t] * Cos[k w t], {t, 0, T}]
(*La formule des coefficients de b[k]*)
b[k_] := 2/T Integrate[u[t] * Sin[k w t], {t, 0, T}]
(*Fullesimplyfier des coefficients de a[k] et B[k] en utilisasnt des valeur k entier*)
FullSimplify[a[k], Element[k, Integers]]
FullSimplify[b[k], Element[k, Integers]]
(*On va calculer des différents coefficients a[k] et B[k]
  en utilisasnt des valeur variable k entre 1 et Nh *)
A = Table[a[i], {i, 1, Nh}]
B = Table[b[i], {i, 1, Nh}]
(*La formule de la Série Fourier*)
S[p_, t_] := a0 + Sum[A[[k]] Cos[k w t], {k, 1, p}] + Sum[B[[k]] Sin[k w t], {k, 1, p}]
Veff = Sqrt[1/T Integrate[(u[t])^2, {t, 0, T}]]   (*Valeur efficace*)
(*On va dessiner des graphes*)
Manipulate[Plot[{u[t], S[p, t]}, {t, -Np T, Np T}, {PlotStyle → {{RGBColor[1, 0, 0], Thickness[0.000088]}, {RGBColor[0, 0, 1], Thickness[0.000088]}}}],
 {p, 1, Nh, 1}]
```

$$\frac{1}{2}$$ (*La valeur moyenne de signal*)

$$-\frac{2\left(-1+(-1)^{k}\right)}{k^{2}\pi^{2}}$$ (*La formule de coefficiente a[k]*)

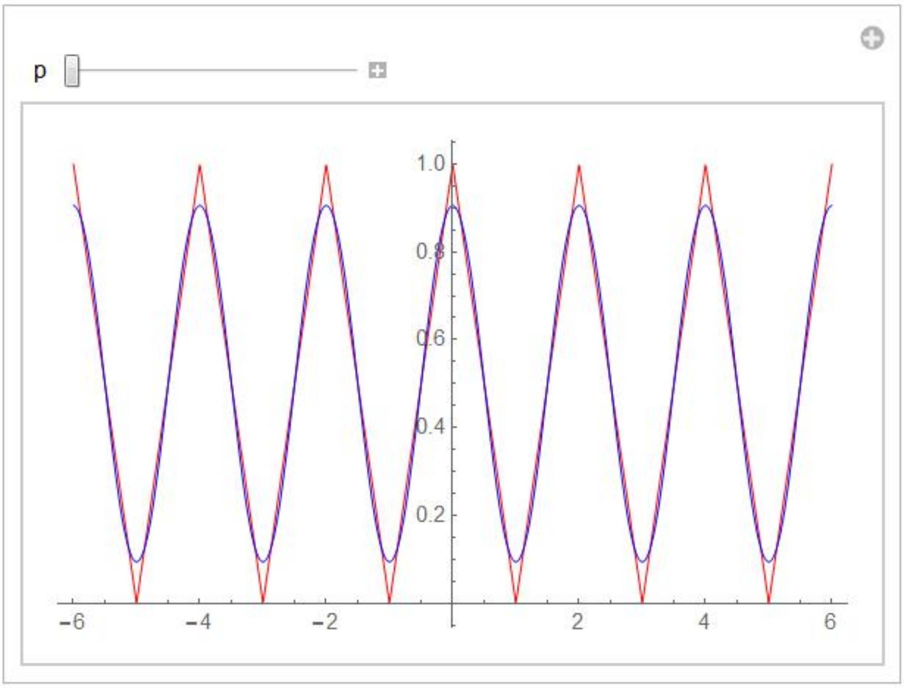
0 (*La formule de coefficiente b[k]*)

Nous obtenons les résultats :

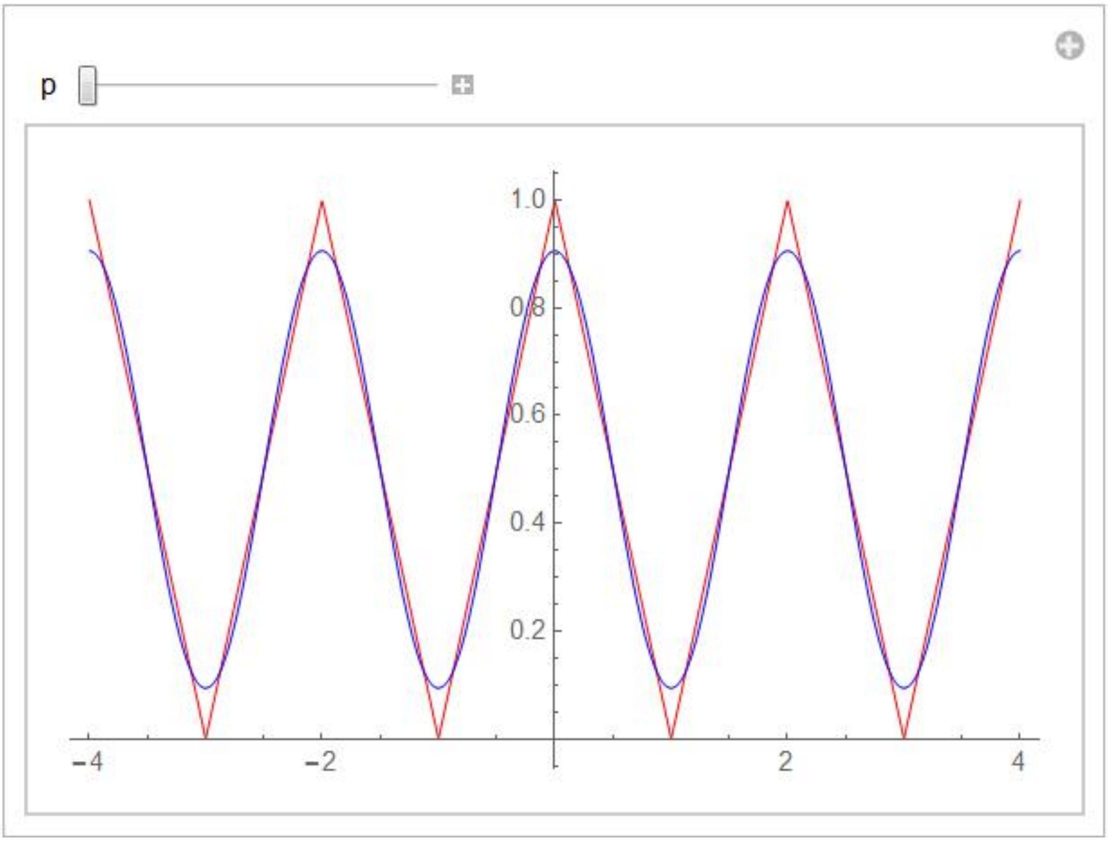
