



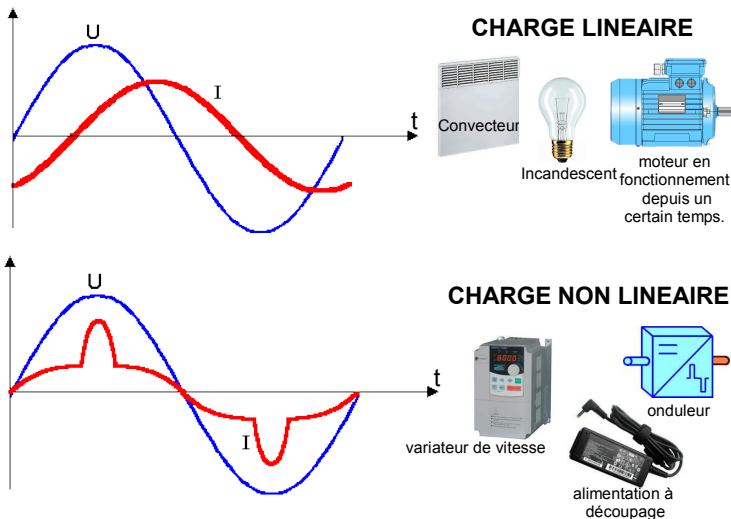
# Les Harmoniques

Page:

1

## A retenir

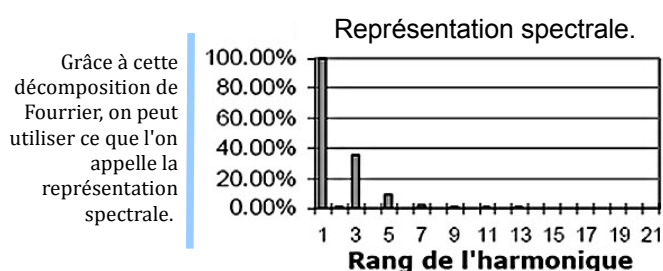
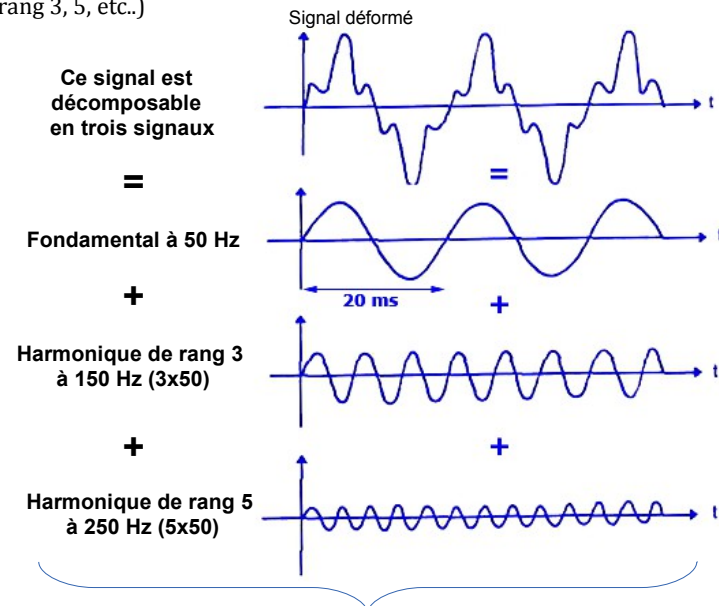
### 1. D'où viennent les harmoniques ?



Les charges non linéaires génèrent des courants harmoniques qui circulent à partir de la charge vers l'alimentation. Ceci est essentiellement dû à la conception électronique des charges.

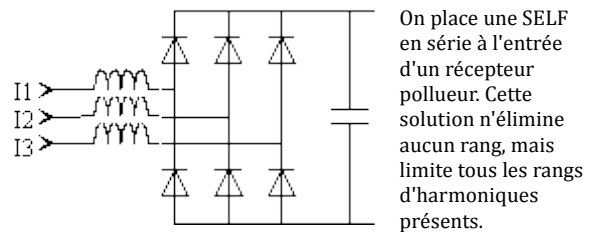
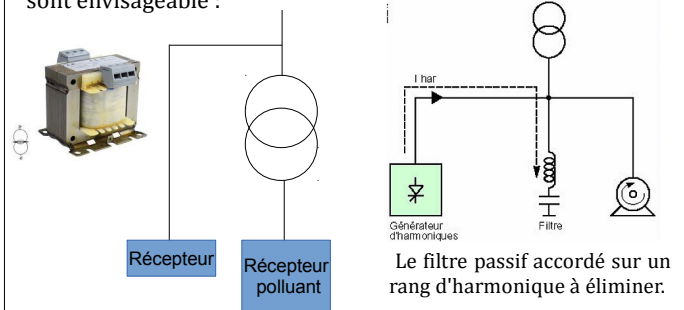
### 2. Comment ça marche?

