

CHAPITRE VII

LES COURANTS VARIABLES

Système utilisé : **La chaîne HIFI**

(Démonstration avec le CD + oscilloscope sur enceintes)

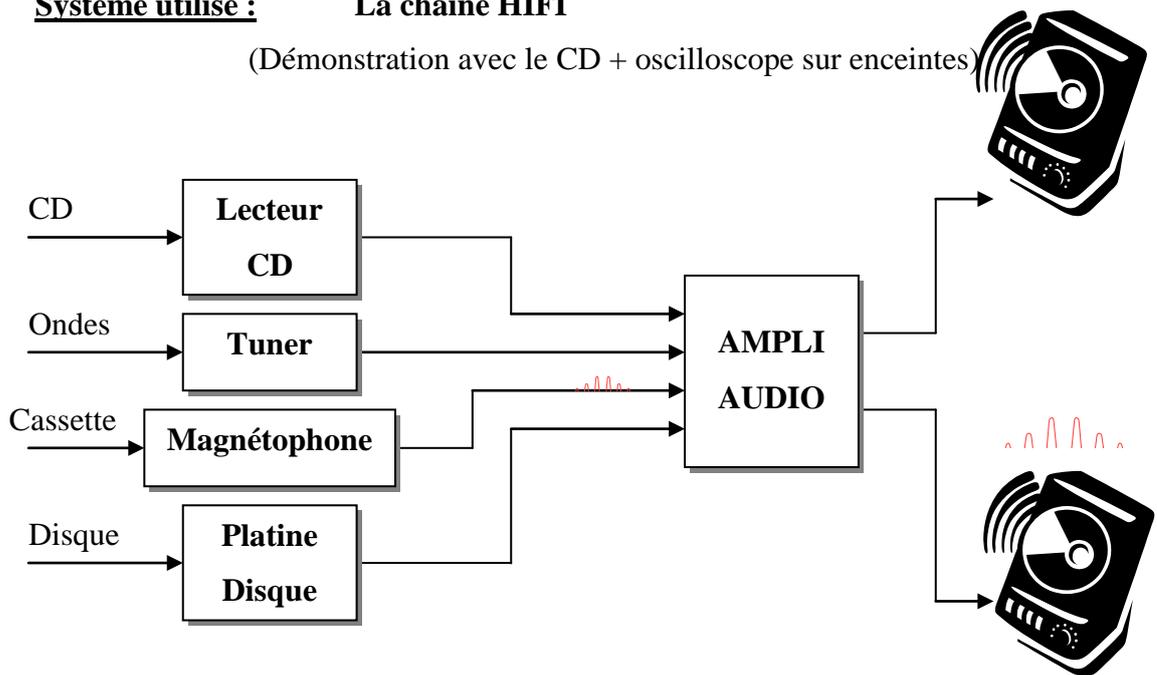
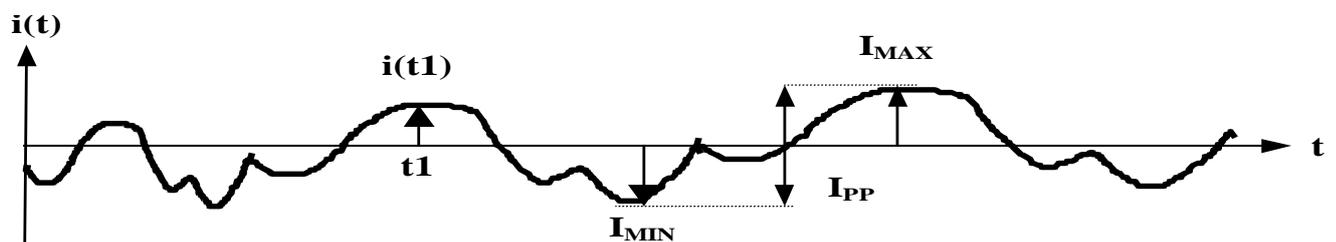


Schéma fonctionnel de la chaîne HIFI :

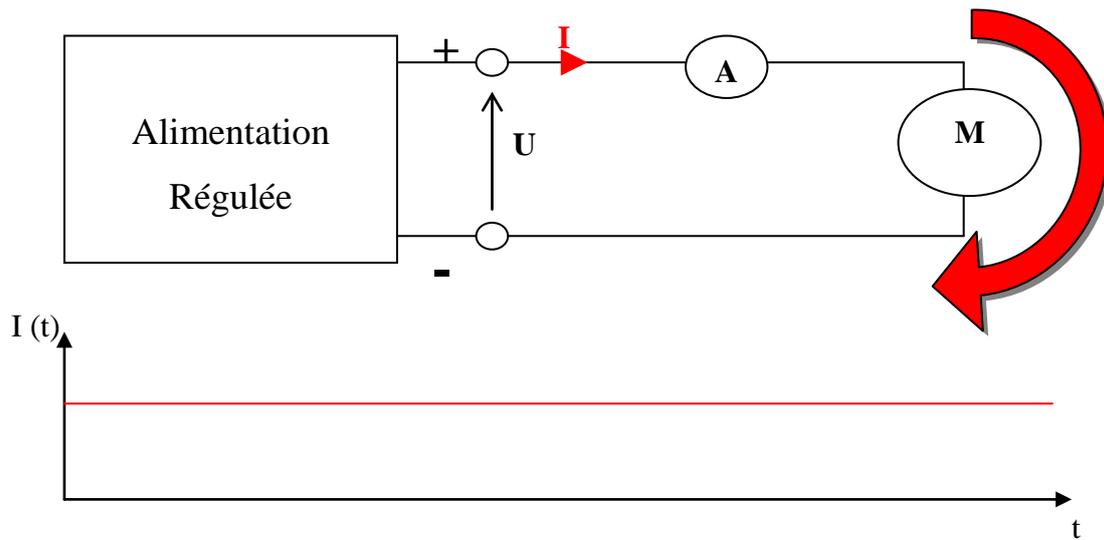


Signal relevé à la sortie de la fonction amplification :