$$\left\{\frac{4}{\pi^{2}}, 0, \frac{4}{9\pi^{2}}, 0\right\}$$ (*Les valeurs de coefficiente a[k]*)

$\{0, 0, 0, 0\}$ (*Les valeurs de coefficiente b[k]*)

$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$ (*La valeur efficace de signal*)



p
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
-6
-4
-2
2
4
6



p
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
-4
-2
2
4

Explication

Le graphique confirme le motif souhaitée, on obtient bien un signal triangulaire pair de période 2.

Le signal étant pair les coefficients b_k sont nuls ce qui implique que la série de Fourier ne contient que des termes en cosinus. On remarque que les coefficients pair sont nuls ainsi la série de Fourier du signal :

D'après mathématica, nous avons : a0=1/2 et $ak = \frac{-2(-1+(-1)^k)}{k^2\pi^2} = \frac{2(1-(-1)^k)}{k^2\pi^2}$

Deux cas vont se présenter

a) K impaire $k = 2n + 1$ $\cos(k\pi) - 1 = -2$

b) K paire $k = 2n + 2$ $\cos(k\pi) - 1 = 0$

En déduire

$$\boxed{S(t) = \frac{1}{2} + \frac{4}{\pi^2}\sum_{k=0}^{k=n}[\frac{Cos((2.k+1)*\pi*t)}{(2*k+1)^2}]}$$

La formule de valeur efficace :

$$\boxed{V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{8}{\pi^4}\sum_{k=0}^{k=n}\frac{1}{(2*k+1)^4}}}$$

Signal mono-alterné

