

Chapitre 10 – Etude des tensions électriques ; Nature de la tension du secteur.

*On a vu que la tension produite par un alternateur dans une centrale électrique changeait tout le temps. On ne peut donc pas se contenter de brancher un voltmètre dans le circuit pour la mesurer : Si le voltmètre affiche 3 V au moment où l'on regarde, cette valeur aura changé dans l'instant qui suit. Il nous faut tenir compte des changements de la tension au cours du temps. Pour cela nous allons tracer des **oscillogrammes**.*

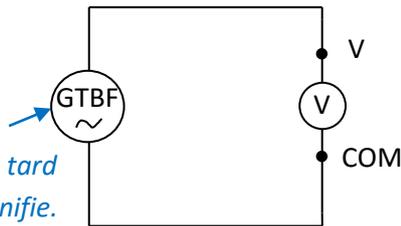
I. Obtention d'oscillogrammes pour étudier une tension

Oscillogramme : Graphique représentant l'évolution d'une tension en fonction du temps.

1) Tracé d'un oscillogramme « à la main »

Expérience :

Générateur très basse fréquence, on verra plus tard ce que « fréquence » signifie.



On allume le GTBF (générateur très basses fréquences), puis on mesure la tension toutes les 5 secondes pendant 2 minutes.

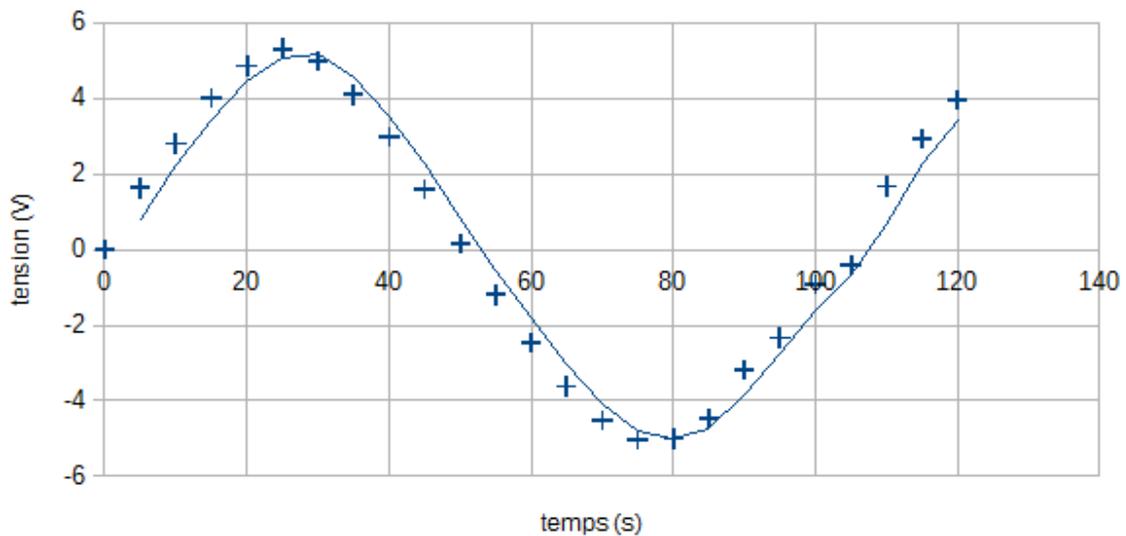
Observations : *Valeurs données, non mesurées.*

Temps (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tension (V)	0	1,63	2,8	4,02	4,86	5,31	4,99	4,1	2,98	1,6	0,15	-1,19	-2,47

Temps (s)	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Tension (V)	-3,62	-4,52	-5,04	-5	-4,46	-3,17	-2,33	-0,92	-0,42	1,67	2,92	3,95

Tracé de la courbe avec un tableur en salle informatique :

