

Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Bienvenue sur le cours de F6KGL

La séance de ce soir porte sur

Technique

Chapitre 2 - Première partie

Courants alternatifs

Ce document a servi pour le cours enregistré le **27/01/2023**.

Ce document (*PDF*), le fichier audio (*MP3*) et le lien de la vidéo (*YouTube*)
sont disponibles sur la page <https://f6kgl-f5kff.fr/lespodcasts/>

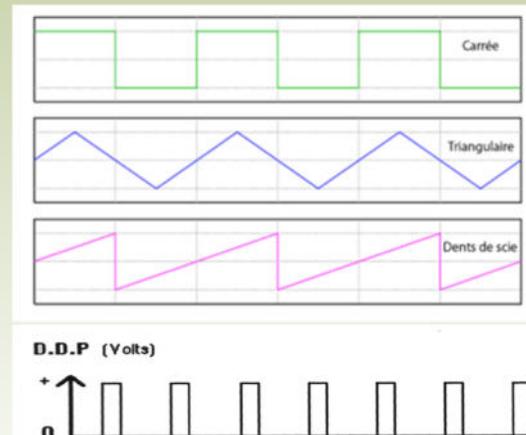
Les documents de notre site Internet sont mis à disposition selon les termes de la
Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



2-1) Courants alternatifs

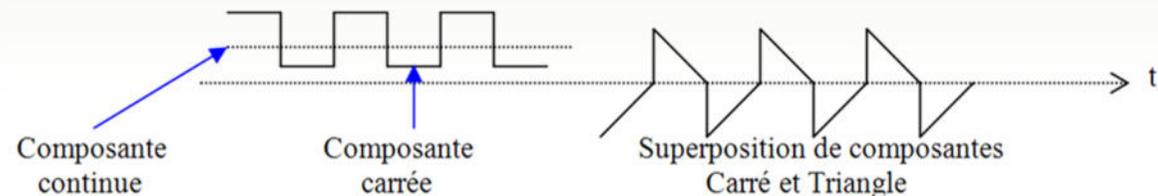
- Le courant est qualifié d'**alternatif** (ou **périodique**) si :
 - il **change** continuellement de valeur au cours du temps
 - la forme du signal se **répète** régulièrement.
- Les **courants alternatifs** peuvent prendre plusieurs formes

