

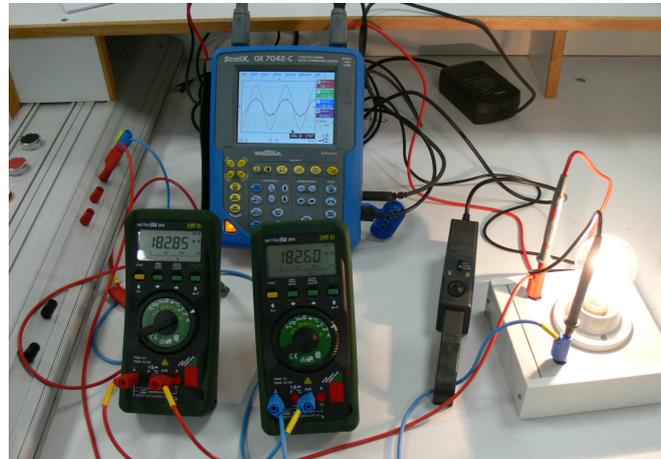
Contexte :

Désireux de réaliser des économies d'énergie, on remplace les lampes à incandescence du logement associé à notre zone de production, par des lampes à économie d'énergie.

1 - lampe à incandescence :

2.1 - Mesures :

Courant : I = mA

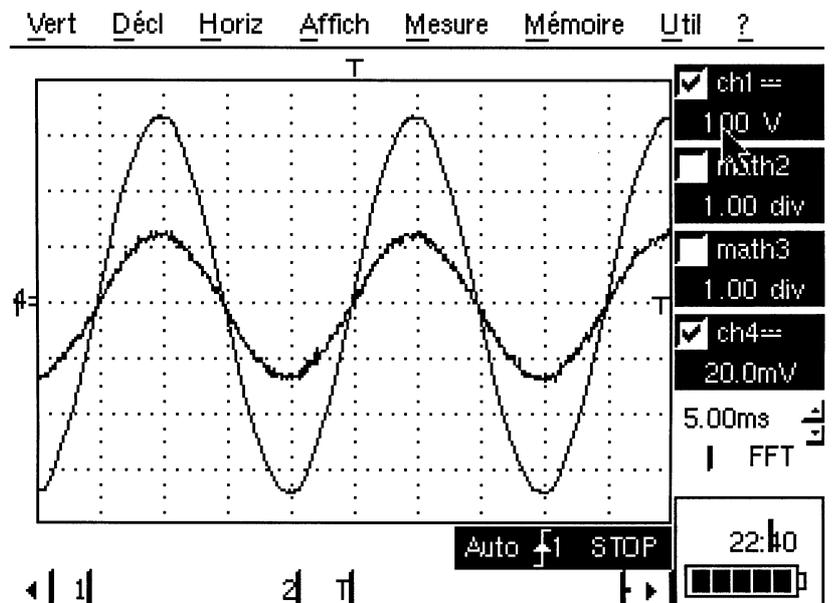


2.2 - Relevés :

Allures des signaux :

Tension :

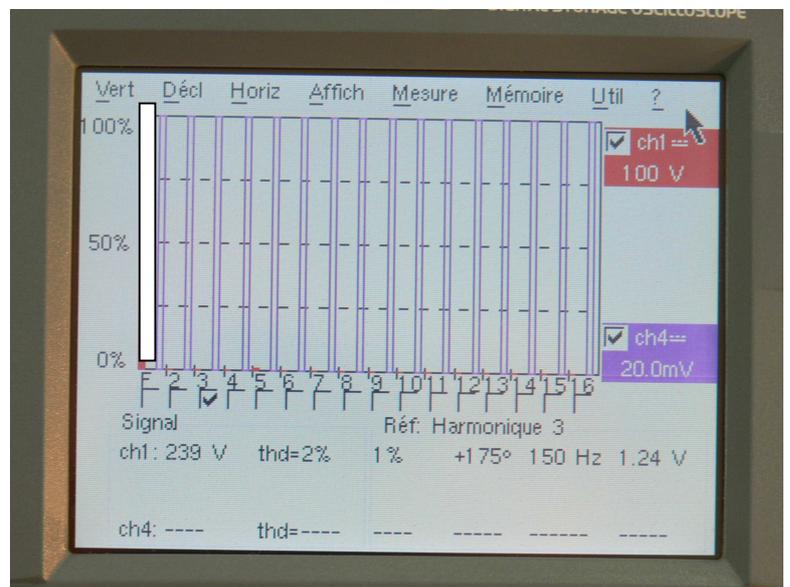
Courant :