Oscillogramme de la tension d'un alternateur

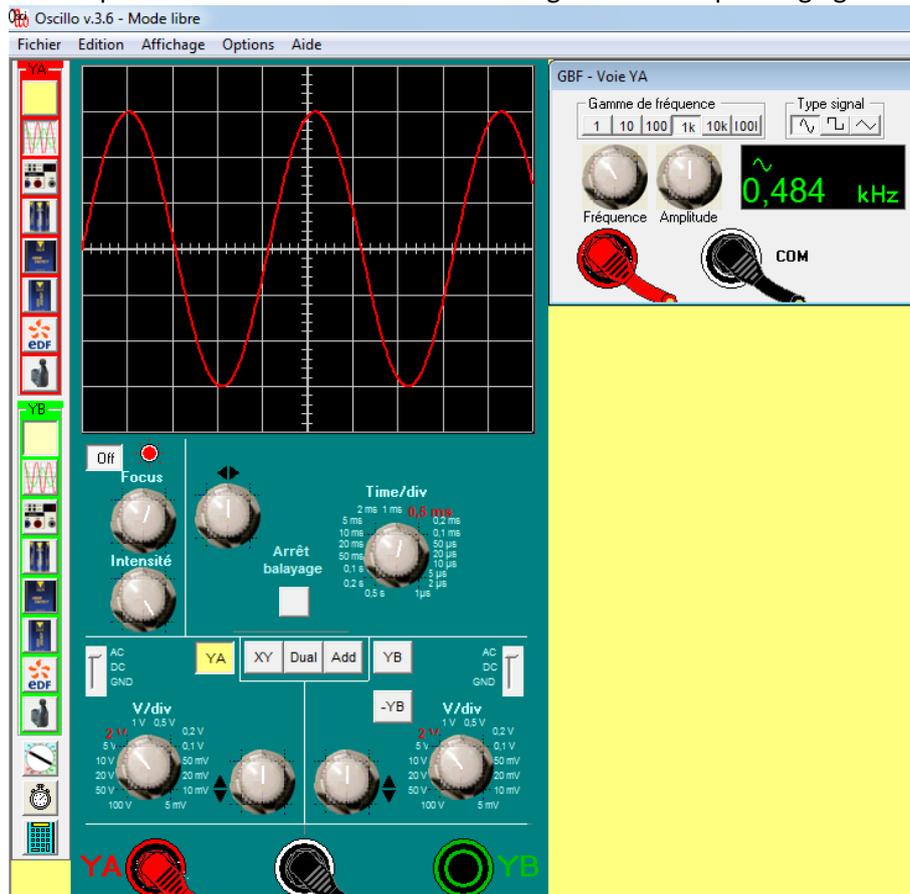


Mesurer à chaque fois des tensions toutes les 5 secondes pendant 2 minutes, puis tracer le graphique, c'est tout de même compliqué et contraignant. Heureusement pour nous, il existe un appareil, appelé oscilloscope, que l'on branche sur l'alternateur et qui trace directement le graphique. Encore faut-il savoir l'utiliser...

2) Utilisation d'un oscilloscope

Un oscilloscope est un appareil qui permet de visualiser l'évolution de la tension en fonction du temps sur un écran. *C'est de là que vient le mot oscillogramme : C'est la figure obtenue à l'écran d'un oscilloscope.*

L'oscillogramme ci-dessous présente la tension étudiée avec le logiciel Oscillo après réglages de l'oscilloscope.



1. Qu'est-ce que la sensibilité verticale de l'oscilloscope ? Que vaut-elle pour vos mesures ?

La sensibilité verticale de l'oscilloscope, c'est la tension (en Volts) à laquelle correspond chaque carreau (chaque division) vertical de l'écran de l'oscilloscope. Elle vaut ici 2 V/div.

2. Qu'est-ce que la sensibilité horizontale de l'oscilloscope ? Que vaut-elle pour vos mesures ?

La sensibilité horizontale de l'oscilloscope (ou vitesse de balayage), c'est la durée (en secondes) à laquelle correspond chaque division horizontale de l'écran de l'oscilloscope. Elle vaut ici : 0,5 ms/div.

