**Corrigé Contrôle**

**Exercice 1 : (7 points)**

Soit le signal ECG, Electrocardiogramme,

donné par la figure ci-contre:

1. En annulant les ondes de faible amplitude (< 1mV),

représenter le signal ECG à nouveau.

1. Quel est le signal qui peut modéliser le signal ECG

représenté?

1. Notons x(t), le signal de modélisation :
2. Donner la représentation temporelle du signal x(t).
3. Donner les classifications ; phénoménologique et énergétique (sans faire de calcul) du signal x(t).
4. Calculer la Transformée de Fourier (T.F) de x(t) ; et donner la représentation fréquentielle correspondante X(f).

*Indication : L’expression de la T.F d’un signal périodisé est donnée par:*

*X(f) = Avec*

**Réponse :**

1. **Représentation du signal ECG après avoir annulé les ondes de faible amplitude (< 1mV)**

****

t

* 

t

 **Figure 1 Figure 2**

D’après les figures issue de la question 1, le signal qui peut modéliser celle-ci est :

Peigne de Dirac δT0(t). (Figure 1)

Signal triangulaire périodisé (Figure 2)

1. **a. Représentation de x(t) = δT0(t) et x(t) =**

 **x(t)**

 **θ T0 t**

…..

……

……

 -2T0 -T0 0 T0 2T0 t

………

 **b. Classification phénoménologique et énergétique de xθ(t)**

 Signal déterministe, périodique (périodisé) à support non borné à Puissance moyenne finie (Px < ∞)

 **c. Calcul de X(f) et représentation fréquentielle**

x(t) étant un signal périodisé ;

avec Xθ(nf0) = Xθ(f)│f=nf0

xθ(t)= δ(t) ; soit Xθ(f) =1 ; (Figure 1) xθ(t)= Triθ(t) ; soit Xθ(f) = θ Sinc2(f θ);



 -2f0 -f0 0 f0  2f0

……………

…………

 f 0

f

  f

**Exercice 2 : (6 points)**

1. ***Calcul de x1(t)\*x2(t)***

 x1(t)

 x2(t)

 1

 0 1 t 0 2 t

***Note****: N’oubliez pas de représenter graphiquement les étapes de calcul*

*Indication : x1(t) \* x2(t) = x2(t) \* x1(t) (le produit de convolution est commutatif)*

***Intervalle de t : 0 ≤ t < 3***

1. ***0 ≤ t < 1 2. 1 ≤ t < 2 3. 2 ≤ t < 3***

 -2 0 t 1 τ 0 1 t 2 τ 0 1 2 t 3 τ

 **2 2**

 **2t -2t+6**

 0 1 2 3 t

**Exercice 3 : (7 points)**

Soit le signal x(t) = cos(200πt) + 2cos(320πt).

1. Trouver la fréquence maximale de x(t).
2. Calculer la fréquence de Nyquist fN.
3. Quelle est la condition de Shannon appliquée au signal x(t) pour l’échantillonner ?
4. Tracer le spectre X(f) de x(t), sachant que TF [cos(2πf0t)] = [δ(f – f0) + δ(f + f0)].
5. Ce signal est échantillonné idéalement à la fréquence fe = 500Hz.
6. La valeur fe = 500Hz est-il un choix adéquat ? Justifier votre réponse.
7. Calculer et tracer Xei(f). Que peut-on en conclure

*Indication : a1x1(t)+a2x2(t ) a1X1(f)+a2X2(f ) (Propriété de linéarité)*

x(t) = cos(200πt) + 2cos(320πt).

1. **Fréquence maximale de x(t).**

f01 = 100Hz

f02 = 160Hz fmax = f02 = 160Hz

1. **Calcul de la fréquence de Nyquist ou d’échantillonnage fN.**

fN = 2fmax=2.160 = 320Hz

1. Condition de Shannon

fe ≥ 2fmax

1. Tracé de X(f)

 Soit

 X(f)

 -160 -100 100 160 f

1. Ce signal est échantillonné idéalement à la fréquence fe = 500Hz.
2. **Modélisation mathématique :**

xei(t) = x(t) . δTe(t),

1. La valeur fe = 500Hz est un choix adéquat ; fe = 500 > 320 = 2fmax (théorème de Shannon respecté)
2. ***Calcul et tracé de Xei(f)***

Xei(f)

**..... …..**

 -760 -600 - 500 -400 -340-160 -100 100 160 340 400 500 600 760 f

***Conclusion :*** Le bon choix de la fréquence d’échantillonnage fe > 2fmax, théorème de Shannon respecté, ne donne pas de repliement spectral ce qui nous permet de récupérer le signal