Joseph FOURIER, mathématicien français (1768 – 1830) a démontré qu'un signal non sinusoïdal peut être représenté sous la forme d'une somme de signaux de fréquence différentes (appelée harmonique de rang 3, 5, etc..)



### 2. Peut-on supprimer les harmoniques ?

Non, on peut seulement les filtrer pour éviter qu'ils ne remontent sur la totalité du réseau. Différentes possibilités sont envisageable :



Le traitement des harmoniques permet de réduire les puissances apparentes et réactives = économie d'énergie

### 3. Comment déceler les harmoniques ?



C.A 8230

Il suffit d'utiliser un appareil capable de calculer le THD, Taux de Distorsion Harmonique. Il en existe 2 principaux:

- **THD-V**, taux de distorsion en tension harmonique.
- **THD-I**, taux de distorsion en courant harmonique.

Exemple de mesures typiques

Taux de distorsion harmonique en tension	Conséquences
THD < 5%	Pas de problèmes
5% < THD < 7%	Dysfonctionnement des appareils "sensibles"
7% < THD < 9%	Dysfonctionnement des appareils "normaux"
THD > 9%	Dysfonctionnement de quasi tout les appareils, destruction de certains matériels sur le court, moyen et long terme quasi certains.

www.volta-electricite

### 3. Les normes.

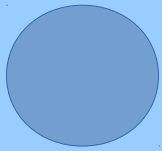
Dans le cadre de la fourniture d'électricité :

- Les taux de tension harmonique **THD-V < 5%**
- Les taux de courants harmoniques **THD-I < 10%**

### 4. Conséquences des harmoniques.

Pertes par effet Joule - dégradation du facteur de puissance - problème de commutation des thyristors - surcharges des câbles - transformateurs et moteurs - erreur d'enregistrement dans les compteurs - surdimensionnement des câbles - mauvais fonctionnement des contacteurs, perturbation des systèmes électroniques - déclenchement intempestif des disjoncteurs et des DDR - réduction de la durée de vie des moteurs - détérioration des batteries de condensateurs - réduction de la durée de vie des transformateurs.

Les harmoniques de rang 3  
=  
risque de surcharge dans le neutre.



# Les Harmoniques

Page:

1

## Exercice N°1

(Sujet E2 2009)

Le taux de distorsion en courant harmonique THD(I) au niveau du TGBT P4 est de 15,4 % pour une charge de 650 KVA au moment de la mesure. Tout en sachant que la puissance réactive compensée est de 50 kvar.

- 1) Choisir le type d'équipement Merlin Gérin de compensation adapté au niveau de pollution harmonique du réseau. La pollution est due essentiellement à l'éclairage et aux centrales de traitement d'air.

Formule	Application numérique	Résultats
$THD(I) \times (S / S_n)$	15,4 % x (650/800)	12 %

Conclusion:

10 % < THD(I) x (S / S<sub>n</sub>) < 20 % donc équipement Harmony

L'analyse harmonique jusqu'au rang 15 du courant dans une phase a donné les résultats suivants :

Remarque: les harmoniques de rang pair sont négligeables.

I <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>9</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>	I <sub>15</sub>
100 %	2,8 %	12,4 %	6,8 %	4,4 %	1,2 %	2,4 %	0,4 %

- 2) Relever les rangs des 2 principaux courants harmoniques. Préciser la fréquence de ces harmoniques.

Rang	5	7
Fréquence	250 Hz	350 Hz

- 3) Choisir la fréquence d'accord des selfs antiharmoniques.

Fréquence d'accord : 190 Hz

- 4) En déduire la référence d'un module de compensation sans jeu de barres Merlin Gérin qui convient pour cette installation.