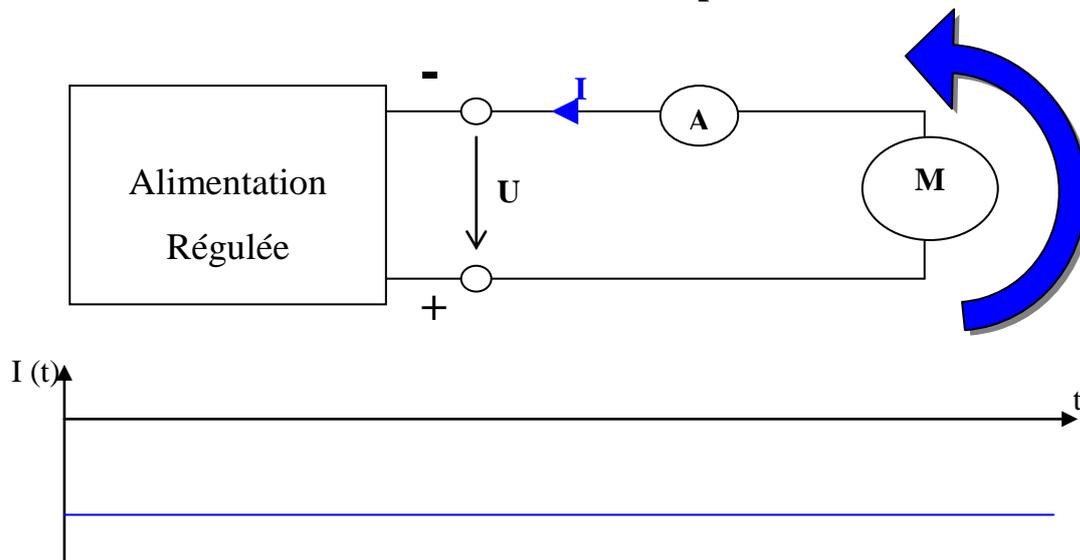


A. Généralités :

Rappels : Jusqu'à présent nous avons travaillé qu'avec des courants circulant toujours dans le même sens. (De la tension la plus forte à la tension la plus faible). Ce qui entraîne une tension fixe dans le temps.



UNIDIRECTIONNEL (positif)



UNIDIRECTIONNEL (négatif)

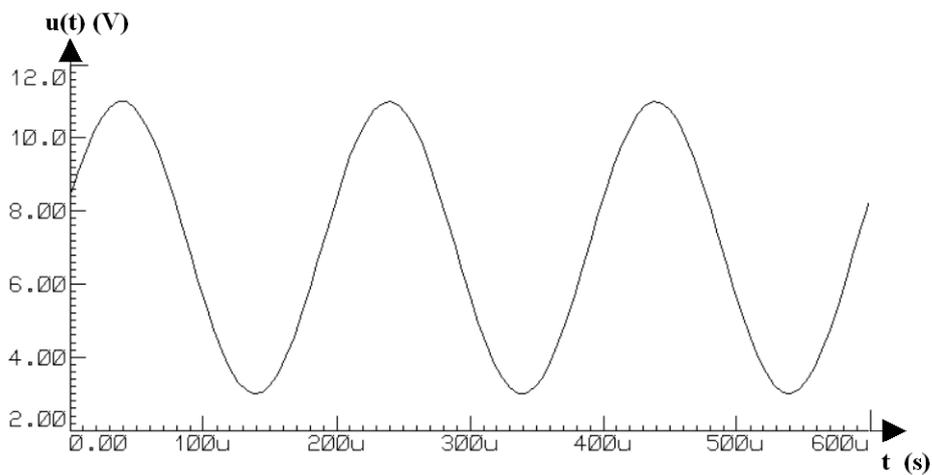
En régime **variable**, les courants et les différences de potentiels sont des grandeurs **variant** avec le temps. (Comme nous l'avons vu lors de la démonstration sur la chaîne)

Classification des courants :