Harmoniques :

Le signal intensité est essentiellement composé de :

-



Le contrôleur Fluke 41 permet, en plus de l'affichage des harmoniques comme ci-dessus, de connaître :

- en % la valeur du signal par rapport à la valeur totale du signal (fondamentale + harmoniques),
- en % la valeur du signal par rapport à la fondamentale (comme ci-dessus),
- la fréquence du signal pour chaque rang
- le déphasage du signal de chaque rang par rapport à la fondamentale

H1	H3	H5	H7	H9	H11	Harmonique de rang n
100%	82%	51%	29%	24%	20%	% par rapport à la fondamentale
67.4%	54.8%	34%	19%	16.4%	13.6%	% par rapport à la valeur totale
31°	-118°	113°	4°	-95°	150°	Déphasage i / U
50Hz	150Hz	250Hz	350Hz	450Hz	550Hz	Fréquence du signal

3 - Signification des relevés :

3.1 - Lampe à incandescence :

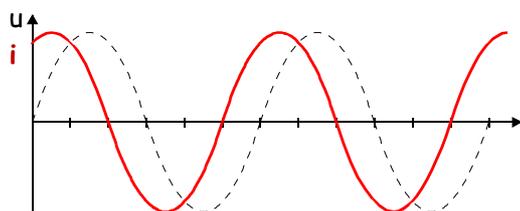
Le signal courant est sinusoïdal, déphasé ou non, non déformé : l'oscilloscope indique que la totalité du signal est de rang 1 (fondamentale)

3.2 - Lampe à économie d'énergie (fluorescente) :

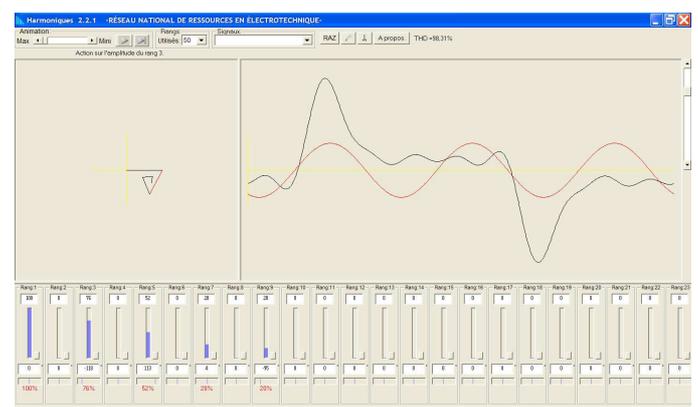
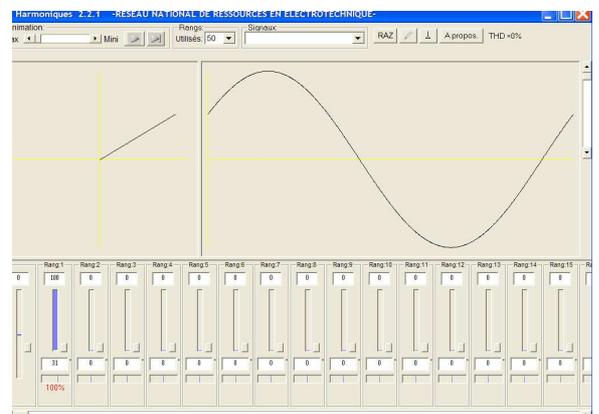
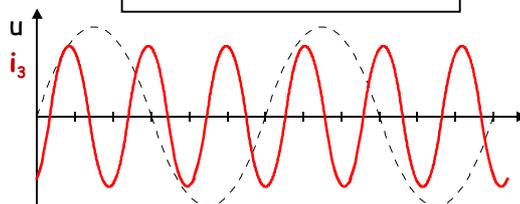
Le signal courant n'est plus sinusoïdal. Cette déformation indique la présence d'harmoniques.