3. A partir de l'oscillogramme, complétez les renseignements suivants sur la tension étudiée :

U_{\max}	U_{\min}	Durée T (entre 2 max)
+ 5 V	- 5 V	2 ms (4 carreaux)

4. Que dire des alternances positives et négatives de tension ? Que remarquez-vous quant à l'allure de la tension ?

La tension descend « aussi bas dans le négatif » qu'elle monte « haut dans le positif ». La tension semble présenter un motif simple (une sorte de « vague ») qui se reproduit dans le temps identique à lui-même.

On verra que ces valeurs sont utiles par la suite.

Donc c'est bien, on arrive à visualiser la tension reçue, et on est même capable de mesurer des choses dessus. Mais cette tension, ce n'est pas n'importe quoi, elle a une forme bien précise, et ce serait bien de pouvoir lui donner un nom. C'est ce qu'on va faire maintenant.

Je vous rappelle que le but de tout ça, c'est de savoir à quoi ressemblent les tensions qui arrivent sur nos prises électriques.

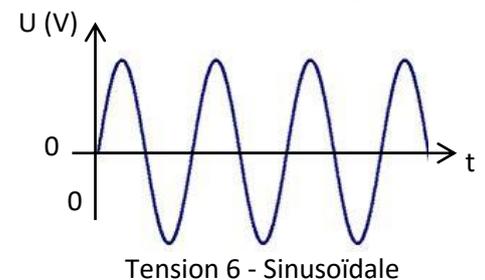
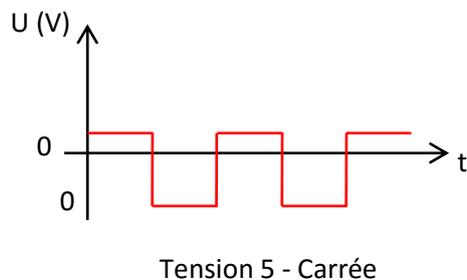
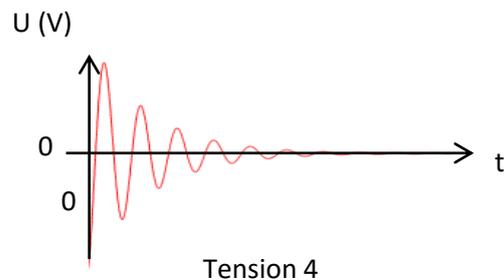
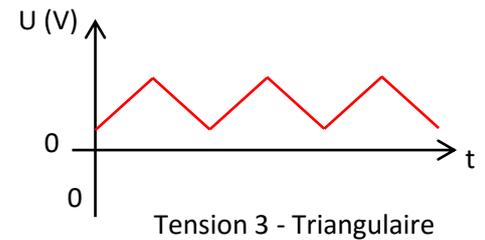
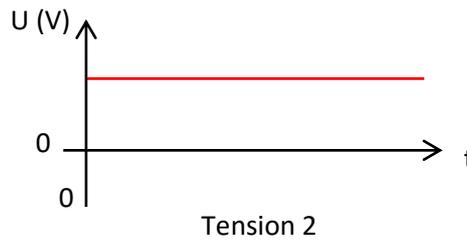
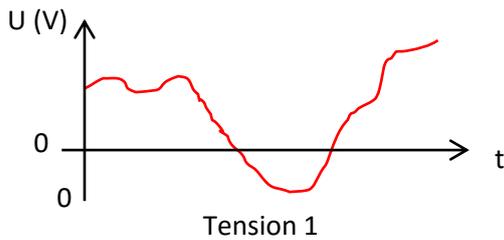
II. Catégorisation des différents types de tensions

La tension créée par un alternateur ne reste pas toujours la même au cours du temps, on l'a vu. Cependant, cette tension ne varie pas n'importe comment. Comment appelle-t-on les différents types de tension que l'on rencontre ?