- Carré
- Triangle
- Dents de scie
- Impulsionnel



- Lorsque plusieurs courants

- Continu
- Alternatif

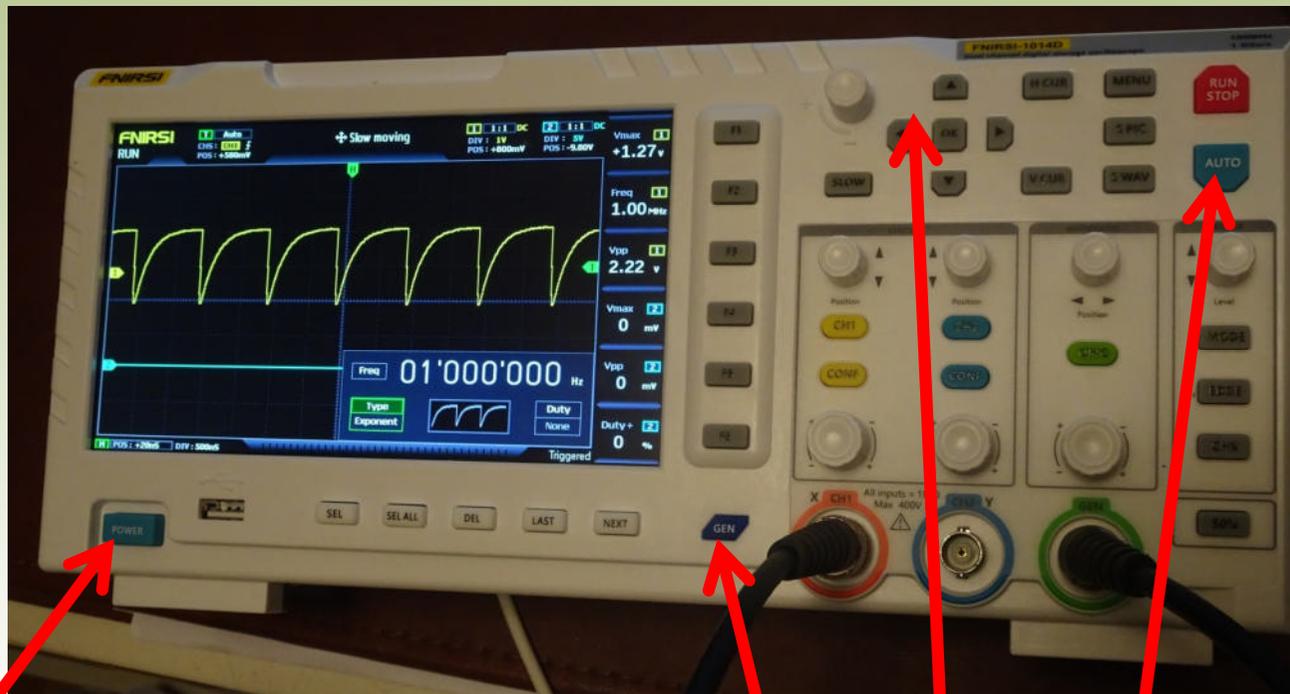


sont superposés, ils restent toujours alternatifs



2-1) Courants alternatifs

- Les 14 différentes fonctions périodiques disponibles sur le générateur intégré à l'oscilloscope **FNIRSI 1014D**

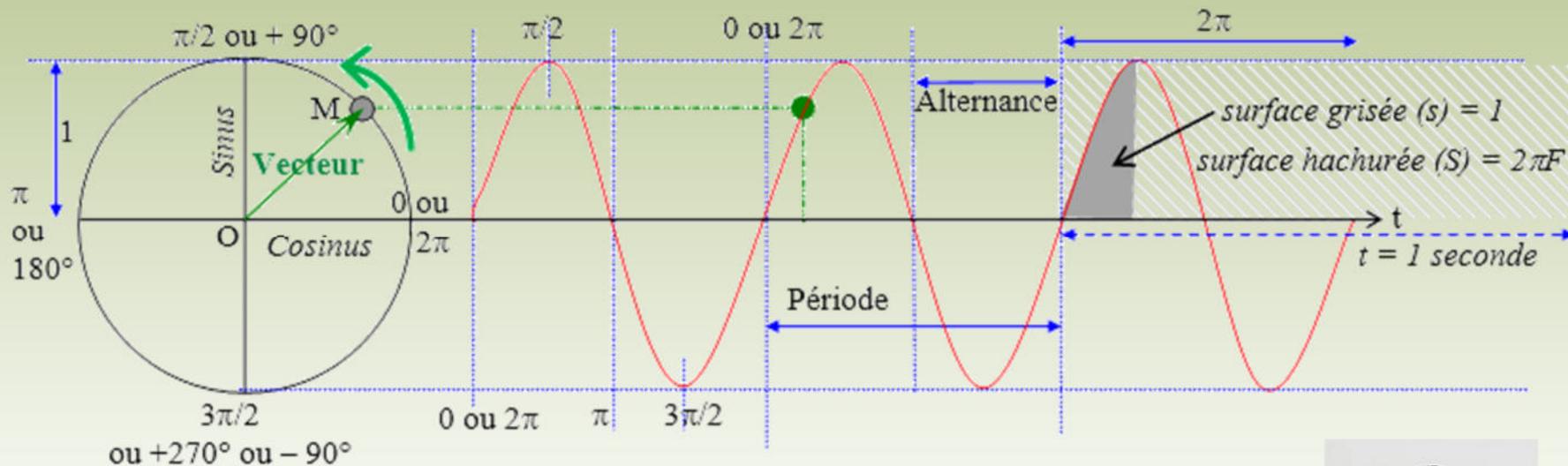


- 1 mise en route de l'appareil (power)
- 2 réglage du générateur (fréquence et forme du signal)
- 3 affichage sur le canal 1 (avec paramétrage automatique)



2-1) Courants alternatifs

- Le signal **sinusoïdal** est la forme la plus régulière, sans à-coups, des signaux alternatifs
- Représentation d'une fonction Sinus



- Les formules :**

- durée d'une **période** : $t(s) = 1 / F(\text{Hz})$
- fréquence** : $F(\text{Hz}) = 1 / t(s)$
- pulsation** : $\omega(\text{rad/s}) = 2 \times \pi \times F(\text{Hz})$
 - la pulsation est une autre manière d'exprimer la fréquence
 - rapport entre « S » (surface = $2\pi F$ pour une seconde) et « s » (surface = 1)



Heinrich Rudolf Hertz
1857 - 1894

Son éclateur à sphères met en évidence les ondes électromagnétiques - 1888



2-1) Courants alternatifs

- **Exemple 1 :** Quelle est la pulsation d'un signal dont la fréquence est de 10 MHz ?

