

Les HARMONIQUES

S0.5

BAC PRO ELEEC

Date :

Nom :

Ressources : Harmoniques Excel ; système variateur ; système éclairage, Mesureur harmoniques

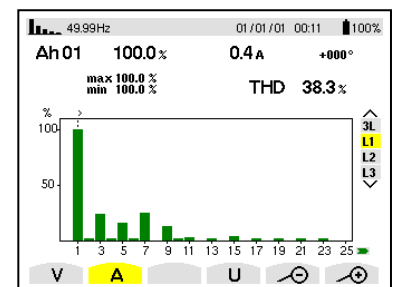
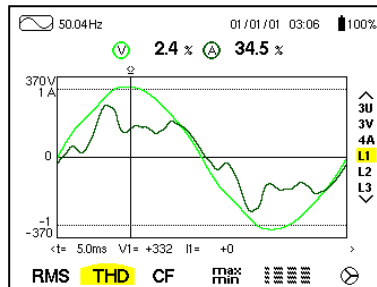
Prérequis :	capacités :	Fonction :	Tâche :
Cours modulation énergie. Réseaux mono et triphasé	C2-9 Vérifier	F3 Mise en service	T3.1 effectuer les essais
Connaissances (Notions et concepts)		F4 Maintenance	T4.5 remettre en état
- Perturbation des réseaux de distribution électrique par des récepteurs générateurs d'harmoniques.			
Limites de connaissances (Exigences)	Temps cl/gr (h)	Dom/niv	Commentaire –Repère pour la formation
- Relevé de spectres mettant en évidence les harmoniques générées par des récepteurs perturbateurs notamment dans le neutre en réseau triphasé. * Récepteurs alimentés par des convertisseurs électroniques. * Appareils d'éclairage.	1 / 2	TC / 1	Se limiter à la mise en évidence des phénomènes, particulièrement dans le neutre en réseau triphasé

Conversion de signaux et modulation de l'énergie : Les perturbations harmoniques

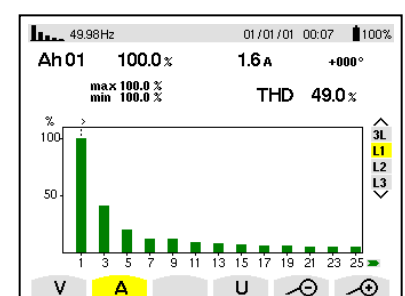
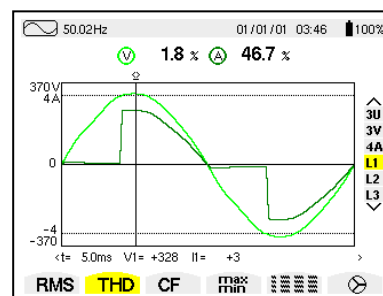
I. ETAT DES LIEUX :

De nombreux récepteurs, et modulateurs d'énergie, absorbent un courant qui n'est pas sinusoïdal. Les formes de courant et, par effet d'impédance de liaison, les formes des tensions peuvent être très différentes de l'origine, tout en restant périodiques.

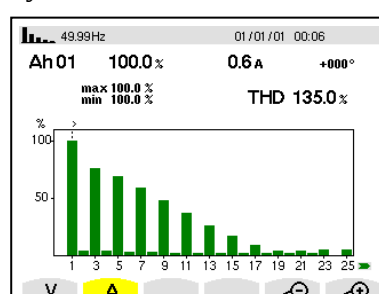
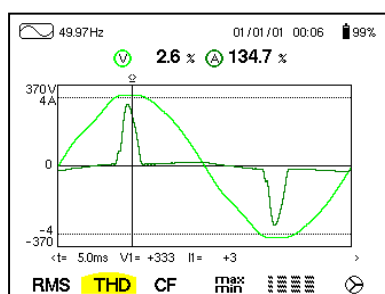
Ex 1 : Pour un tube fluorescent :