On distingue différents types de tensions :

- 1. Tension continue** : La valeur d'une tension continue reste toujours la même au cours du temps. (Ex : Pile.)
- 2. Tension variable** : Les valeurs d'une tension variable évoluent au cours du temps. Une tension variable peut être :
 - 2.1. *Quelconque* : La tension varie n'importe comment.
 - 2.2. *Alternative* : Les valeurs d'une tension alternative sont alternativement positives et négatives, et de moyenne nulle. (Elles vont aussi haut dans le positif que bas dans le négatif.)
 - 2.3. *Périodique* : Une tension est dite périodique lorsqu'elle présente une variation qui se répète dans le temps. Cette variation est appelée **motif**.

A chaque exemple ci-dessous, associe un (ou plusieurs) type(s) de tension.



Tension 1 : Tension variable quelconque. *La tension varie n'importe comment.*

Tension 2 : Tension continue. *La tension reste toujours la même au cours du temps.*

Tension 3 : Tension variable périodique (non alternative). *La tension présente un motif qui se répète dans le temps.*

Tension 4 : Tension variable alternative (non périodique). *Les valeurs de tension sont alternativement positives et négatives, et vont aussi haut dans le positif que bas dans le négatif (en moyenne). Il n'y a cependant pas de motif qui se répète dans le temps.*

Tension 5 : Tension variable périodique (non alternative). *La tension présente un motif qui se répète dans le temps. Elle est alternativement positive puis négative, mais va plus bas dans le négatif que haut dans le positif. On ne considère donc pas que cette tension soit alternative.*

Tension 6 : Tension variable alternative périodique. *La tension présente un motif qui se répète dans le temps et ses variations sont alternativement positive et négative et vont aussi haut dans le positif que bas dans le négatif.*

Conclusion : La tension du secteur (tension arrivant dans les prises électriques, créée par les alternateurs des centrales électriques) a la même forme que la tension 6. Que peut-on dire de la tension du secteur ?

La tension du secteur est alternative, périodique, sinusoïdale.

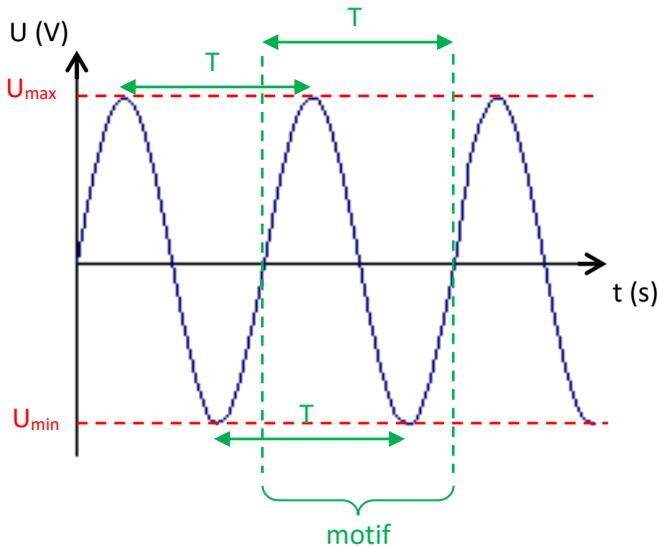
Dans la vie de tous les jours, on parle simplement de tension alternative et de courant alternatif. Et bien le courant alternatif, c'est cela : Un courant dont l'intensité est alternative, périodique et sinusoïdale, tout cela.

Sinusoïdale correspond à la forme de la courbe : Forme de la fonction sinus que vous connaissez en Maths, vous l'avez rencontrée dans les triangles rectangles.

En général, on ne rappelle pas variable alternative ou variable périodique... on dit simplement qu'elle est alternative ou périodique car cela sous-entend qu'elle est forcément variable.