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot F = 6,28 \times 10\,000\,000 = \mathbf{62\,800\,000 \text{ rad/s}}$$

- **Exemple 2 :** Quelle est la fréquence (en kHz) d'un signal sinusoïdal composé de 5 alternances et durant 15 μs ?

5 alternances forment 2,5 périodes

1 période dure : $15 \mu\text{s} / 2,5$ (durée totale / nombre de période) = 6 μs

$F(\text{MHz}) = 1 / t(\mu\text{s}) = 0,166 \text{ MHz}$ soit **166 kHz**



Joseph Fourier
1768 - 1830

Travaux sur la décomposition de fonctions périodiques - 1820

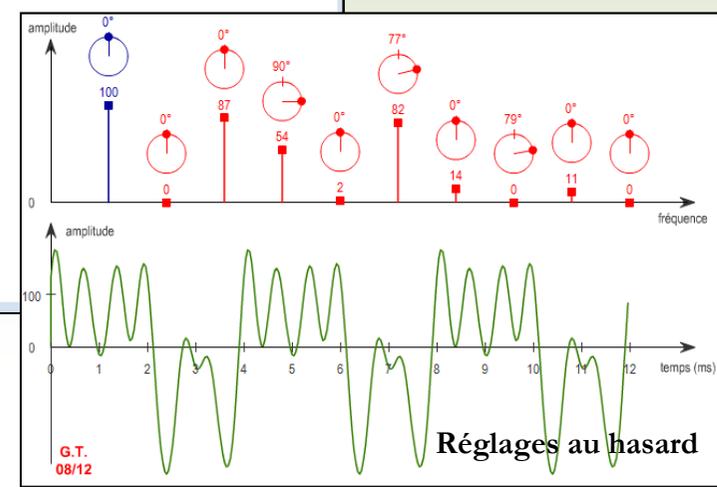
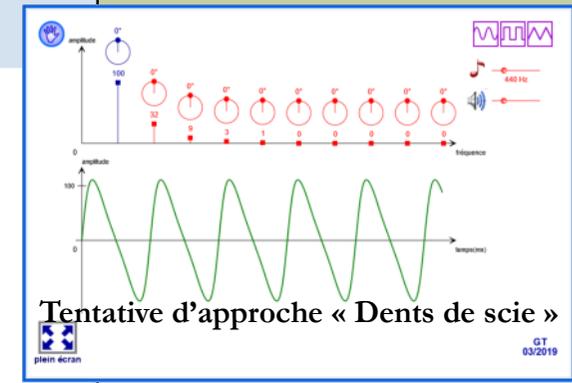
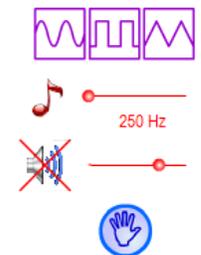
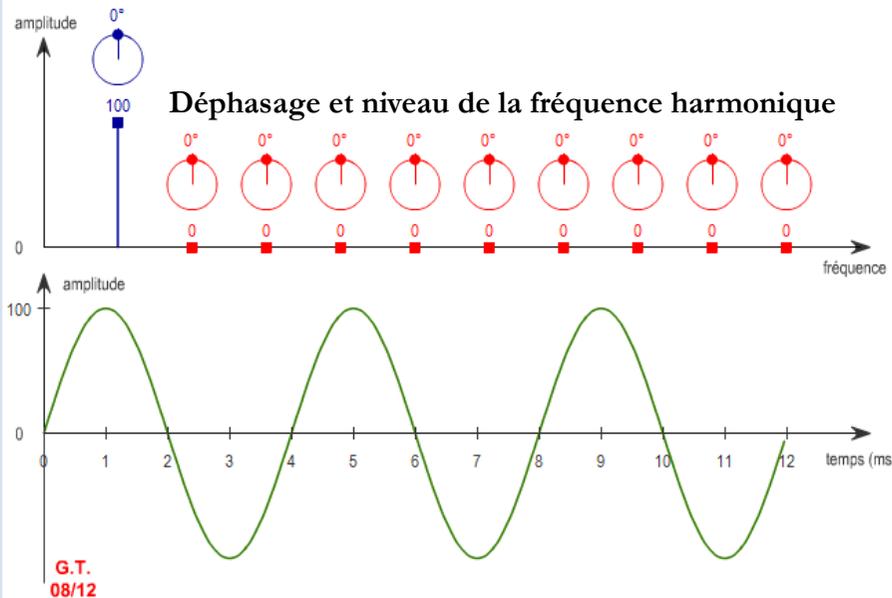
Fourier a démontré que toute fonction périodique est la somme de fonctions sinusoïdales dont les fréquences sont multiples de la période.