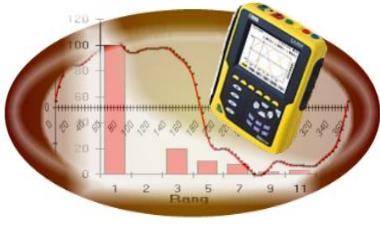


Ex 2 Pour un gradateur à angle de phase (variation lumineuse)



Ex 3 Pour un variateur de vitesse Moteur asynchrone





Les HARMONIQUES

S0.5

BAC PRO ELEEC

Date :

Nom :

II. EFFETS PRODUITS PAR CES DEFORMATIONS

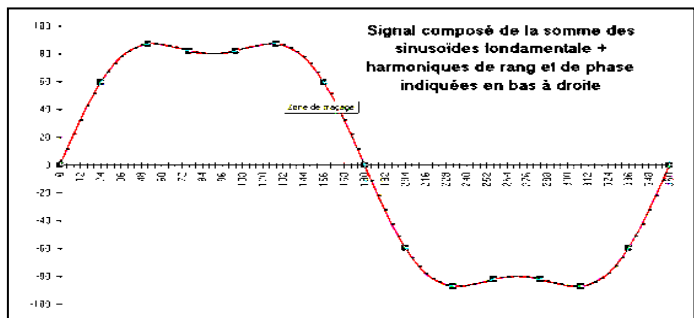
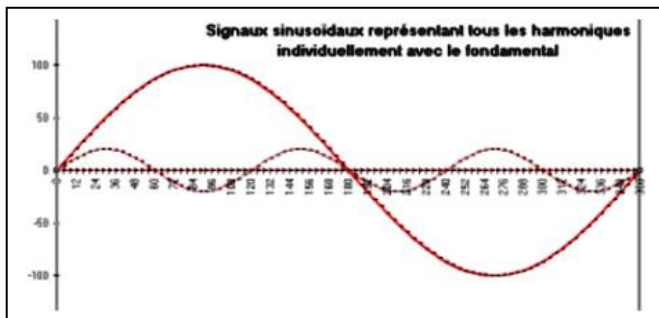
- Risque de déclenchement intempestifs à cause de la fragilité de l'électronique (voir susceptance d'un équipement chapitre CEM).
- Risque d'interférences avec des signaux de commandes véhiculés par le réseau électrique (signaux gestion EDF 175Hz ~10v, commandes courants porteurs CPL et même les réseaux type ethernet par courant porteurs voir chapitre communication)
- Danger de surcharge dans le neutre même en cas d'équilibre apparent des réseaux, échauffement, incendie.

III. EXPLICATIONS :

Un physicien nommé Fourier démontra il y à quelque temps que tout signal périodique peut se décomposer une somme de signaux sinusoïdaux plus une composante continue.

Le signal de plus basse fréquence s'appelle le fondamental, les signaux « additionnés » sont des multiples de la fréquence de base. On les appelle des Harmoniques il peuvent être en « phase » ou déphasés, et d'amplitude très différente (plus petite en général).

Exemple sur un signal simple :



Approche de la reconstitution des signaux relevés précédemment (excel).

Les harmoniques seront des multiples entiers de la fréquence du fondamental on les caractérisera par ce nombre multiple que l'on appelle rang, par l'amplitude et du déphasage qu'ils auront par rapport au fondamental.

Application : Rappel , soit l'expression d'un signal sinusoïdal

$$u = \hat{U} \sin(\omega t + \varphi)$$

Avec :

- u : valeur instantanée du signal.
- $\hat{U}$: valeur crête
- ω : pulsation en radians par seconde = $2\pi f$.
- t : fonction du temps
- φ : angle de déphasage en radians.