```
In[275]:= (*Paramétrage*)
T = 2;    (*Période*)
w = 2π/T;    (*Pulsation*)
Nh = 4;    (*Nombre de Harmonique*)
Np = 3;    (*Nombre de Période*)
(*Signal Redressement simple est crée par la formule Heaviside*)
H[t_] := UnitStep[t] (*La définition de la fonction Heaviside*)
(*Le signal motif*)
J[t_] := H[t] - H[t - 1]
g[t_] := Abs[Sin[Pi * t]]
m[t_] := J[t] * g[t]
u[t_] := Sum[m[t - k T], {k, -Np, Np}] (*La somme de signal motif entre -Np et Np*)
(*Coefficients*)
a0 = 1/T Integrate[u[t], {t, 0, T}]    (*La valeur moyenne de signal*)
(*La formule des coefficients de a[k]*)
a[k_] := 2/T Integrate[u[t] * Cos[k w t], {t, 0, T}]
(*La formule des coefficients de b[k]*)
b[k_] := 2/T Integrate[u[t] * Sin[k w t], {t, 0, T}]
(*Fullesimplyfier des coefficients de a[k] et B[k] en utilisasnt des valeur k entier*)
FullSimplify[b[k], Element[k, Integers]]
(*On va calculer des différents coefficients a[k] et B[k]
  en utilisasnt des valeur variable k entre 1 et Nh *)
A = Table[a[i], {i, 1, Nh}]
B = Table[b[i], {i, 1, Nh}]
(*La formule de la Série Fourier*)
S[p_, t_] := a0 + Sum[A[[k]] Cos[k w t], {k, 1, p}] + Sum[B[[k]] Sin[k w t], {k, 1, p}]
Veff = Sqrt[1/T Integrate[(u[t])^2, {t, 0, T}]]    (*Valeur efficace*)
(*On va dessiner des graphes*)
Manipulate[Plot[{u[t], S[p, t]}, {t, -Np T, Np T},
  {PlotStyle → {{RGBColor[1, 0, 0], Thickness[0.000088]}, {RGBColor[0, 0, 1], Thickness[0.000088]}}}],
 {p, 1, Nh, 1}]
```

Nous obtenons les résultats :

$\frac{1}{\pi}$ (*La valeur moyenne de signal*)

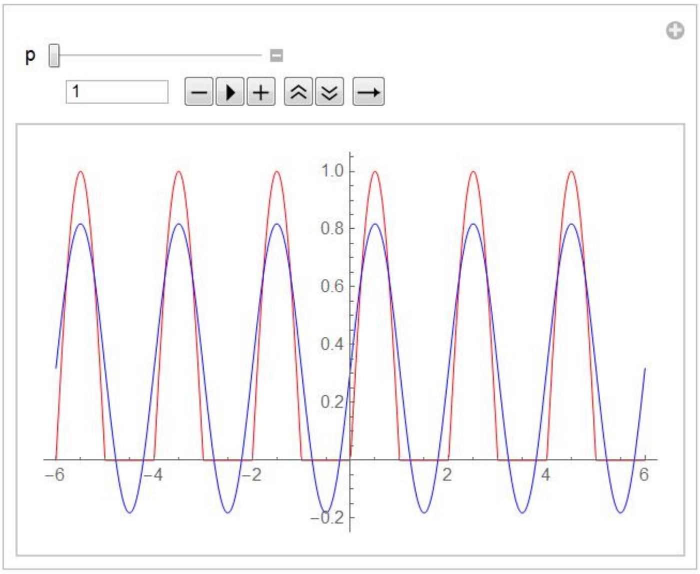
$-\frac{1+(-1)^k}{(-1+k^2)\pi}$ (*La formule de coefficiente a[k]*)

0 (*La formule de coefficiente b[k]*)

$\left\{0, -\frac{2}{3\pi}, 0, -\frac{2}{15\pi}\right\}$ (*Les valeurs de coefficiente a[k]*)

$\left\{\frac{1}{2}, 0, 0, 0\right\}$ (*Les valeurs de coefficiente b[k]*)

$\frac{1}{2}$ (*La valeur efficace de signal*)



Explication

Le graphique confirme le motif souhaitée, on obtient bien un signal mono-alternée de période 2.

On remarque que si on déplace notre signal sur la gauche d'une demi-période on obtient un signal pair. Cela nous explique le fait qu'on est un seul coefficient b_1 non nul et il est égale 1/2. La série de Fourier contient donc un terme en sinus et une infinité de terme en sinus. Mathématica nous donnez les coefficients impair des a_k qui sont nuls, puis, $a0 = 1/\pi$. On peut écrire la série de Fourier du signal :

$$\boxed{S(t) = \frac{1}{\pi} + \frac{1}{2}Sin(\pi.t) - \frac{1}{\pi}\sum_{k=2}^{k=n}[\frac{(1+(-1)^k)}{(-1+k^2)}Cos(k.\pi.t)]}$$

La formule de valeur efficace:

$$\boxed{V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2.\pi^2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{\pi^2}\sum_{k=2}^{k=n}\frac{(1+(-1)^k)^2}{(k^2-1)^2}}}$$

Programme VBA

Ci-dessous le code :