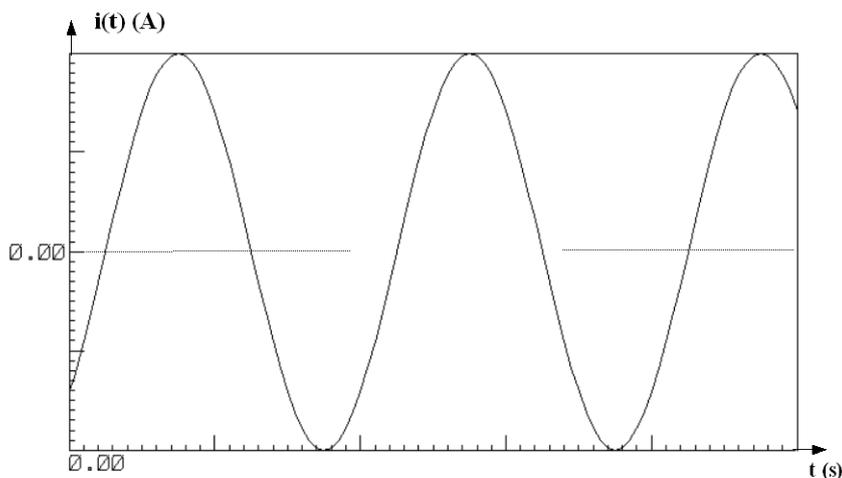
Les courants variables peuvent être classés selon leur **sens de circulation** :

↳ Les courants unidirectionnels :

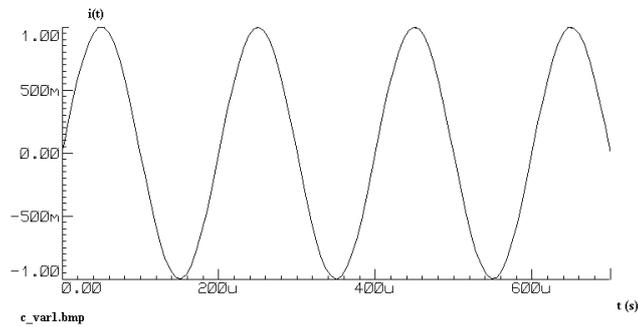
Ils circulent toujours dans le même sens. Les intensités et les ddp qui leur correspondent sont toujours de même signe.

**UNIDIRECTIONNEL (positifs)****↳ Les courants bidirectionnels :**

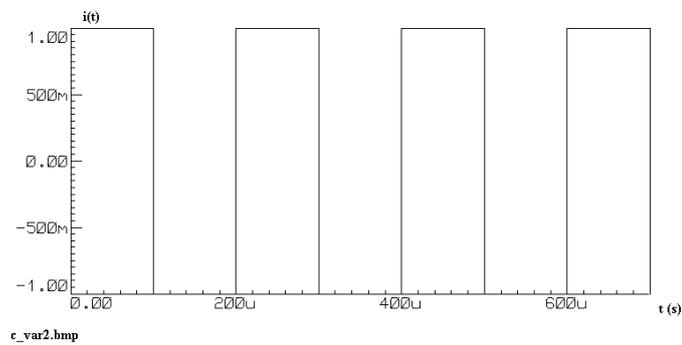
Ils ne circulent pas toujours dans le même sens. Les intensités et les ddp qui leur correspondent sont tantôt négatifs, tantôt positifs.

**BIDIRECTIONNEL**

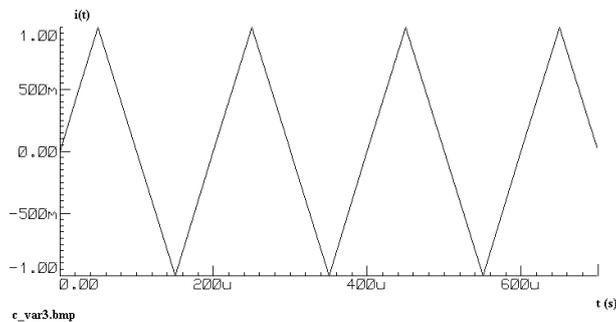
Quelques formes de courants variables :



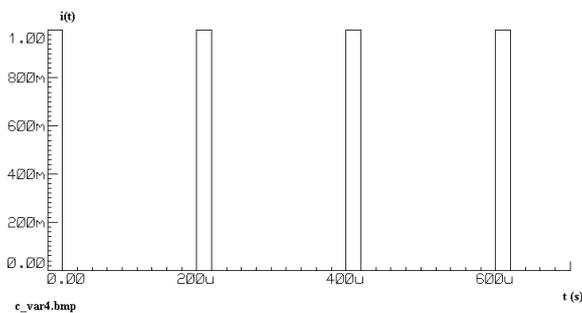
Courant alternatif sinusoïdal



**Courant alternatif de forme carrée
(ou rectangulaire)**



Courant alternatif de forme triangulaire



Courant de forme impulsionnelle

Les notations :

On gardera les anciennes notations car elles sont plus « explicites ».

(Parlantes)

↳ Les valeurs instantanées :

Elles sont **variables** avec le temps et sont notées : $i(t), u(t), \dots$ etc.

(Nouvelles) : $i \quad u$

↳ Les valeurs maximales :

Elles sont **indépendantes** du temps et sont notées : I_{MAX}, U_{MAX}, \dots etc.

(Nouvelles) : $\hat{I}_1 \quad \hat{U}_1$

↳ Les valeurs minimales :

Elles sont **indépendantes** du temps et sont notées : I_{MIN}, U_{MIN}, \dots etc.

