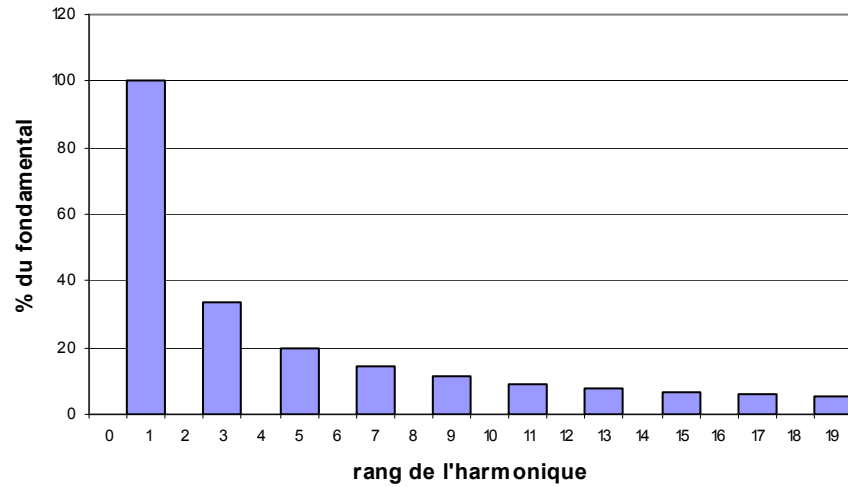


TD Harmoniques

Exercice 1 : On s'intéresse à 4 signaux dont les spectres sont représentés ci-dessous :