```
(Général)                                                    (Déclarations)

Option Explicit

'Sur Option Explicite,au début d'un module indique à Visual Basic que toutes les variables utilisées à l'intérieur
'de ce module devront être préalablement déclarées. Ainsi si vous vous trompez sur le nom d'une variable vous aurez
'une erreur à la compilation.

Private Sub cmdTracer_Click()                   'La déclaration
    Dim intNbHarmonique As Integer, intNbPointsPeriode As Integer, intNbPeriodes As Integer, intNbPointsTotal As Integer
    Dim i As Integer, t As Double, S As Double, k As Integer, sngPi As Double, IntSingnal As Integer, Veff As Double



    Range("E:H").Select                         'On va automatiquement effacer les colonnes chaque fois qu'on clique le boutton
    Selection.ClearContents


    sngPi = WorksheetFunction.Pi                'On donne une valeur Pi function Mathématique dans VBA
    intNbHarmonique = Range("B5").Value         'On peux choisir les valeurs de Harmonique, Pointpériode, PointTotal ect.
    intNbPointsPeriode = Range("B7").Value
    intNbPeriodes = Range("B9").Value
    intNbPointsTotal = intNbPeriodes * intNbPointsPeriode
    IntSingnal = Range("D2").Value              'Sélection des cas

    Select Case IntSingnal

    Case 1


        For i = 1 To intNbPointsTotal           'Le signal Carré


            t = (2 * i) / intNbPointsPeriode
            Range("E" & i).Value = i
            Range("F" & i).Value = t
            S = 0                               'On va calculer les Série de Fourier
            For k = 0 To intNbHarmonique
                S = S + (-1) ^ k / (2 * k + 1) * Math.Cos((2 * k + 1) * sngPi * t)
            Next

                S = (4 / sngPi) * S

                Range("H" & i).Value = u(t)
                Range("G" & i).Value = S

        Next
                Veff = 0                        'On va calculer les valeurs d'éfficace
            For k = 0 To intNbHarmonique
                Veff = Veff + 1 / ((2 * k + 1) * (2 * k + 1))
            Next

                Veff = Math.Sqr(8 / (sngPi * sngPi) * Veff)
                Range("B" & "15").Value = Veff
                Range("B" & "16").Value = 1



    Case 2


        For i = 1 To intNbPointsTotal           'Le signal triangle


            t = (2 * i) / intNbPointsPeriode
            Range("E" & i).Value = i
            Range("F" & i).Value = t
            S = 0                               'On va calculer les Série de Fourier
            For k = 1 To intNbHarmonique        'La formule qu'on peut trouver par Mathematica
                S = S + 2 * (1 - (-1) ^ k) / (k * k * sngPi * sngPi) * Math.Cos(k * sngPi * t)
            Next
```

```
        Range("H" & i).Value = x(t)
        Range("G" & i).Value = S + 0.5 'Parce que a0 est égale 1/2, on l'a donc écrit.
Next

    Veff = 0                          'On va calculer les valeurs d'éfficace
    For k = 0 To intNbHarmonique
        Veff = Veff + 1 / ((2 * k + 1) * (2 * k + 1))
    Next

        Veff = Math.Sqr(4 / ((sngPi * sngPi) ^ 2) * Veff + 1 / 4)
        Range("B" & "15").Value = Veff
        Range("B" & "16").Value = 1 / Sqr(3)



Case 3

   For i = 1 To intNbPointsTotal        'Le signal Dent de scie


       t = (2 * i) / intNbPointsPeriode
       Range("E" & i).Value = i
       Range("F" & i).Value = t
       S = 0                            'On va calculer les Série de Fourier
       For k = 1 To intNbHarmonique
           S = S + (-1) ^ (k + 1) / (k) * Math.Sin(k * sngPi * t)
       Next
       S = (2 / sngPi) * S

       Range("H" & i).Value = v(t)
       Range("G" & i).Value = S
   Next
       Veff = 0                         'On va calculer les valeurs d'éfficace
       For k = 1 To intNbHarmonique
           Veff = Veff + 1 / (k * k)
         Next
             Veff = Math.Sqr(2 / (sngPi * sngPi) * Veff)
             Range("B" & "15").Value = Veff
             Range("B" & "16").Value = 1 / Sqr(2)

 Case 4


     For i = 1 To intNbPointsTotal      'Le signal Redressement simple


         t = (2 * i) / intNbPointsPeriode
         Range("E" & i).Value = i
         S = 0                          'On va calculer les Série de Fourier
         For k = 2 To intNbHarmonique   'La formule qu'on peut trouver par Mathematica
             S = S + (1 + ((-1) ^ k)) / ((k * k) - 1) * Math.Cos(k * sngPi * t)
         Next


             S = ((-1) / sngPi) * S + ((1 / 2) * Math.Sin(sngPi * t)) + 1 / sngPi
             Range("F" & i).Value = t
             Range("H" & i).Value = y(t)
             Range("G" & i).Value = S
     Next