(Nouvelles) : $\hat{I}_2 \quad \hat{U}_2$

↳ Les valeurs moyennes :

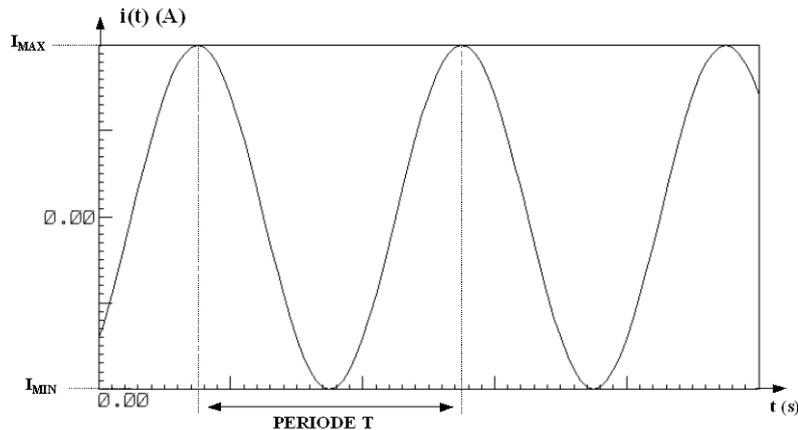
Elles sont **indépendantes** du temps et sont notées : I_{MOY}, U_{MOY}, \dots etc.

(Nouvelles) : $\bar{I} \quad \bar{u}$

↳ Les valeurs efficaces :

Elles sont **indépendantes** du temps et sont notées : I_{EFF}, U_{EFF}, \dots etc.

(Nouvelles) : $I \quad U$

B. Les courants périodiques :Graphes d'un courant **variable et périodique** :

La représentation d'un signal électrique **périodique** est une **répétition** de figures identiques.

Définition :

La période d'un signal électrique périodique est l'intervalle de temps T qui sépare deux instants consécutifs où le signal électrique se reproduit identiquement à lui-même. La représentation d'un signal périodique est une répétition de figures identiques.

↪ La **période** s'exprime en **secondes (s)**.

↪ Le symbole de la période est **T**.

↪ La période d'un signal électrique est l'inverse de la fréquence, on a :

$$T = 1/f$$

f : fréquence en hertz (**Hz**).

T : période en secondes

La fréquence f représente le nombre de périodes T en une seconde.

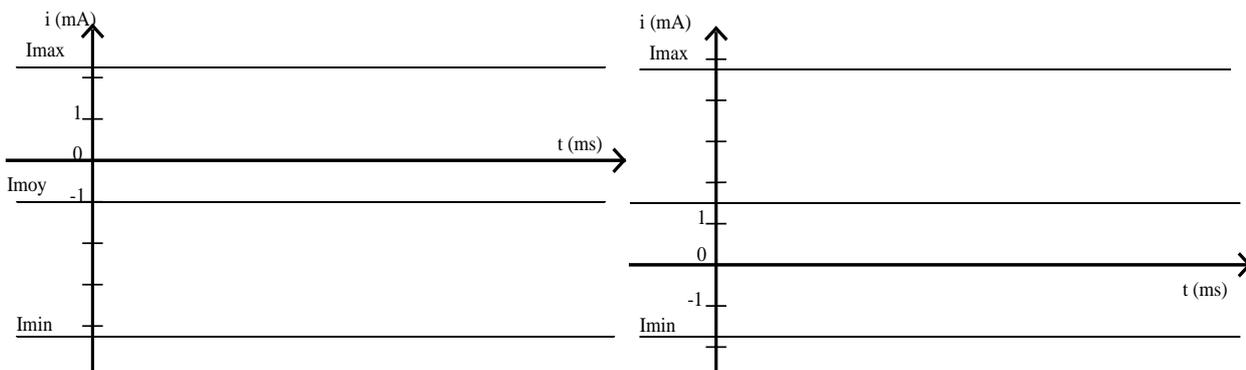
C. Les valeurs caractéristiques :

Définitions :

Valeur moyenne :

L'intensité moyenne d'un courant variable est égale à l'intensité d'un courant continu qui transporterait pendant le même temps la même quantité d'électricité.

La valeur moyenne de l'intensité d'un courant électrique se mesure à l'aide d'un ampèremètre en position « CONTINU ».



Valeur efficace :

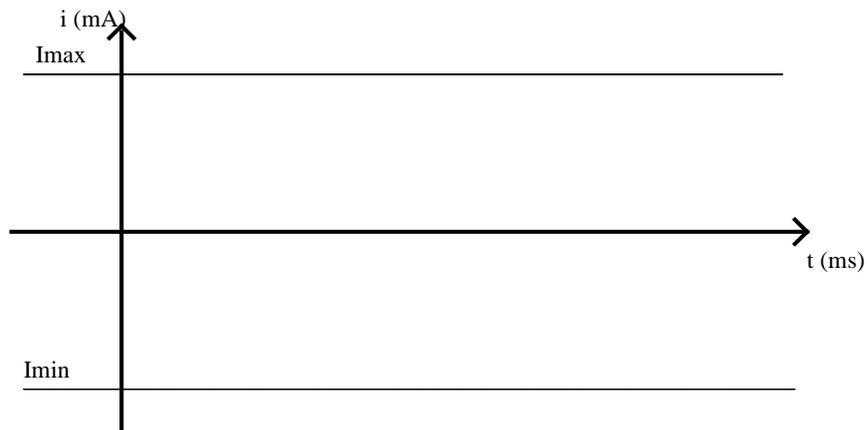
L'intensité efficace d'un courant variable est égale à l'intensité d'un courant continu qui produirait dans la même résistance le même dégagement de chaleur.