4 - Constitution du signal :

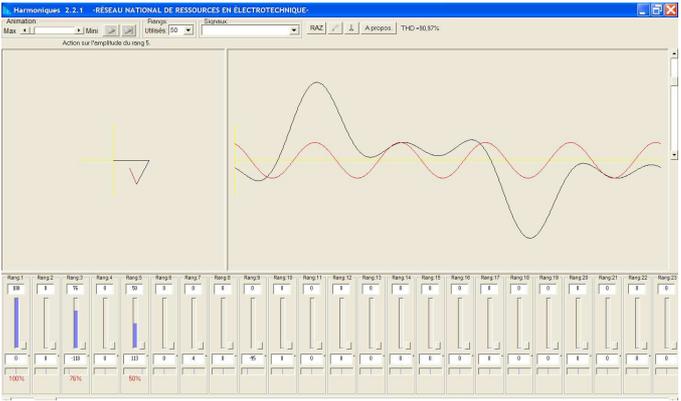
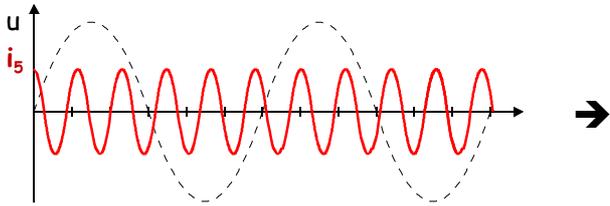
On démontre qu'un signal déformé est le résultat de la somme de signaux fondamentaux, de fréquence et de niveaux différents. (utilisation du logiciel « Harmoniques » téléchargeable sur RESELEC)



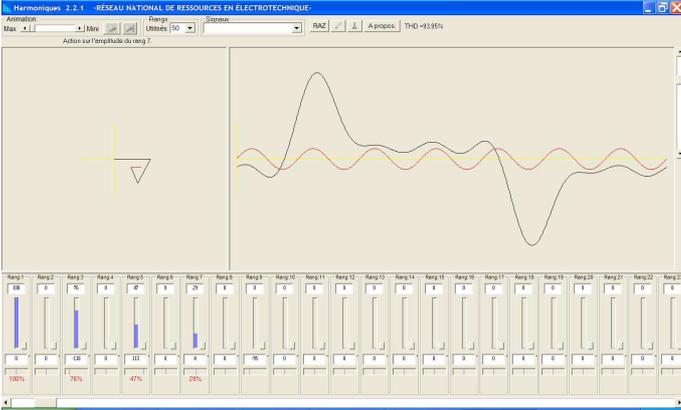
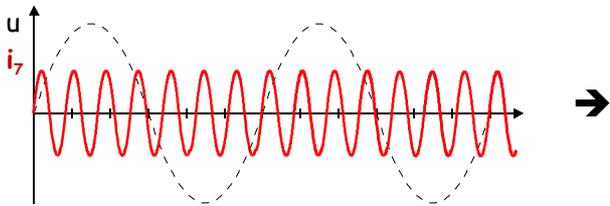
Fondamentale 50 Hz
+
harmonique rang 3