III. Propriétés des tensions alternatives périodiques

On va s'intéresser uniquement aux tensions alternatives périodiques sinusoïdales telles que la tension du secteur. (Mais les propriétés dont on va parler dans ce paragraphe resteront vraies pour tous les types de tension alternative périodique.)



1) Valeurs maximale et minimale de tension

On note ces valeurs U_{\max} et U_{\min} . Pour une tension alternative périodique, si $U_{\max} = +4 \text{ V}$, alors $U_{\min} = -4 \text{ V}$.

2) Période d'une tension périodique

La période d'une tension périodique est la durée d'un motif. Elle se note T , et se mesure en secondes (s).

On peut la mesurer à plusieurs endroits (voir figure) :

- Entre 2 maxima de tension.
- Entre 2 minima de tension.
- Entre 2 passages par 0 dans le même sens.

3) Fréquence d'une tension périodique

Quand on emploie le mot « fréquent », on parle de quelque chose qui a lieu souvent, et bien la fréquence c'est une grandeur qui va caractériser à quel point le motif de la tension périodique se répète souvent.

La fréquence d'une tension périodique, notée f , est le nombre de motifs de la tension qui se reproduisent chaque seconde. (Éventuellement faire un dessin.)

Cette grandeur s'exprime en hertz (Hz) (physicien allemand découvreur d'un certain type d'ondes électromagnétiques) dans le système international d'unités (SI). C'est l'ensemble des unités utilisées par les physiciens du monde entier.

Relation entre la période et la fréquence :

✚ Période : Durée d'un motif, T .

✚ Fréquence : Nombre de motifs par seconde, f .

1 motif $\rightarrow T$ secondes $\hookrightarrow \times \frac{1}{T}$
 f motifs $\rightarrow 1$ seconde

On cherche la quatrième proportionnelle (produit en croix) pour obtenir, $f = 1 \times \frac{1}{T}$, c'est-à-dire :

$$\text{Hertz (Hz)} \rightarrow f = \frac{1}{T} \leftarrow \text{secondes (s)}$$

Par un raisonnement similaire, on peut montrer que : $T = \frac{1}{f}$.

Il existe des appareils pour la mesurer directement, mais nous on ne le fera pas, on se contentera de la calculer. (Ca n'est pas beaucoup plus long.) Ce que vous devez surtout savoir mesurer à partir d'un oscillogramme, c'est la période de la tension alternative périodique.

IV. Mesure « rapide » d'une tension alternative périodique sinusoïdale

Tout ce qu'on a vu c'est très intéressant (Si! Si!), mais bon, c'est quand même un peu long si à chaque fois qu'on veut faire une mesure, on doit sortir notre énorme oscilloscope, le régler. On aimerait aller plus vite (en particulier les électriciens, qui aiment avoir rapidement une idée d'une tension, même alternative). Mais heureusement les voltmètres que vous avez utilisé jusque-là, ils savent faire des choses avec les tensions alternatives.

1) Utilisation du voltmètre en « alternatif »



Le voltmètre peut mesurer une tension alternative périodique en utilisant le **cadran V ~**, en se plaçant entre les bornes V et COM, en dérivation sur l'appareil étudié.

Il ne pourra pas mesurer la période de cette tension, mais indiquera une valeur appelée **valeur efficace** de la tension alternative périodique, notée U_{eff} .

Cette valeur caractérise l'effet de la tension, c'est-à-dire qu'une tension alternative périodique de valeur efficace 6 V aura le même effet qu'une tension continue de 6 V.

a) Quelles bornes du voltmètre doit-on utiliser pour mesurer une tension alternative ? Dans quel cadran doit-on placer le curseur ? On doit se brancher entre les bornes V et COM, comme pour une mesure de tension continue, et utiliser le cadran désigné par le symbole V~.

b) Quelle lampe brillera plus fort : Une lampe alimentée par une tension continue de 3 V, ou la même lampe alimentée par une tension alternative périodique de valeur efficace 3 V ? Les deux lampes auront le même éclat par définition de la valeur efficace d'une tension alternative périodique.