La valeur efficace de l'intensité d'un courant électrique se mesure à l'aide d'un ampèremètre en position « ALTERNATIF ».

Valeur instantanée de l'intensité du courant à un temps t .

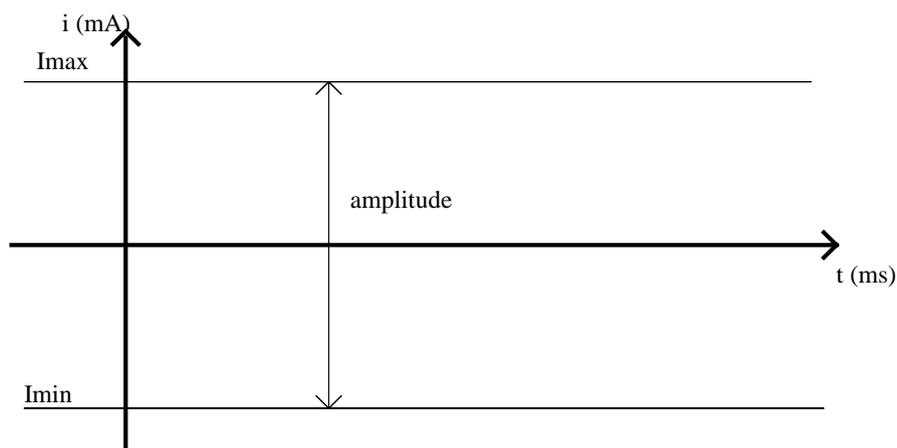
Valeur maximale de l'intensité du courant $i(t)$. C'est la valeur maximale que peut atteindre l'intensité du courant $i(t)$ au cours d'une période.

Valeur minimale de l'intensité du courant $i(t)$. C'est la valeur minimale que peut atteindre l'intensité du courant $i(t)$ au cours d'une période.



Valeur crête à crête de l'intensité du courant $i(t)$. C'est l'écart entre l'intensité maximale et l'intensité minimale du courant. Il est donné par la formule :

$$I_{pp} = I_{MAX} - I_{MIN}$$



D. Le courant sinusoïdal :

1. La valeur instantanée :

L'expression mathématique d'un **courant sinusoïdal** est :

$$i(t) = i'_{MAX} \cdot \text{Sin}(\omega t + \phi) + I_{MOY}$$

i'_{MAX} : Amplitude maximum du signal alternatif(A)

t : Temps en secondes (s).

ω : Pulsation en radians par seconde (rad/s).

$\omega t + \phi$: Phase en radians (rad) ou degrés (°).

ϕ : Phase à l'origine en radians (rad).

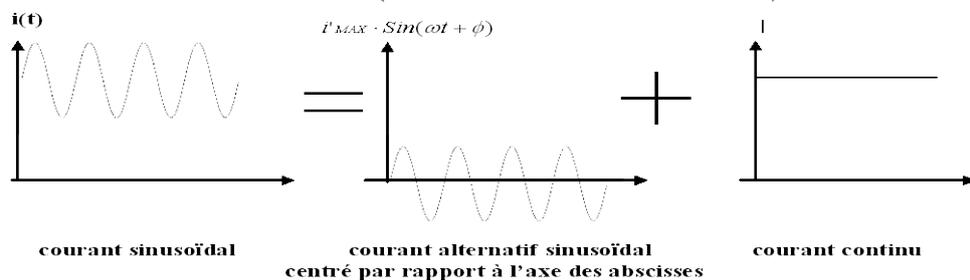
I_{MOY} : Valeur moyenne du courant (A).

Composition d'un signal sinusoïdal :

Un courant sinusoïdal est composé d'un courant alternatif sinusoïdal et d'un courant continu c'est-à-dire :

$$i(t) = \underbrace{i'_{MAX} \cdot \text{Sin}(\omega t + \phi)}_{\text{Composante variable de } i(t)} + \underbrace{I_{MOY}}_{\text{composante continue de } i(t)}$$

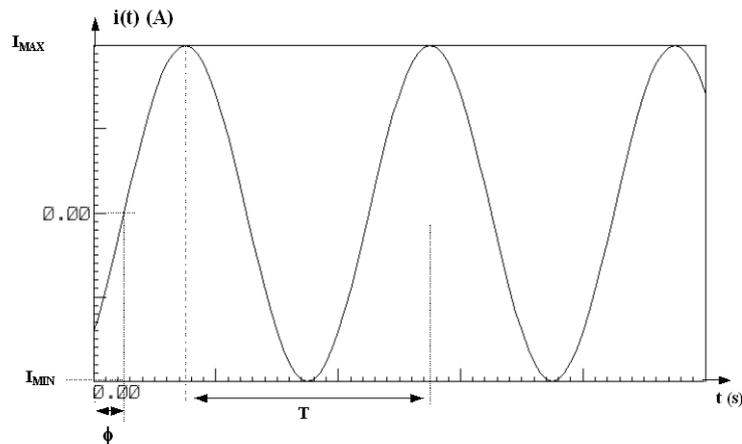
Exemple graphique :



Le **courant continu** I est la **valeur moyenne** du courant sinusoïdal $i(t)$.