         Veff = 0                       'On va calculer les valeurs d'éfficace
         For k = 2 To intNbHarmonique
             Veff = Veff + 2 / ((k ^ 2 - 1) ^ 2)
         Next
             Veff = Math.Sqr(1 / (2 * ((sngPi) ^ 2)) * Veff + 1 / (sngPi * sngPi) + 1 / 8)
             Range("B" & "15").Value = Veff
             Range("B" & "16").Value = 1 / 2
```

```
Case 5

   For i = 1 To intNbPointsTotal       'Le signal Redressement double

       t = (2 * i) / intNbPointsPeriode
       Range("E" & i).Value = i
       S = 0                           'On va calculer les Série de Fourier
       For k = 1 To intNbHarmonique
           S = S + 1 / ((2 * k) ^ 2 - 1) * Math.Cos(k * sngPi * t)
       Next

           S = ((-4) / sngPi) * S
           Range("F" & i).Value = t
           Range("H" & i).Value = Abs(Sin(sngPi / 2 * t))
           Range("G" & i).Value = S + 2 / sngPi

   Next
       Veff = 0                        'On va calculer les valeurs d'éfficace
       For k = 1 To intNbHarmonique
           Veff = Veff + 1 / (((2 * k) ^ 2 - 1) * ((2 * k) ^ 2 - 1))
       Next
           Veff = Math.Sqr(8 / (sngPi * sngPi) * Veff + 4 / (sngPi * sngPi))
           Range("B" & "15").Value = Veff
           Range("B" & "16").Value = 1 / Sqr(2)

 End Select

End Sub
```

```
Private Function u(t As Double) As Double  'Le signal Carré
    If t >= 0 And t < 0.5 Then             'Définition sur une période [0,2]
       u = 1
    ElseIf t >= 0.5 And t < 1.5 Then
       u = -1
    ElseIf t >= 1.5 And t < 2 Then
       u = 1
    ElseIf t >= 2 Then                     'Définition en dehors de l'intervalle choisi par récursivité
       u = u(t - 2)
    ElseIf t < 0 Then
       u = u(t + 2)
    End If

End Function
```

```
Private Function v(t As Double) As Double   'Le signal Dent de scie
    If t >= 0 And t < 1 Then                'Définition sur une période [0,2]
       v = t
    ElseIf t = 1 Then
       v = -1
    ElseIf t > 1 And t < 2 Then
       v = t - 2
    ElseIf t >= 2 Then                      'Définition en dehors de l'intervalle choisi par récursivité
       v = v(t - 2)
    ElseIf t < 0 Then
       v = v(t + 2)
    End If

End Function
```

```
Private Function u(t As Double) As Double   'Le signal Carré
    If t >= 0 And t < 0.5 Then              'Définition sur une période [0,2]
        u = 1
    ElseIf t >= 0.5 And t < 1.5 Then
        u = -1
    ElseIf t >= 1.5 And t < 2 Then
        u = 1
    ElseIf t >= 2 Then                      'Définition en dehors de l'intervalle choisi par récursivité
        u = u(t - 2)
    ElseIf t < 0 Then
        u = u(t + 2)
    End If

End Function
```

```
Private Function v(t As Double) As Double    'Le signal Dent de scie
    If t >= 0 And t < 1 Then                 'Définition sur une période [0,2]
        v = t
    ElseIf t = 1 Then
        v = -1
    ElseIf t > 1 And t < 2 Then
        v = t - 2
    ElseIf t >= 2 Then                       'Définition en dehors de l'intervalle choisi par récursivité
        v = v(t - 2)
    ElseIf t < 0 Then
        v = v(t + 2)
    End If

End Function
```

```
Private Function x(t As Double) As Double   'Le signal triangle
    If t >= 0 And t < 1 Then                'Définition sur une période [0,2]
        x = 1 - t
    ElseIf t > 1 And t < 2 Then
        x = t - 1
    ElseIf t >= 2 Then                      'Définition en dehors de l'intervalle choisi par récursivité
        x = x(t - 2)
    ElseIf t < 0 Then
        x = x(t + 2)
    End If

End Function
```

```
Private Function y(t As Double) As Double
Dim sngPi As Double                           'Le signal Redressement simple
sngPi = WorksheetFunction.Pi

    If t >= 0 And t < 1 Then                  'Définition sur une période [0,2]
        y = Math.Sin(sngPi * t)
    ElseIf t >= 1 And t < 2 Then
        y = 0
    ElseIf t >= 2 Then                        'Définition en dehors de l'intervalle choisi par récursivité
        y = y(t - 2)
    ElseIf t < 0 Then
        y = y(t + 2)
    End If