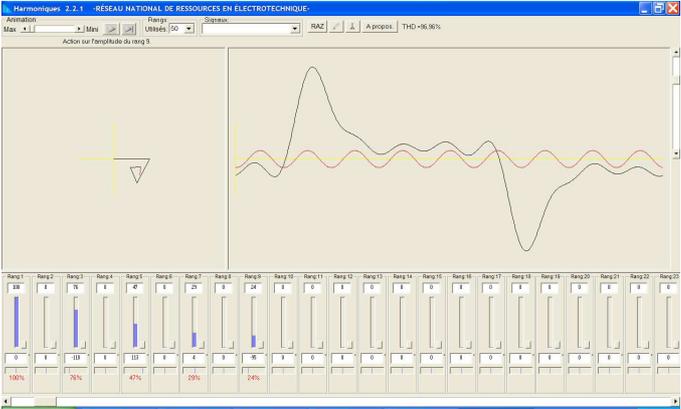
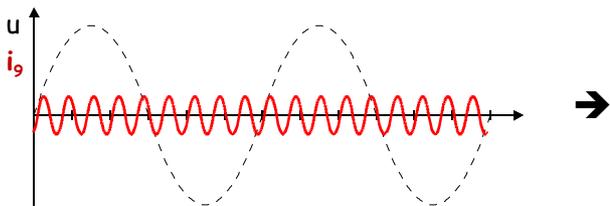
+
harmonique rang 5



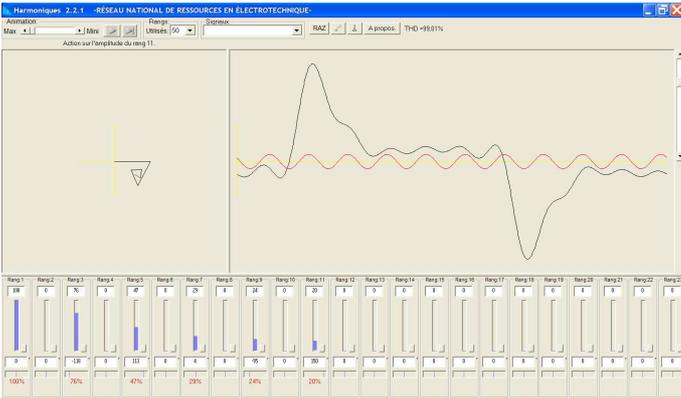
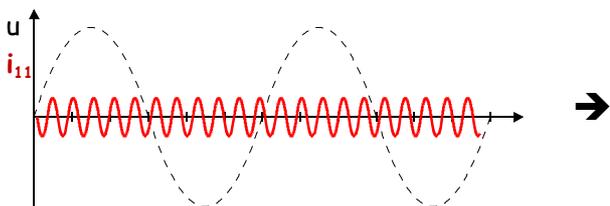
+
harmonique rang 7



+
harmonique rang 9



+
harmonique rang 11



5 - Mesures complémentaires :

En plus de spectre des harmoniques, le contrôleur donne les valeurs suivantes :

Valeurs	Explications
18W	Puissance P active totale
30 VA	Puissance S apparente totale
0,59 PF	Facteur de puissance P/S avec toutes les harmoniques (λ)
10 VAR	Puissance réactive Q fondamentale
0,86 DPF	Cos ϕ fondamental (P/S fondamentales)
0,13 A RMS	Intensité efficace
0,40 A PK	Intensité crête
73% THD-R	Valeur efficace des harmoniques / valeur efficace totale
110% THD-F	Valeur efficace des harmoniques / Valeur efficace fondamentale
2,96 CF	Facteur de crête

TH : taux de distorsion harmonique.

Il donne une mesure de l'influence thermique de l'ensemble des harmoniques.

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

Y_n : valeur efficace de la composante déformée de rang n

Y_1 : valeur efficace du fondamental

CF : facteur de crête.

Rapport entre la valeur maxi et la valeur efficace

$$F_C = \frac{I_{\max}(1/2 \text{ période})}{I_{RMS}} \quad F_C = \frac{\sqrt{2}}{1} = 1,414$$

Le facteur de crête d'un signal sinusoïdal est $\sqrt{2}$.

PF : Facteur de puissance.