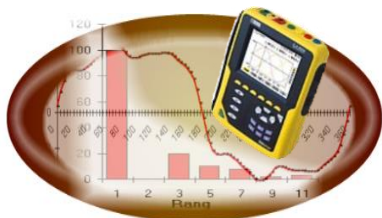
On va tracer le signal composé d'une fondamentale , d'une harmonique de rang 3 avec une amplitude de 20% de la fondamentale et d'une harmonique de rang 5 d'amplitude 15% sans déphasages.

On prendra $\hat{U} = 1 \text{ V}$ et $\varphi = 0$;

Taper sur le clavier d'une calculatrice graphique.

$$Y = \sin X + 0,2 \sin (3X) + 0,15 \sin (5X)$$





Les HARMONIQUES

S0.5

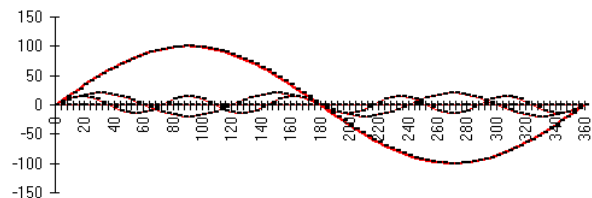
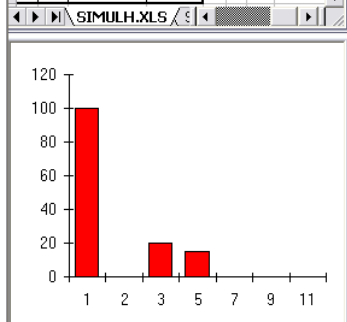
BAC PRO ELEEC

Date :

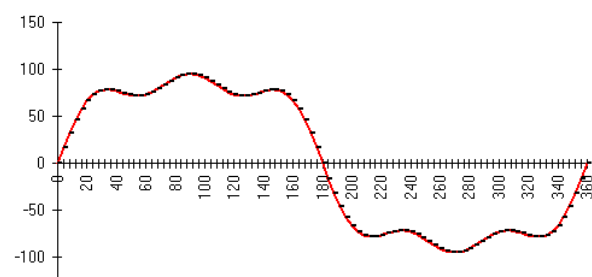
Nom :

Résultat de l'exemple

	Amplitu.	Phase
H 1	100	
H 2	0	0
H 3	20	0
H 5	15	0
H 7	0	0
H 9	0	0
H 11	0	0

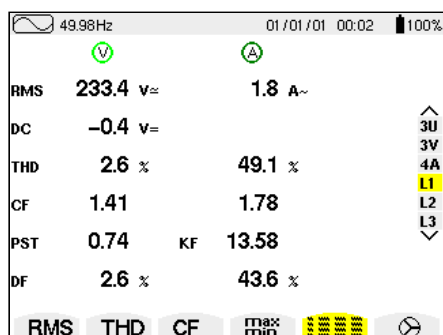


SIMULH.XLS / Signal / Décomposition / Superposition / Fondamental

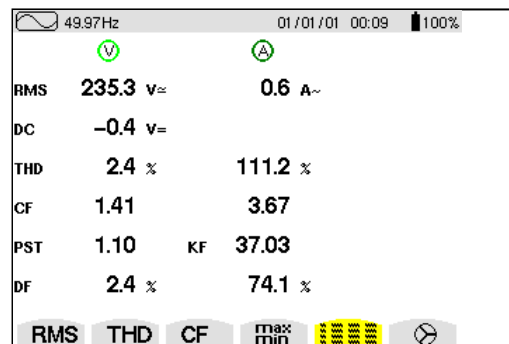


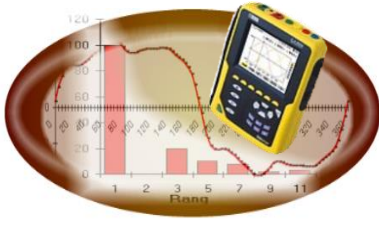
IV. CARACTERISTIQUE DES SIGNAUX RELEVES :

a) Variation d'éclairage :



b) Variation de vitesse :