End Function
```

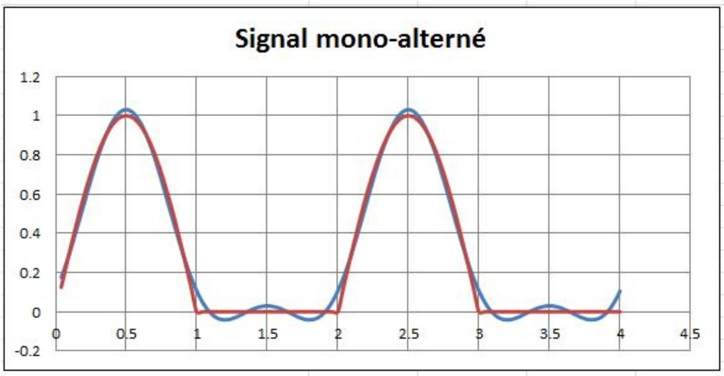
Les définitions des fonctions sont assez simples à trouver, nous ne les prouverons pas.

Les valeurs efficaces exactes ont été trouvées avec Mathématica.

Sortie Excel du signal mono-alterné

On va obtenir les résultats suivant :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	PARAMETRE				1	0.04	0.175436772	0.125333234	
2		redressement simple		4	2	0.08	0.256696777	0.248689887	
3	Genre				3	0.12	0.347680215	0.368124553	
4					4	0.16	0.445480746	0.481753674	
5	Nombre d'harmoniques	3			5	0.2	0.546627069	0.587785252	
6					6	0.24	0.647258877	0.684547106	
7	Nombre de points par périodes	50			7	0.28	0.743330058	0.770513243	
8					8	0.32	0.830827021	0.844327926	
9	Nombre de périodes	2			9	0.36	0.905988984	0.904827052	
10					10	0.4	0.965516883	0.951056516	
11					11	0.44	1.00675821	0.982287251	
12		Tracer			12	0.48	1.027856529	0.998026728	
13					13	0.52	1.027856529	0.998026728	
14					14	0.56	1.00675821	0.982287251	
15	Valeur efficace approchée	0.48904216			15	0.6	0.965516883	0.951056516	
16	Valeur efficace exact	0.5			16	0.64	0.905988984	0.904827052	
17					17	0.68	0.830827021	0.844327926	

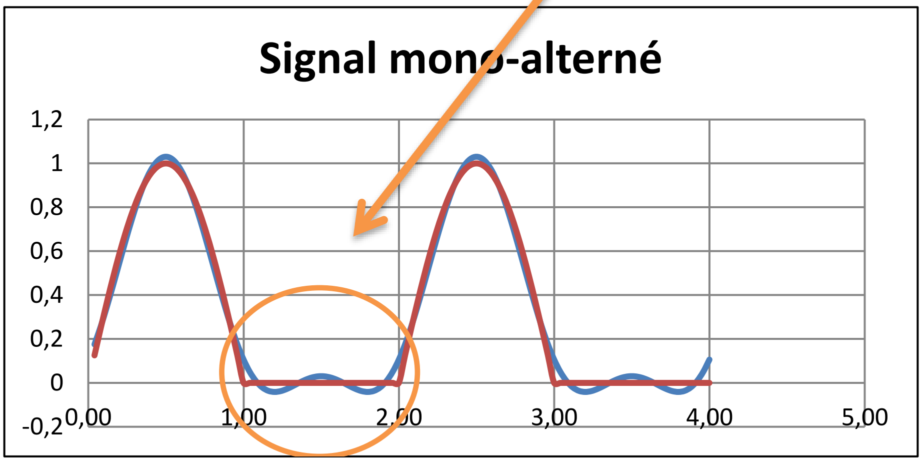


18	0.72	0.743330058	0.770513243
19	0.76	0.647258877	0.684547106
20	0.8	0.546627069	0.587785252
21	0.84	0.445480746	0.481753674
22	0.88	0.347680215	0.368124553
23	0.92	0.256696777	0.248689887
24	0.96	0.175436772	0.125333234
25	1	0.106103295	0
26	1.04	0.050103539	0
27	1.08	0.00800689	0
28	1.12	-0.020444337	0
29	1.16	-0.036272928	0
30	1.2	-0.041158183	0
31	1.24	-0.037288229	0
32	1.28	-0.027183185	0
33	1.32	-0.013500905	0
34	1.36	0.001161932	0
35	1.4	0.014460366	0
36	1.44	0.024470959	0
37	1.48	0.0298298	0
38	1.52	0.0298298	0
39	1.56	0.024470959	0
40	1.6	0.014460366	0
41	1.64	0.001161932	0
42	1.68	-0.013500905	0
43	1.72	-0.027183185	0
44	1.76	-0.037288229	0

Explication

Le signal de mono-alterné est la couleur rouge et sa série de Fourier est en bleue.

Le signal de mono-alterné dans l'interface graphique est numéro 4 et choisis la case à calculer. Le graphiquement qu'on a 2 périodes et 3 harmoniques (l'énoncé nous a demandé). Le nombre d'harmonique est clair sous la forme de « bosses » sur une demi-période.



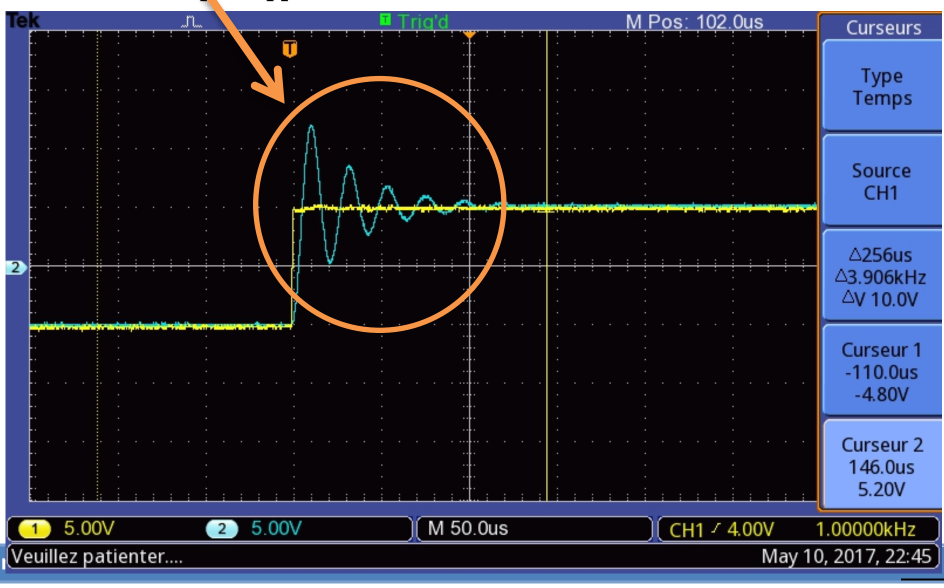