Rapport entre les puissances active P et apparente S.

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{P}{S} = \cos \phi$$

Ces deux termes ne sont égaux que si les courants et les tensions sont sinusoïdaux

DPF : Facteur de déphasage.

Rapport entre les grandeurs fondamentales P_1 et S_1 .

$$\cos \phi = \frac{P_1}{S_1} = \frac{P_1}{S_1}$$

Facteur de déformation :

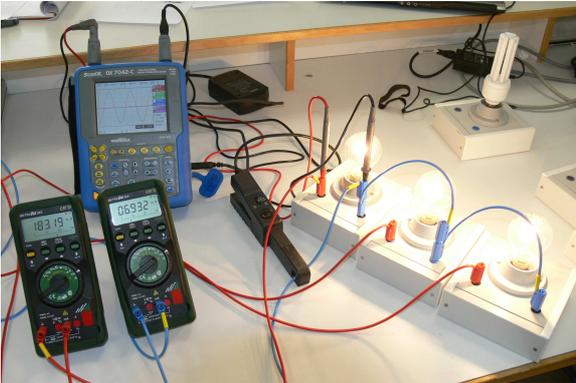
Rapport entre le facteur de puissance et le cos ϕ .

$$v = \frac{\lambda}{\cos \phi} = \frac{\cos \phi}{\cos \phi} = 1$$

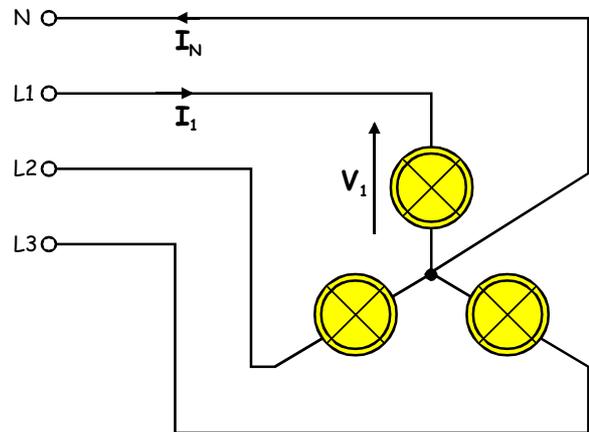
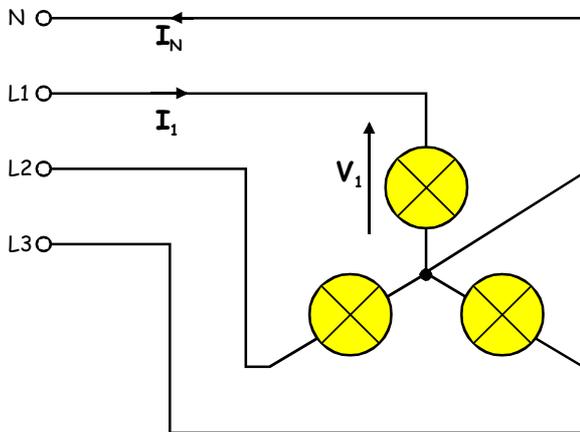
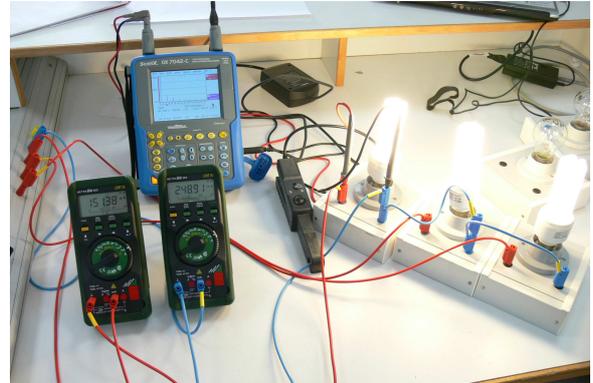
6 - Conséquences :

Distribution triphasée :