Les HARMONIQUES

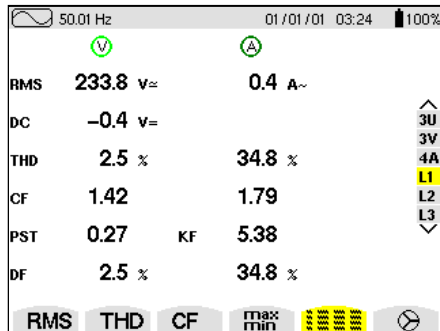
S0.5

BAC PRO ELEEC

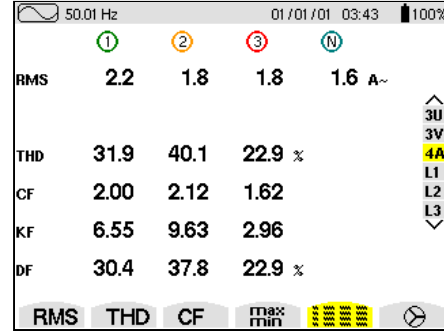
Date :

Nom :

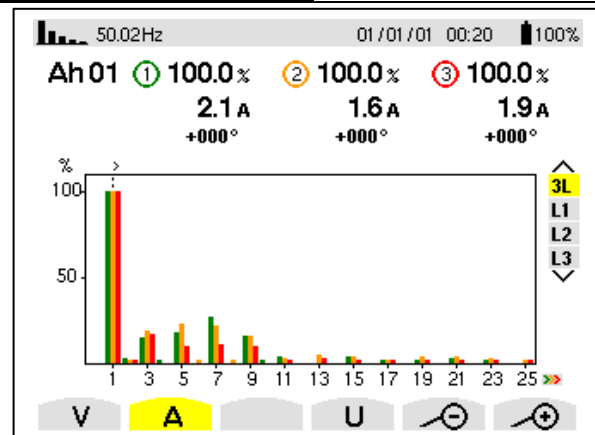
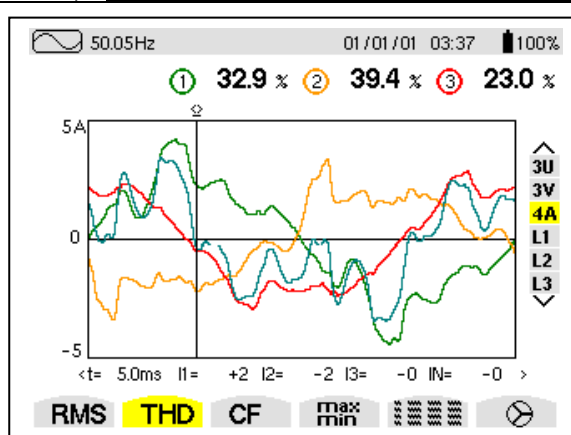
c) Tubes fluorescents :



d) lampes à décharge (appareusement équilibré)



e) Lampes à décharge en triphasé apparement équilibré



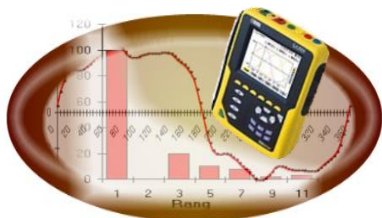
V. QUE DIT LA NORME

La caractéristique d'un signal harmonique est le taux harmonique de distorsion THD ou TDH. C'est le rapport entre la valeur efficace des harmoniques et la valeur efficace du fondamental, (dans la norme DIN ce sera la valeur efficace totale).

$$TDH (\%) = 100 \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=\infty} (Y_n)^2}}{Y_1}$$

Valeur maxi des harmoniques (en % du fondamental) suivant les classes considérées. Le taux harmonique de distorsion global (THD) ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans la dernière ligne du tableau.