2-1) Courants alternatifs

- Pour générer un **signal audio** à partir de sinusoides de fréquence multiple de la période (*séries de Fourier*)
- http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Ondes/general/synthese.php

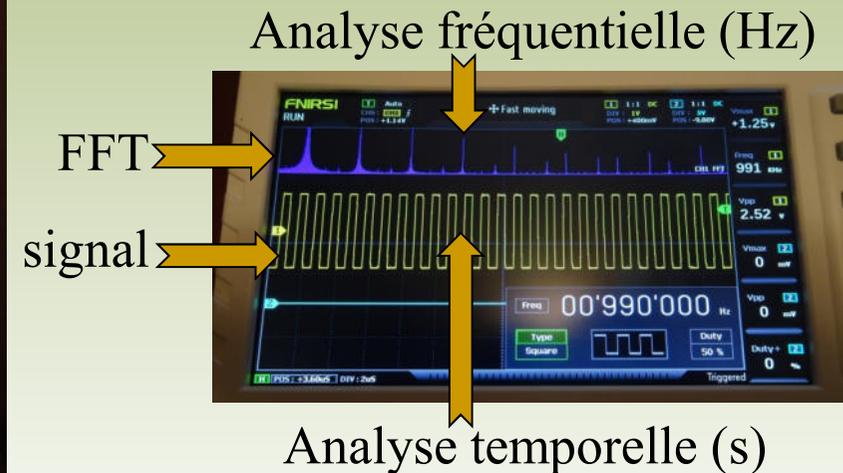
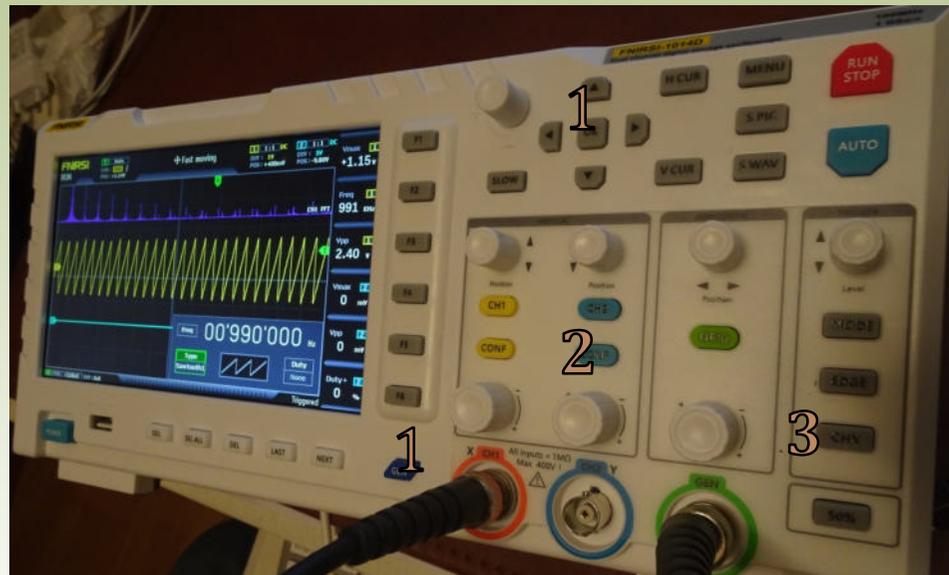
Synthèse d'un signal périodique





2-1) Courants alternatifs

- Décomposition d'un signal périodique à partir d'un **traitement FFT** (*Fast Fourier Transformer = Transformée rapide de Fourier*) intégré à l'oscilloscope **FNIRSI 1014D**