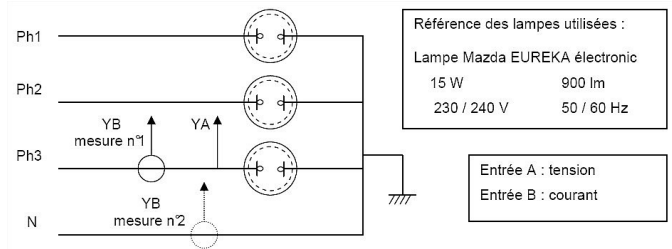
Référence : 51930

## Exercice N°2

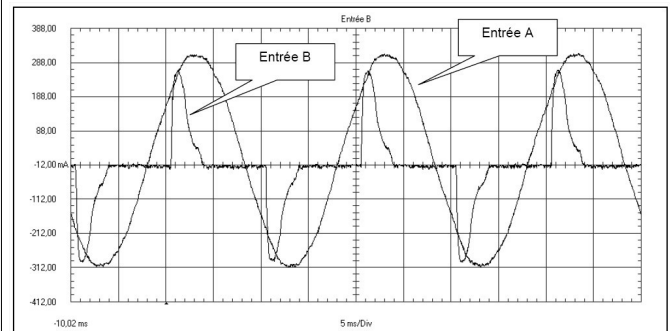
(Sujet E2 2009)

L'étude portera sur la pollution du réseau engendrée par l'utilisation de lampes fluo-compactes.

Afin d'étudier l'influence des lampes fluo-compactes sur le réseau, le montage suivant a été réalisé.



Relevé de la tension aux bornes d'une lampe et du courant dans la phase correspondante.



- 1) La courant est-il alternatif sinusoïdal ? OUI NON

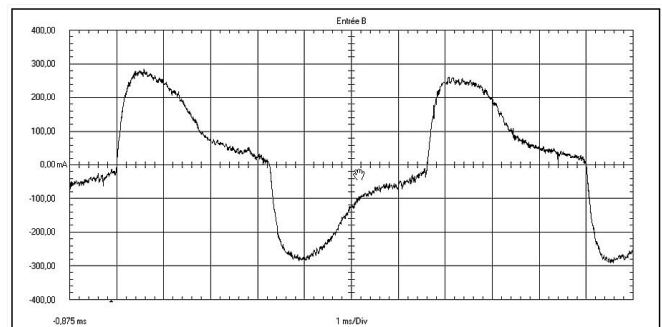
☐ ☒

- 2) Quelle perturbation va-t-il engendrer sur le réseau ?

Réponse :

Le courant va produire des harmoniques sur le réseau.

Relevé du courant dans le neutre



- 3) Calculer la fréquence du courant dans le neutre.

Formule	Application numérique	Résultats
$f = 1 / T$	$f = 1 / 6,6 \cdot 10^{-3}$	$f = 151,5 \text{ Hz}$

- 4) Préciser la fréquence exacte du courant dans le neutre:

f = 150 Hz

- 5) Comment expliquer la présence d'un courant dans le neutre ?

Réponse :

Le courant dans le neutre est composé des harmoniques de rang 3 générées par les lampes.



## Annexes exercice n°1

### Choix du type de compensation

Les équipements de compensation peuvent être de trois types (Classic, Comfort, Harmony), adaptés au niveau de pollution harmonique du réseau.

Le choix peut se faire :

- soit à partir du rapport  $Gh/S_n$   *$S_n$  : puissance apparente du transformateur.*  
 *$Gh$  : puissance apparente des récepteurs produisant des harmoniques*
- soit à partir du taux de distorsion en courant harmonique THD(I) mesuré.

$$THD(I) \times \frac{S}{S_n} < 5 \%$$

➔ Equipement Classic

$$5 \% < THD(I) \times \frac{S}{S_n} < 10 \%$$

➔ Equipement Comfort

$$10 \% < THD(I) \times \frac{S}{S_n} < 20 \%$$

➔ Equipement Harmony

*$S_n$  = puissance apparente du transformateur.*

*$S$  = charge en kVA au secondaire du transformateur au moment de la mesure.*

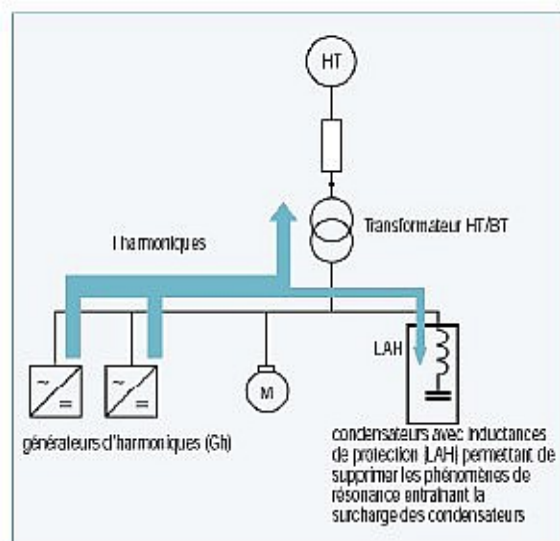
### Choix de la fréquence d'accord des selfs antiharmoniques

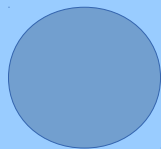
**But :** réaliser l'accord du circuit LAH à une fréquence pauvre en harmonique pour supprimer les risques de forts courants harmoniques dans les condensateurs.