C'est I qui fait que $i(t)$ n'est pas centré sur l'axe des temps.

Graphes de $i(t) = I_{MAX} \cdot \sin(\omega t + \phi) + I_{MOY}$



Voici un exemple où la **valeur moyenne** du signal est **nulle**.

2. La valeur moyenne : I_{MOY}

La **valeur moyenne** de l'intensité d'un courant **sinusoïdal** est donnée par :

$$I_{MOY} = \frac{I_{MAX} + I_{MIN}}{2}$$

La **valeur moyenne** de l'intensité d'un courant électrique se mesure à l'aide d'un **ampèremètre** en position « **CONTINU** ».

3. La pulsation : ω

La période de la fonction sinus est 2π . Pour un signal de forme sinusoïdale qui a une phase à l'origine nulle on peut écrire l'équation suivante :

$$\omega T = 2\pi$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = 2\pi \times f$$

ω : Pulsation en radians par secondes **rad/s**.

T : période du signal en secondes **s**.

f : fréquence du signal en hertz (**Hz**).

Exercice : la fréquence du réseau EDF est de 50 Hz. Calculer sa pulsation.

.....

(Au Etats-Unis et au Japon, la tension distribuée a une fréquence de 60Hz)

4. **La valeur crête à crête** : I_{PP}

La valeur **crête à crête** de l'intensité d'un courant **sinusoïdal** est donnée par :

$$I_{PP} = I_{MAX} - I_{MIN}$$

La **valeur crête à crête** de l'intensité d'un courant électrique se mesure à l'aide d'un **OSCILLOSCOPE**.

5. **La valeur efficace** : I_{EFF}

La **valeur efficace** de l'intensité d'un courant **alternatif sinusoïdal** est donnée par :

$$I_{EFF} = \frac{I_{MAX} - I_{MIN}}{2 \times \sqrt{2}} = \frac{I_{PP}}{2 \times \sqrt{2}}$$

Plus généralement, la **valeur efficace** de l'intensité d'un courant **sinusoïdal** est donnée par :

La **valeur efficace** de l'intensité d'un courant électrique se mesure à l'aide d'un ampèremètre en position « **ALTERNATIF** ».

E. Exercices d'application :**Exercice 1 :**

Déterminer pour chacun des signaux sinusoïdaux suivants :

- a- La **valeur maximale** b- La **valeur moyenne**.
 c- La **valeur efficace**. d- La **fréquence** et la **période**. e- La **phase à l'origine**.

$$1- i(t) = 5 \sin (6284 t + \pi)$$

- a) $i_{1\max} = \underline{5A}$
 b) $i_{1\text{moy}} = \underline{0A}$
 c) $i_{1\text{eff}} = (i_{1\max} - i_{1\min}) / (2 \cdot \sqrt{2}) = 10 / (2 \cdot \sqrt{2}) = \underline{3,54A}$
 d) $2\pi f = 6284$ alors $f = 6284 / 2\pi = 1000,13\text{hz} = \underline{1\text{khz}}$
 $T = 1/f = 1/10^3 = 10^{-3} \text{ s} = \underline{1\text{ms}}$
 e) $\phi = \underline{\pi \text{ rad}}$

$$2- i(t) = 12 \sin (3770 t + \pi/2) + 3$$

- a) $I_{2\max} = 12 + 3 = \underline{15A}$
 b) $I_{2\text{moy}} = \underline{3A}$
 c) $I_{2\text{eff}} = \sqrt{0,5 \times (I_{2\max} - I_{2\text{moy}})^2 + I_{2\text{moy}}^2} = \sqrt{0,5 \times (15 - 3)^2 + (3)^2} = \underline{9,27A}$
 d) $2\pi f = 3770$ alors $f = 3770 / 2\pi = \underline{600\text{hz}}$
 $T = 1/f = 1/600 = \underline{1,67\text{ms}}$
 e) $\phi = \underline{\pi/2 \text{ rad}}$

$$3- u(t) = 20 \sin (94 t - \pi/4)$$

- a) $U_{3\max} = \underline{20v}$
 b) $U_{3\text{moy}} = \underline{0v}$
 c) $U_{3\text{eff}} = (U_{3\max} - U_{3\min}) / (2 \cdot \sqrt{2}) = 40 / (2 \cdot \sqrt{2}) = \underline{14,144v}$
 d) $2\pi f = 94$ alors $f = 94 / 2\pi = \underline{14,96\text{hz}}$
 e) $T = 1/f = 1/14,96 = 66,84 \cdot 10^{-3} \text{ s} = \underline{66,84\text{ms}}$
 f) $\phi = \underline{\pi/4 \text{ rad}}$