- **1** mise en route du générateur (et sélection du signal à analyser)
- **2** mise en route de la FFT du canal 1
- **3** réglage de la base de temps (pour réduire l'analyse FFT)
- on ne voit pas le déphasage des harmoniques, on ne voit que le niveau



2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête



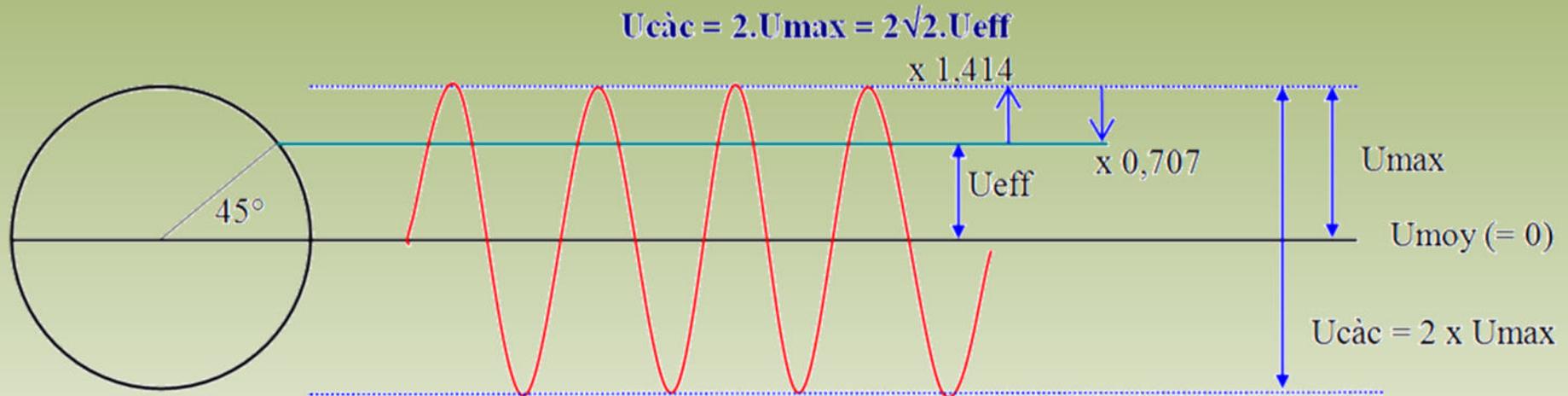
- La **valeur moyenne** (U_{moy} ou I_{moy}) d'un signal alternatif est la moyenne algébrique du courant ou de la tension. C'est la valeur lue par un galvanomètre. **Un signal sinusoïdal a une valeur moyenne nulle.**
- La **valeur maximale** (U_{max} ou I_{max}) d'un signal alternatif est la **valeur la plus grande** que prend le signal au cours d'une période. Elle est appelée aussi **valeur crête** ($U_{crête}$ ou $I_{crête}$).
- La **valeur efficace** (U_{eff} ou I_{eff}) d'un signal alternatif est la **valeur pour laquelle s'appliquent les lois d'Ohm et de Joule**. Lorsque le signal est sinusoïdal, on a :

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{eff} = 1,414 \times U_{eff}$$

$$U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2} = 0,707 \times U_{max}.$$
- La valeur **crête à crête** ($U_{càc}$ ou $I_{càc}$) est la valeur de l'écart entre les extrêmes positif et négatif du signal.



2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête



- Seules les valeurs efficaces (U_{eff} et I_{eff}) doivent être utilisées dans les calculs en courants alternatifs sinusoïdaux.
 - *les lois d'Ohm et de Joule ne s'appliquent qu'avec des valeurs efficaces.*
 - *il faut donc transformer toutes les valeurs en valeurs efficaces avant d'effectuer d'autres calculs avec les lois d'Ohm et de Joule.*
- Les formules de transformation **max>eff** et **eff>max** ne fonctionnent que pour les courants **sinusoïdaux**.
 - *il existe une formule pour chaque forme de courants alternatifs.*



2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête



- Exemples :

1)

$$I_{\text{eff}} = I_{\text{max}} \times 0,707$$

$$I_{\text{eff}} = 1 \text{ A max} \times 0,707$$

$$I_{\text{eff}} = 0,707 \text{ A eff}$$

$$U = R \cdot I$$

$$U = 50 \times 0,707 = 35,35 \text{ V}$$

2)