Le graphique est composé par la fonction des valeurs des colonnes E, F, G, H ce qui nous aide à prouver et chercher des résultats qu'on veut

La valeur efficace exacte calculée avec Mathématica est 0.5 (Dans l'image de page 9). La valeur approchée calculée par notre programme VBA est de 0.489(Dans l'image de page15). Le résultat est tangent à ce qu'on a recherché et confirmé la bonne élaboration de notre boucle pour calcule de la valeur efficace.

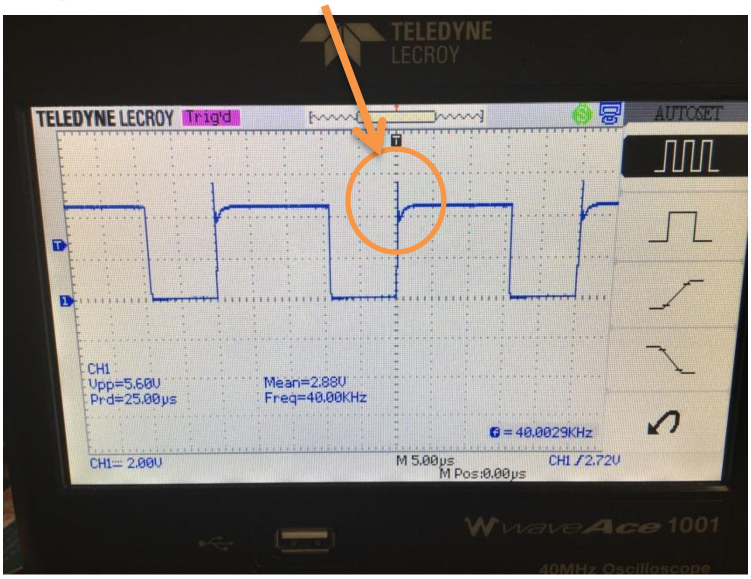
Phénomène de GIBBS

Sur le phénomène de GIBBS, je n'ai pas bien expliqué dans le compte rendu de TP3 (Sérier Fourier sous Mathématica), du coup, je vais vous réexpliquer le phénomène de GIBBS.

Le phénomène de GIBBS qui existe aussi dans les domaines électroniques. Par exemple, je viens de finir un TP de SE qui s'appelle 'Le second ordre'.



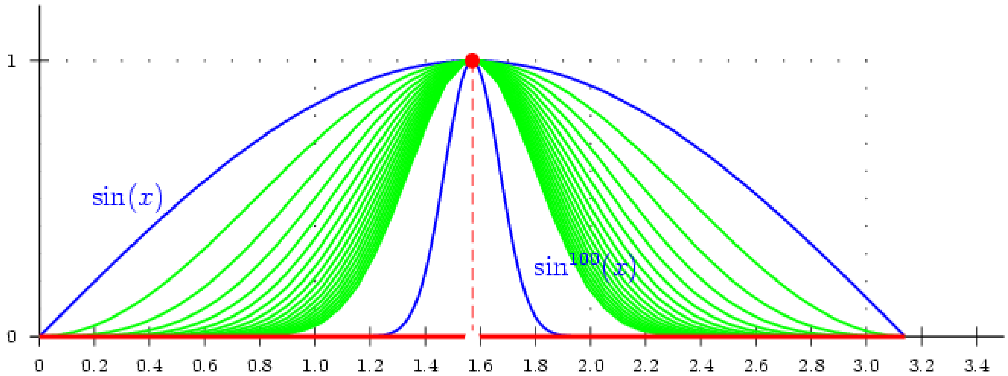
Dans la cour de ER aussi, monsieur Jean Marie MESLIER nous a dit : à cause de la qualité de composants, il y a des phénomènes de GIBBS :



Le phénomène de Gibbs est, en quelque sorte, un « défaut d'approximation » pour une fonction <u>ne continue pas totalement</u> de classe C1 par morceaux. Pour une telle fonction f, le théorème de Dirichlet assure que la série de Fourier de f **converge simplement** (l'explication dans remarque) vers la fonction f sur l'intervalle où f est C1 par morceaux. En tout point x de continuité la somme de la série de Fourier est $f(x)$.

(**Remarque :** En mathématiques, **la convergence simple** ou ponctuelle est une notion de convergence dans un espace fonctionnel, c'est-à-dire dans un ensemble de fonctions entre deux espaces topologiques. C'est une définition peu exigeante : elle est plus facile à établir que d'autres formes de convergence, notamment la convergence uniforme et le passage à la limite possède donc moins de propriétés : une suite de fonctions continues peut ainsi converger simplement vers une fonction qui ne l'est pas.)

Par exemple : les fonctions continues en vert $fn(x) = sinn(x)$ convergent simplement vers la fonction discontinue en rouge.



---Par Wikipédia.

Source vient de : https://fr.wikipedia.org/wiki/Convergence_simple

Dans les intervalles de continuité (il y a aussi des discontinuités), on trouve des problèmes : chaque nouveau terme ont été pris en compte rapproche point par point, la série de la fonction de initialement. En d'autres termes, la série converge uniformément.