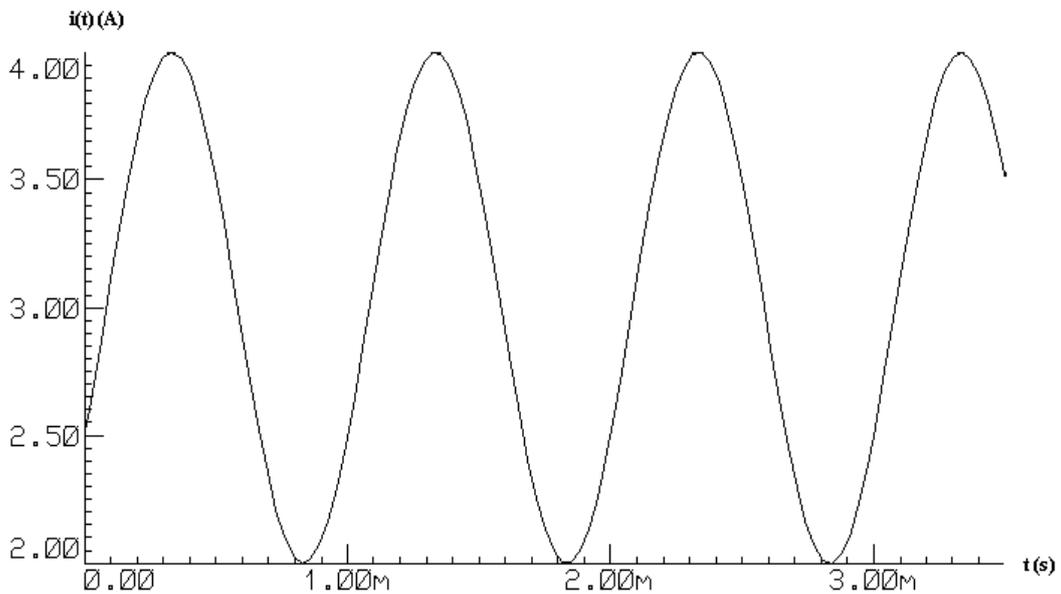
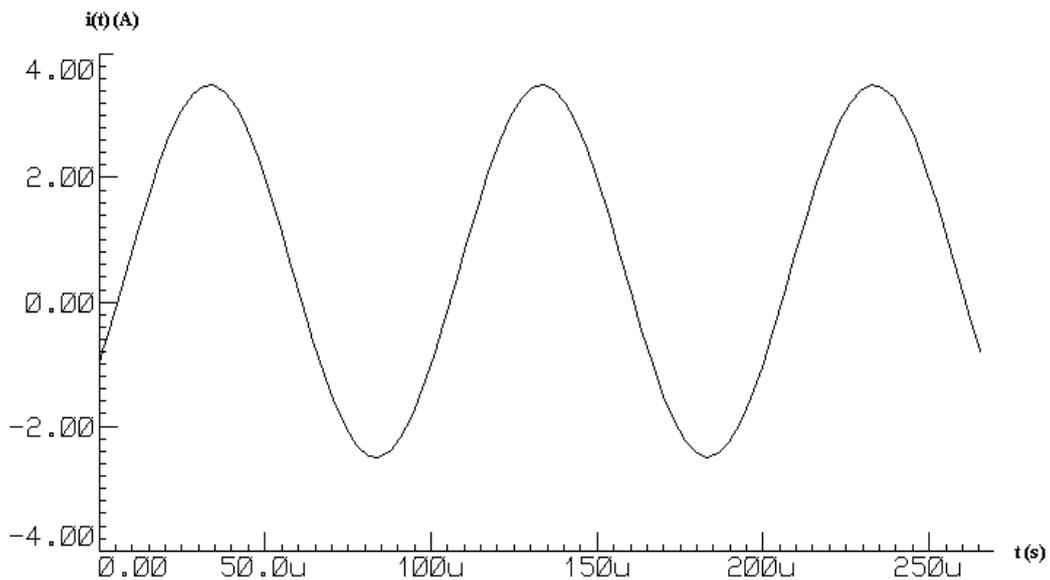
$$4- u(t) = 7 \sin (3142 t + \pi/6) + 2$$

- a) $U_{4\max} = 7 + 2 = \underline{9v}$
 b) $U_{4\text{moy}} = \underline{2v}$
 c) $U_{4\text{eff}} = \sqrt{0,5 \times (U_{4\max} - U_{4\text{moy}})^2 + U_{4\text{moy}}^2} = \sqrt{0,5 \times (9 - 2)^2 + (2)^2} = \underline{5,34v}$
 d) $2\pi f = 3142$ alors $f = 3142 / 2\pi = \underline{500\text{hz}}$
 $T = 1/f = 1/500 = \underline{2\text{ms}}$
 e) $\phi = \underline{\pi/6 \text{ rad}}$