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

$$U_{\text{eff}} = U_{\text{max}} \times 0,707$$

$$U_{\text{eff}} = 14 \times 0,707 \approx 10 \text{ V eff}$$

$$P = 10 \text{ V} \times 2 \text{ A}$$

$$P = 20 \text{ W}$$

2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

- *La superposition d'un signal sinusoïdal et d'une composante continue modifie la valeur efficace du signal.*
 - *pour pouvoir appliquer la loi d'Ohm, on retiendra la formule suivante pour calculer la valeur efficace totale (U_{efftot}) du signal :*

$$U_{\text{efftot}} = \sqrt{(U_{\text{cont}}^2 + U_{\text{eff}}^2)}$$

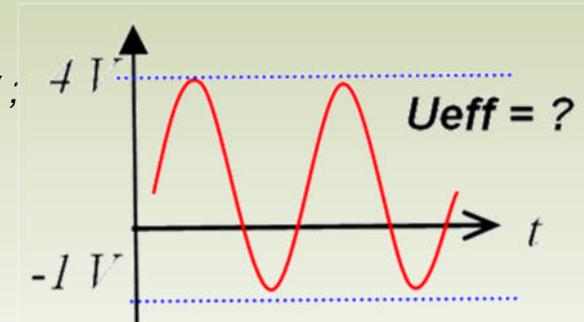
- **Exemple :**

Calcul de U_{eff} : $U_{\text{cac}} = 5V [= 4V - (-1V)]$ donc $U_{\text{max}} = 2,5 V$;
 donc $U_{\text{eff}} = 1,77 V (= 2,5 \times 0,707)$

La composante continue de ce signal est égale à sa tension moyenne : $U_{\text{cont}} = U_{\text{moy}} = [4 + (-1)] / 2 = 1,5 V$

Tension efficace totale : $U_{\text{eff}} = \sqrt{[1,5^2 + 1,77^2]} = \mathbf{2,3 V}$

Remarque : si la tension continue avait été négative (-1,5 V, ce qui implique que le signal variant entre +1V et -4 V aurait été inversé), le résultat aurait été le même (heureusement !)



Lorsque deux signaux sinusoïdaux sont superposés et pour les signaux alternatifs non sinusoïdaux, le calcul se complique...

Les valeurs efficaces ne sont pas signées (+ ou -) et on ne peut pas les additionner quand elles sont superposées (comme en courant continu)



2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête



- *On rappelle que l'intensité est une « **agitation organisée d'électrons** » qui cheminent du – vers le + (sens électronique).*
 - *en courant alternatif, les électrons continuent de s'agiter au rythme du courant mais **ne bougent presque plus de place** lorsque la fréquence augmente.*
 - *en revanche, **la propagation de l'agitation se déplace à la vitesse de la lumière** (comme en courant continu) en allant de la source (le générateur) vers la charge (qui consomme l'énergie).*
 - *la propagation de l'agitation est comparable à la chute de dominos : une fois l'impulsion donnée par la chute du premier domino, les dominos suivants chutent les uns après les autres en se déplaçant très peu alors que le mouvement de chute se propage de la première à la dernière pièce.*