**Moyen :** montage en série avec le condensateur d'une inductance dite anti-harmonique (LAH).

**Fréquences typiques d'accord :**

- 135 Hz rang 2,7 si 1er rang significatif est 3
- 190 Hz rang 3,8 (BT) si 1er rang significatif est 5 en BT
- 215 Hz rang 4,3 si 1er rang significatif est 5 en HT.





## Annexes exercice n°2

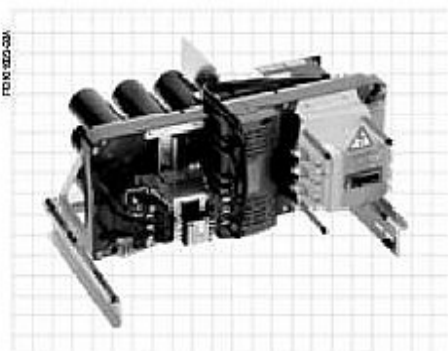
*Compensation  
d'énergie réactive  
et filtrage d'harmonique*

### Modules de compensation réseau 50 Hz

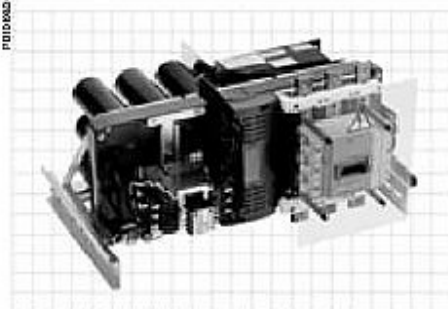
Tension réseau 400/415 V

Modules de compensation Varpact Harmony

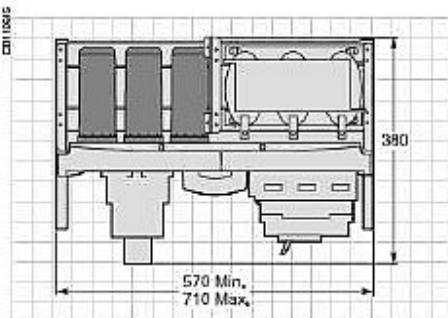
*Le module de compensation Varpact  
constitue un sous-ensemble précâblé destiné  
à être monté dans des armoires de  
compensation, indépendantes ou intégrées  
au Tableau Général Basse Tension.*



*Varpact Harmony "sans jeu de barres".*



*Varpact Harmony B "avec jeu de barres".*



#### Varpact Harmony

##### Pour réseaux pollués

Varpact "sans jeu de barres"				
Rang d'accord	400 V (kvar)	Gradin	Référence	Poids (kg)
2,7 (135 Hz)	6,25 + 6,25	Double	51916	23
	6,25 + 12,5	Double	51917	31,5
	12,5 + 12,5	Double	51918	38,5
	12,5	Simple	51919	23,5
	25	Simple	51920	35,5
	50	Simple	51921	46,5
3,8 (190 Hz)	6,25 + 6,25	Double	51925	21,5
	6,25 + 12,5	Double	51926	30
	12,5 + 12,5	Double	51927	37
	12,5	Simple	51928	22
	25	Simple	51929	34
	50	Simple	51930	45
4,3 (215 Hz)	6,25 + 6,25	Double	51934	21,5
	6,25 + 12,5	Double	51935	30
	12,5 + 12,5	Double	51936	37
	12,5	Simple	51937	22
	25	Simple	51938	34
	50	Simple	51939	45

Varpact B "avec jeu de barres"				
Rang d'accord	400 V (kvar)	Gradin	Référence	Poids (kg)
2,7 (135 Hz)	6,25 + 6,25	Double	51757	26
	6,25 + 12,5	Double	51759	34,5
	12,5 + 12,5	Double	51761	41,5
	12,5	Simple	51763	26,5
	25	Simple	51765	38,5
	50	Simple	51767	49,5
3,8 (190 Hz)	6,25 + 6,25	Double	51653	24,5
	6,25 + 12,5	Double	51654	33
	12,5 + 12,5	Double	51655	40
	12,5	Simple	51656	25
	25	Simple	51657	37
	50	Simple	51658	48
4,3 (215 Hz)	6,25 + 6,25	Double	51501	24,5
	6,25 + 12,5	Double	51503	33
	12,5 + 12,5	Double	51505	40
	12,5	Simple	51509	25
	25	Simple	51511	37
	50	Simple	51512	48