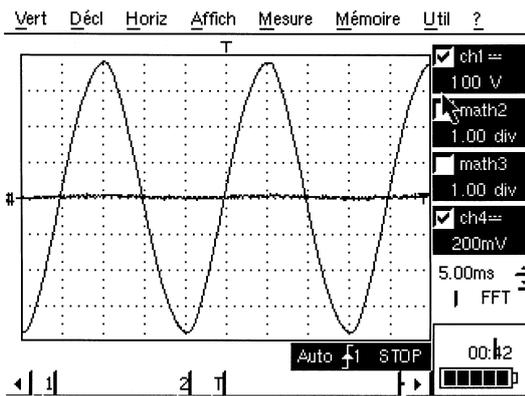
Lampes à incandescence



Lampes à économie d'énergie



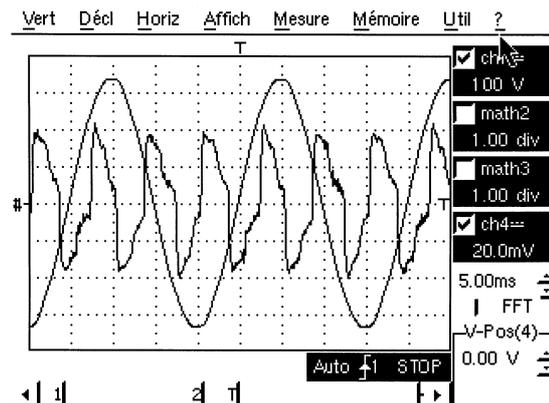
Visualisation de I_N



Mesure de I

$I_1 =$ mA
 $I_N =$ mA

Visualisation de I_N



Mesure de I

$I_1 =$ mA
 $I_N =$ mA

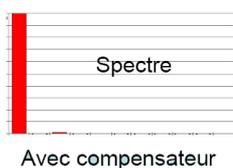
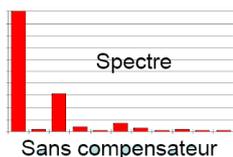
Conclusion :

Les effets :

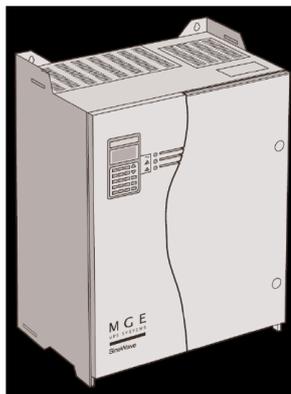
Matériels	Effets	Limites
Condensateurs de puissance	Echauffement, vieillissement prématuré (claquage), résonance	$I < 1,3 I_n$ (THD < 83%), ou $U < 1,1 U_n$ pour 12 h/j en HTB ou 8h/j en BT
Moteurs	Pertes et échauffements supplémentaires. Réduction des possibilités d'utilisation à pleine charge. Couple pulsatoire (vibrations, fatigue mécanique). Nuisances sonores.	Facteur de variation harmonique selon norme CEI 892 < ou = à 2%
Transformateurs	Pertes (ohmique - fer) et échauffements supplémentaires. Vibrations mécaniques. Nuisances sonores.	
Disjoncteurs	Déclenchements intempestifs (dépassement des valeurs crêtes de la tension).	$U_h / U_1 < \text{ou} = 6$ à 12%
Câbles	Pertes diélectriques et ohmiques supplémentaires (particulièrement dans le neutre en cas de présence d'harmoniques de rang 3).	THD < ou = à 10% $U_h / U_1 < \text{ou} =$ à 5%
Ordinateurs	Troubles fonctionnels	$U_h / U_1 < \text{ou} =$ à 5%
Electronique de puissance	Troubles liés à la forme d'onde (commutation, synchronisation).	

Les remèdes :

Les actions de dépollution : compensateur actif



Sine Wave de 20 à 480A



Pour limiter l'influence des courants dus aux harmoniques, les solutions à adopter sont :