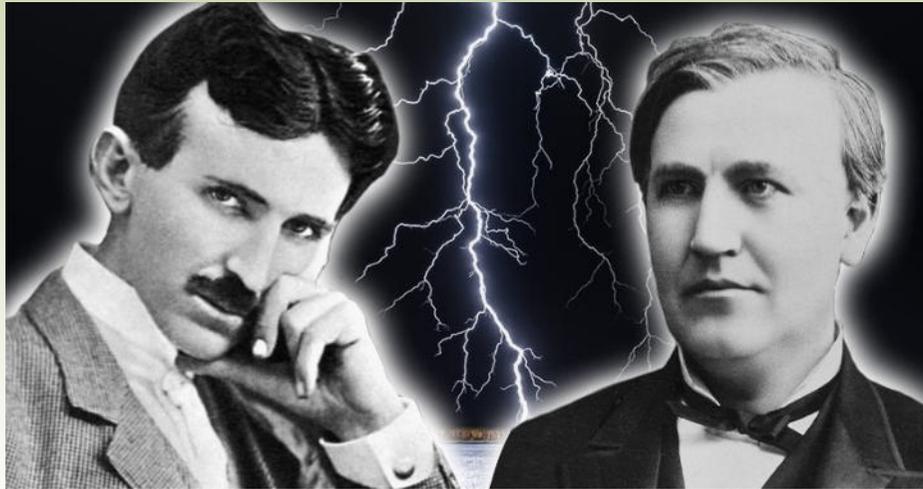




2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

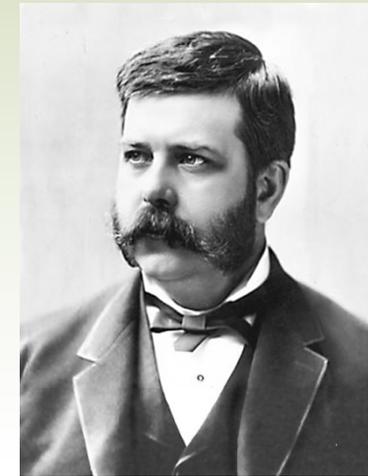


- *Le développement des réseaux électriques à la fin du 19^{ème} siècle impose le courant alternatif dont l'énergie se transporte plus facilement que celle du courant continu malgré ses dangers.*
- *Nikola Tesla (le « geek » dandy), adepte du courant alternatif, s'oppose à Thomas Edison (son ancien employeur) qui milite pour le courant continu*



Nikola Tesla (1856 – 1943) et **Thomas Edison** (1847 – 1931)

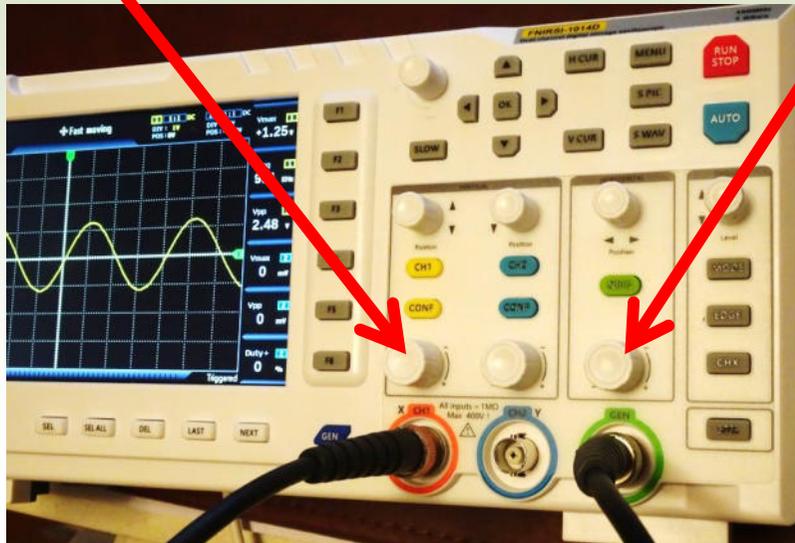
- *en 1886, l'homme d'affaires George Westinghouse se lance dans l'électrification des immeubles de Manhattan et choisit Nicola Tesla comme associé.*



George Westinghouse (1846 – 1914) crée la Westinghouse Electric Corporation en 1886

2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

- Un **oscilloscope** est un instrument qui permet de visualiser sur un écran la forme d'un signal en fonction du temps.
 - La tension du signal se déplace de la gauche vers la droite de l'écran.
 - Une **sonde** branchée au bout d'un câble collecte la tension à mesurer par rapport à la masse.
 - Un contacteur multipositions (noté U/div) détermine la **tension lue** sur l'écran où sont repérées des **divisions horizontales**.



- Un autre contacteur (noté t/div) permet de déterminer la **durée de la lecture** (temps que met le signal à parcourir une division de l'écran de gauche à droite).
- Les **divisions verticales** permettent de déterminer le temps de lecture et d'en déduire la fréquence du signal.

Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

présenté par F6GPX

**Le meilleur moyen pour se préparer à l'examen
du certificat d'opérateur radioamateur**

Retrouvez-nous tous les vendredis soir au Radio-Club
de la Haute Île à Neuilly sur Marne (93) F5KFF-F6KGL,
sur 144,575 MHz (FM) ou sur "YouTube en direct".