Les HARMONIQUES

S0.5

BAC PRO ELEEC

Date :

Nom :

Rang de l'harmonique	Classe 1 (matériels et systèmes sensibles)	Classe 2 (réseaux publics et industriels)	Classe 3 (pour le raccordement des gros pollueurs)
2	2	2	3
3	3	5	6
4	1	1	1,5
5	3	6	8
6	0,5	0,5	1
7	3	5	7
8	0,5	0,5	1
9	1,5	1,5	2,5
10	0,5	0,5	1
11	3	3,5	5
12	0,2	0,2	1
13	3	3	4,5
TDH	5%	8%	10%

VI. SOLU

TIONS :

abaisser les impédances harmoniques :

Utilisation de transformateurs de séparation.....

filtres passifs

Différents filtres : self anti-harmonique ,shunt résonnant, l'objectif étant de bloquer les perturbation, de les évacuer à la terre....

filtres actifs :

Le filtre actif sera capable de s'adapter aux fréquences des harmoniques présentes et à leur amplitude, pour les fournir au réseau.

agir sur la structure de l'installation

On pourra alimenter les récepteurs sensibles et ou pollueurs à travers des transformateurs ayant un couplage triangle au primaire ou étoile sans neutre (pas de neutre donc disparition harmonique de rang 3..) Le couplage étoile sans neutre et zigzag en sortie convient très bien.

confiner les harmoniques :

Empêcher les harmoniques de se propager.

lisser le courant :

Une self en série permettra de rendre le courant plus lisse moins « déformé ».

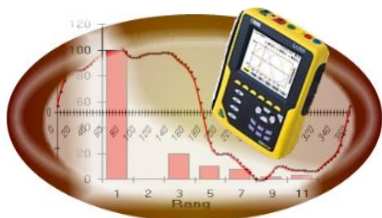
VII. ANALYSEUR D'HARMONIQUE :

Mesureur CA 8332

Principales grandeurs mesurées :

- Tensions TRMS AC+DC :
tensions simples jusqu'à 480 V ;
tensions composées jusqu'à 830 V.
- Courants TRMS AC+DC jusqu'à 6500 A (selon capteurs utilisés).
- Tensions et courants Peak.
- Fréquence de 40 à 70 Hz.
- Puissances actives, réactives, apparentes par phase et cumulées.





Les HARMONIQUES

S0.5

BAC PRO ELEEC

Date :

Nom :

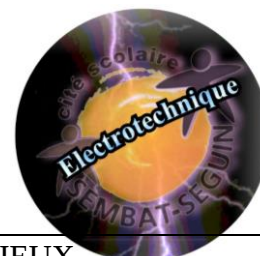
- Énergies actives, réactives, consommées et générées ; énergies apparentes.
- Harmoniques en tension, courant ou puissance jusqu'au rang 50.

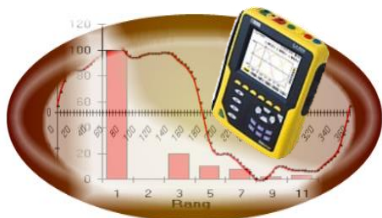
Principales valeurs calculées :

- Courant de neutre.
- Facteurs de crête pour les courants et tensions.
- Facteurs K pour les courants (application transformateurs).
- Facteur de puissance, de déplacement et tangente.
- "Flicker" court terme pour les tensions.
- Déséquilibre entre phases pour les tensions et les courants.
- Taux de distorsion harmonique.
- Valeur moyenne de n'importe quelle valeur calculée.

Fonctions complémentaires :

- Traitement graphique.
- Alarmes, transitoires.
- Enregistrement, datation et caractéristiques des perturbations (surtensions, creux et coupures, .)
- Stockage.
- Impression immédiate de l'écran sur imprimante.
- Mémorisation d'écran.





Les HARMONIQUES

S0.5

BAC PRO ELEEC

Date :

Nom :

- Communication filaire optique.