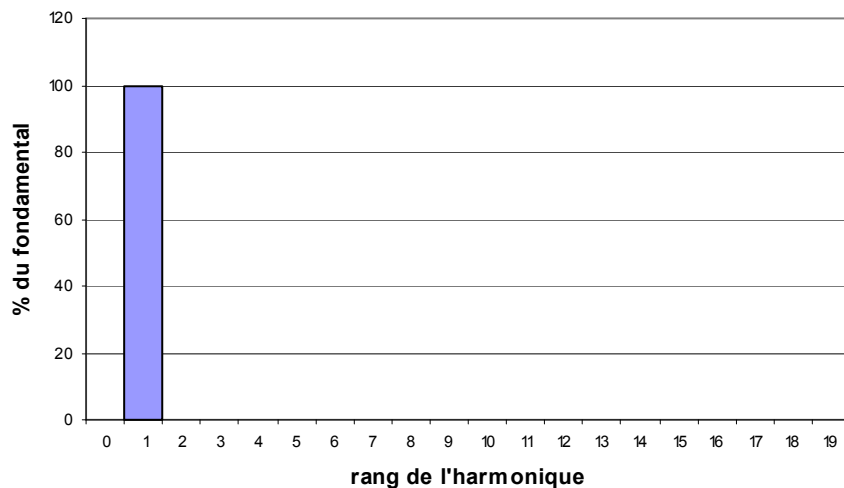
Spectre n°1

Spectre de fréquences



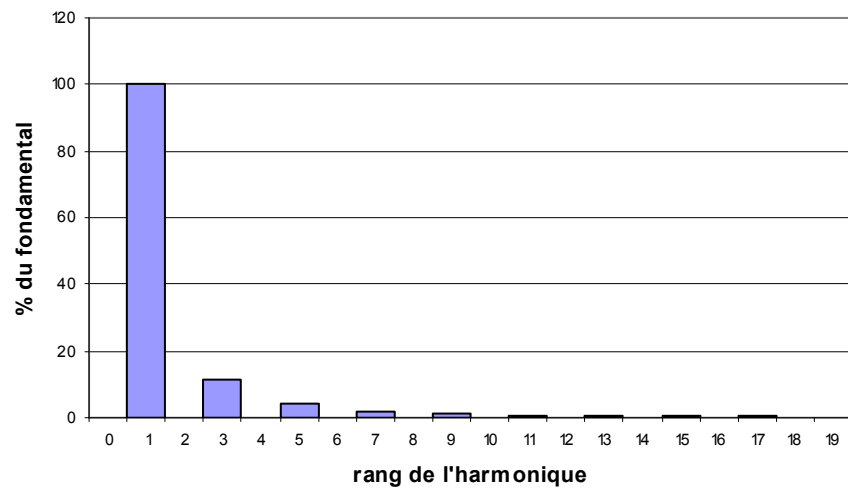
Spectre n°2

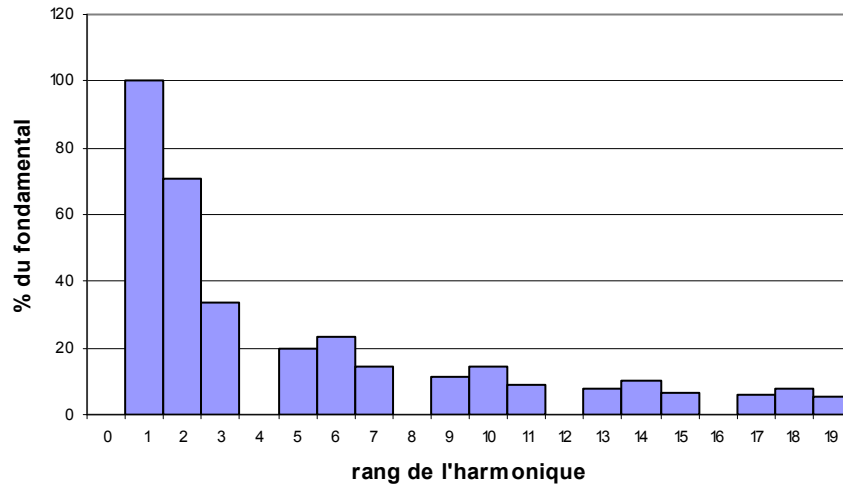
Spectre de fréquences



Spectre n°3

Spectre de fréquences





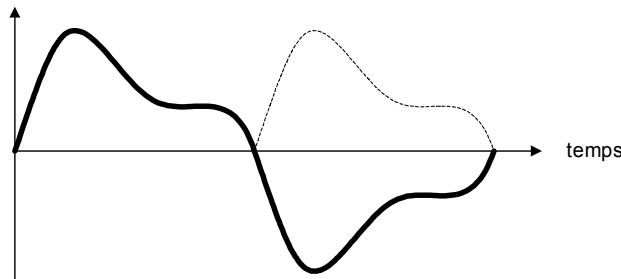
1.1. Compléter le tableau :

Forme d'onde	Spectre n°
sinusoïdale	
triangulaire symétrique	
rectangulaire symétrique ($\alpha = 50\%$)	
rectangulaire non symétrique ($\alpha = 25\%$)	

1.2. Symétrie de glissement

On parle de symétrie de glissement quand : $v\left(t + \frac{T}{2}\right) = -v(t)$

Exemple de symétrie de glissement :



Compléter le tableau :

Forme d'onde	Symétrie de glissement ?	Présence d'harmoniques de rang pair ?
sinusoïdale		
triangulaire symétrique		
rectangulaire symétrique ($\alpha = 50\%$)		
rectangulaire non symétrique ($\alpha \neq 50\%$)		

Conclusion : Quand la forme d'onde possède une symétrie de glissement, le spectre ne contient pas d'harmonique de rang

1.3. Taux de distorsion harmonique

Par définition, le taux de distorsion harmonique (ou THD) est :

$$\text{THD} = \frac{\text{valeur efficace des harmoniques de rang } \geq 2}{\text{valeur efficace du fondamental}}$$

Pour une tension : $\text{THD} = \frac{V_{\text{HM}}}{V_1}$ (sans unité)

V_1 est la valeur efficace du fondamental (harmonique de rang 1).

V_{HM} est la valeur efficace de la « tension harmonique ».

On admet que : $V_{\text{HM}} = \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2} = \sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots}$

et : $V^2 = \langle v \rangle^2 + V_1^2 + V_{\text{HM}}^2$ (V : valeur efficace « totale » de la tension)

On a donc :

$$\text{THD} = \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{V_n}{V_1} \right)^2}$$

Pour les signaux précédents, on admet que :

Forme d'onde	THD (%)
sinusoïdale	0
triangulaire symétrique	12,1
rectangulaire symétrique ($\alpha = 50\%$)	48,3
rectangulaire non symétrique ($\alpha = 25\%$)	92,2

En conclusion : un signal sinusoïdal possède un THD
(pas de distorsion car il n'y a pas d'harmonique de rang).

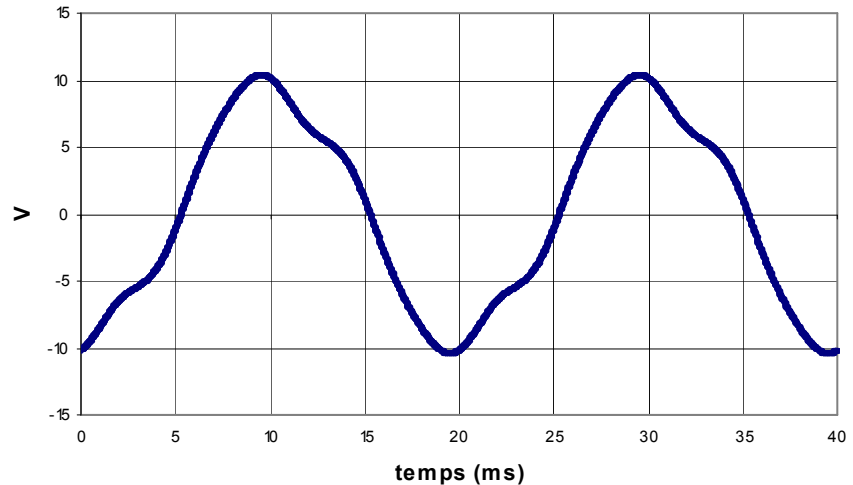
Plus le THD d'un signal est grand, plus l'importance des harmoniques de rang ≥ 2
est, et plus la forme du signal s'éloigne de la forme

Le THD d'un signal triangulaire est plus
que le THD d'un signal rectangulaire car

Exercice 2

Chronogramme $v(t)$

Soit la tension :



La composition harmonique de cette tension est la suivante :

Rang de l'harmonique n	Valeur efficace V_n (V)
1	6,9
3	0,76
5	0,28

2.1. Justifier l'absence des harmoniques de rang pair.

2.2. Mesurer la période et la fréquence de la tension.

2.3. En déduire la fréquence du fondamental.

2.4. Compléter le tableau :

Rang de l'harmonique n	Fréquence de l'harmonique (Hz)	Valeur efficace V_n (V)	Valeur efficace (en % du fondamental)
1		6,9	
3		0,76	
5		0,28	

2.5. Calculer le THD (en %).

2.6. Dessiner le spectre.