Tous les renseignements sur ce cours et d'autres documents sont disponibles
sur notre site Internet, onglet "Les cours" puis "Certificat Radioamateur"

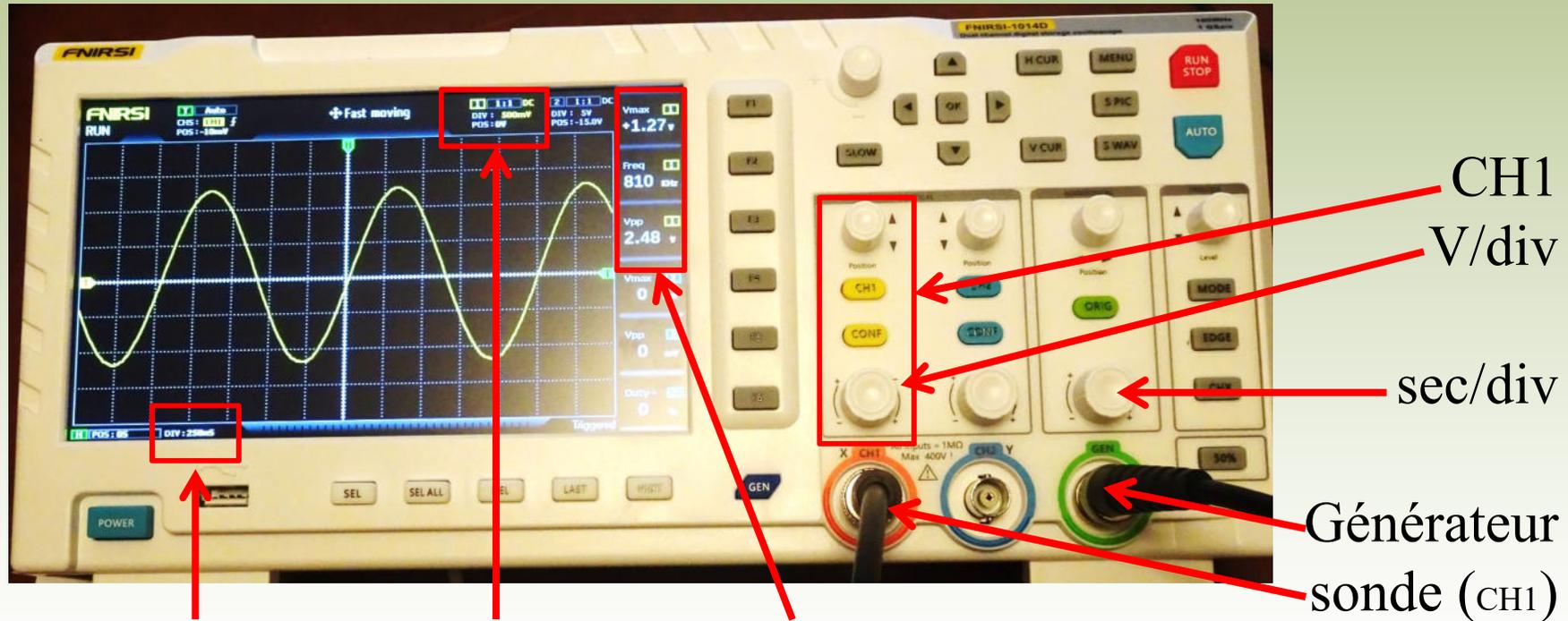
f6kgl.f5kff@free.fr

<https://www.f6kgl-f5kff.fr>



Chapitre 2 – 1ère partie

- A l'aide d'un oscilloscope, mesurer la **fréquence** et la **tension efficace** d'un signal sinusoïdal issu d'un générateur HF.



temps/div (V)

tension/div (H)

param CH1 pour vérification
la tension affichée est $V_{càc}$...

CH1
V/div

sec/div

Générateur
sonde (CH1)

Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

était présenté par F6GPX

Bon week-end à tous et à la semaine prochaine !

**Retrouvez-nous tous les vendredis soir au Radio-Club
de la Haute Île à Neuilly sur Marne (93) F5KFF-F6KGL,
sur 144,575 MHz (FM) ou sur Internet.**

Tous les renseignements sur ce cours et d'autres documents sont disponibles sur notre site Internet, onglet "*Les cours*" puis "*Certificat Radioamateur*"

f6kgl.f5kff@free.fr

<https://www.f6kgl-f5kff.fr>