Par contre, dans les points de discontinuité, cette convergence est évidemment impossible ; la valeur de la série en 2 (quand T = 2) ne peut pas converger à la fois vers 1 et -1. Elle converge vers la moyenne de ces deux valeurs (ils sont égales zéro).

Nous remarquons que le premier terme de la série de Fourier de la fonction onde carrée est plus haut que la fonction elle-même. Quand on utilise d'autres termes à la série, la partie qui va dépasser la fonction et s'approcher des discontinuités. Ce n'est pas seulement que cet excédent ne disparaît jamais, mais il se diminue peu : il demeure égal à environ un dixième du saut de la fonction.

Ce phénomène s'appelle phénomène de Gibbs. Cependant, la série possède l'information de la fonction et les mathématiciens affirme qu'elle converge simplement : en chaque point la série converge vers la fonction, mais elle ne tend pas vers tous les points de la fonction en même temps.

Conclusion

Ce TP nous a permis de familiariser avec la programmation sous Excel Visual Basic ainsi que sous Mathématica , puis nous avons compris la simplicité des méthodes à appliquer concernant les macros. On a aussi pu voir la relation entre différents logiciels notamment Mathématica, Excel et leur complémentarité. Enfin l'établissement des séries de Fourier de signaux « faisables » d'après Dirichlet n'a plus de secret pour nous étant donné que nous possédons deux programmes permettant le calcul et l'affichage de ces derniers.

Ce TP est le plus compliqué programmation cette année, il est aussi le dernière TP d'OL avec monsieur PESSO, cette année, nous avons appris des programmations de Visual Basic, du mathématique et d'outil logiciel avec lui, ce TP nous a enseigné des compétences de polyvalences sue les logiciels de Mathématica et Excel Visual Basic, cela nous informe aussi qu'il devrait avoir des compétences mathématiques et programmation en utilisant des logiciels comme un ingénieur électronique. Principalement, cela nous prédire à l'aide d'un outil logiciel le comportement d'un système dont on fournit la modélisation sous forme Mathématique ou autres (chronogrammes, tableaux de valeurs…) et Maîtriser des outils logiciels de natures différentes (logiciel de calcul formel, tableur, logiciel de simulation…).