Conclusion : Pour une tension alternative périodique sinusoïdale, un voltmètre utilisé en « alternatif » indique la valeur efficace de cette tension.

2) Lien entre tension maximale et tension efficace

La valeur efficace U_{eff} et la valeur maximale U_{max} d'une tension alternative périodique sont-elles liées ?

Position du curseur du générateur	3	4,5	6	7,5	9	12
U_{eff}	3 V	4,5 V	6 V	7,5 V	9 V	12 V
U_{max}	4,2 V	6,3 V	8,5 V	10,5 V	12,6 V	17 V
Rapport $\frac{U_{max}}{U_{eff}}$	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Observations : a) A quelle tension correspond la valeur indiquée par le curseur du générateur ? La valeur indiquée par le curseur du générateur correspond à la tension efficace.

b) Que peut on dire du rapport $\frac{U_{max}}{U_{eff}}$?

Le rapport $\frac{U_{max}}{U_{eff}}$ est constant et environ égal à 1,4.

Conclusion : La valeur efficace et la valeur maximale d'une tension alternative périodique sont proportionnelles.

$$U_{max} = \sqrt{2} \times U_{eff}$$

On connaît désormais toutes les caractéristiques nécessaires pour décrire précisément la tension du secteur que nous fournit EDF. Ce qu'on va faire sans manipulations directe, car la valeur est beaucoup trop élevée pour pouvoir l'étudier en sécurité.

V. Caractéristiques de la tension du secteur en France

La tension du secteur est alternative, périodique, sinusoïdale.

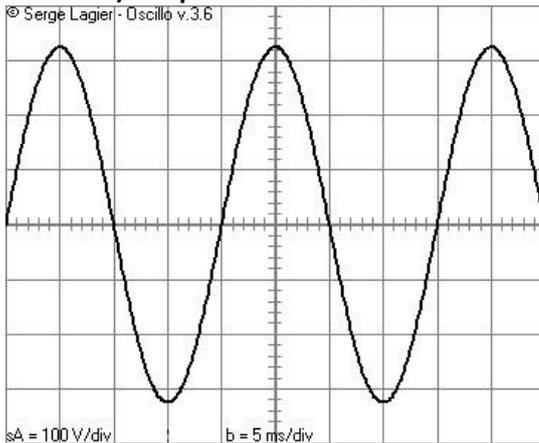
1) Valeur efficace du secteur

Expérience : (Réalisée par le professeur pour des raisons de sécurité. *Danger dès 24 V~.*) Avec un voltmètre réglé en « alternatif », on mesure la valeur efficace de la tension du secteur sur une multiprise.

La tension du secteur en France a une valeur efficace de 230 V.

C'était 220 V jusqu'en 1986 où on l'a changée pour s'aligner sur l'ensemble des valeurs européennes. En Amérique du Nord, aux Etats-Unis et au Canada, cette valeur efficace est de 110 V.

2) Fréquence du secteur



On a obtenu l'oscillogramme ci-contre de la tension du secteur.
La sensibilité horizontale de l'oscilloscope est réglée sur 5 ms/div.

a) Combien de divisions occupent un motif de cette tension ?

Un motif de cette tension occupe 4 divisions.

b) Quelle est donc la période de cette tension ?

D'après la sensibilité utilisée, chaque division correspond à 5 ms, la période de cette tension est donc de $T = 5 \times 4 = 20$ ms.

c) Quelle est la fréquence de la tension du secteur ?

La période de cette tension est de $T = 20$ ms = 0,02 s.

Ainsi $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} = 50$ Hz

La fréquence de la tension du secteur en France est de 50 Hz. *(Aux Etats-Unis et au Canada, elle est de 60 Hz.)*