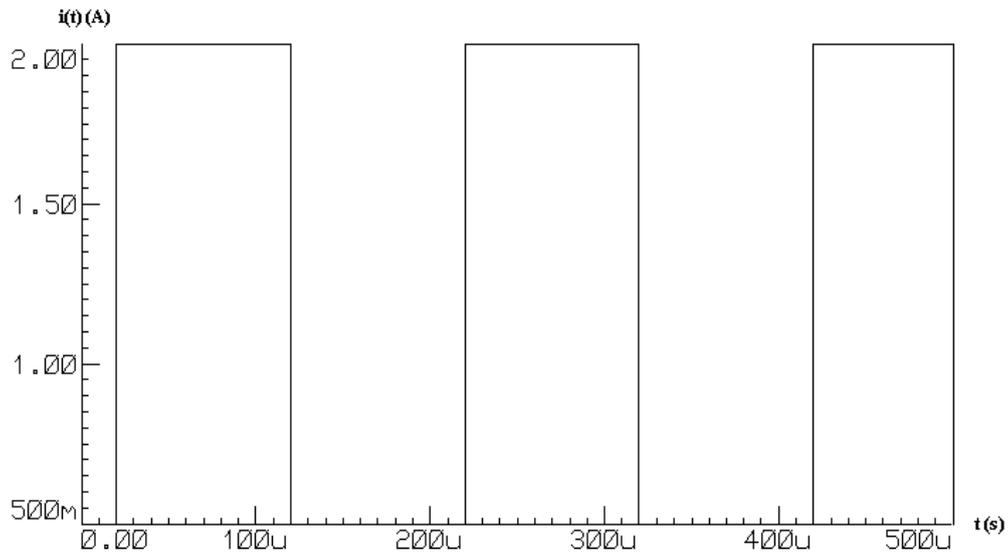
Exercice 2 :

Déterminer pour chacun des graphes les caractéristiques suivantes :

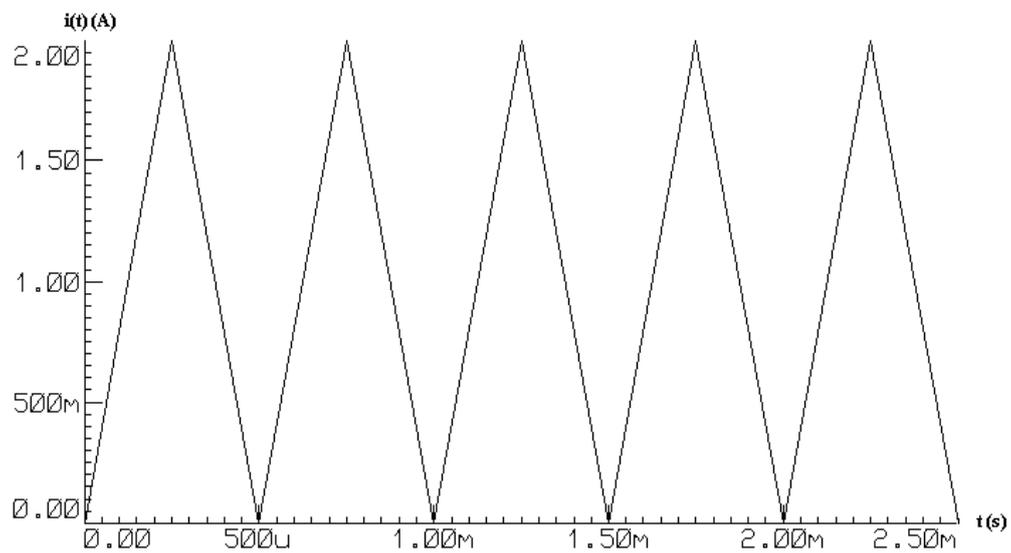
- La **période** la **fréquence** et la **pulsation** du signal électrique.
- La **valeur moyenne** du signal électrique.
- La **valeur efficace** du signal électrique.
- La **valeur crête à crête** du signal électrique.

GRAPHE N°1**GRAPHE N°2**

GRAPHE N°3



GRAPHE N°4



F. Travaux pratiques :**Travail à faire :**

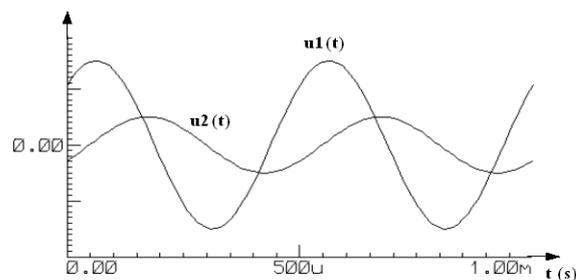
A l'aide du Générateur Basses Fréquences, visualiser tous les graphes précédents. (Appeler le professeur à chaque courbe visualisée)

Sur les schémas précédents, noter tous les réglages

(Base de temps, AC/DC...)

G. Le déphasage :**Représentation de 2 grandeurs de même pulsation ω :**

Soit le graphe suivant représentant deux ddp sinusoïdales de même fréquence :



$$u_1(t) = U_{1\text{MAX}} \sin(\omega t + \phi_1)$$

$$u_2(t) = U_{2\text{MAX}} \sin(\omega t + \phi_2)$$

Le **déphasage** est égal à la **différence** des phases :

$$\phi = (\omega t + \phi_1) - (\omega t + \phi_2)$$

$$\phi = \phi_1 - \phi_2$$

Remarques :

- ☞ Lorsque le déphasage est **nul**, les deux ddp sont **en phase**.
- ☞ Lorsque le déphasage est de π radians ou 180° , les deux ddp sont en **opposition de phase**.
- ☞ Le signal qui est **en avance** par rapport à l'autre est celui dont l'amplitude est la **plus grande** au temps **t=0s**. Ici, c'est $u_1(t)$ qui est **en avance** sur $u_2(t)$.

Détermination graphique du déphasage :

Pour déterminer graphiquement le **déphasage** en 2 signaux sinusoïdaux il faut :

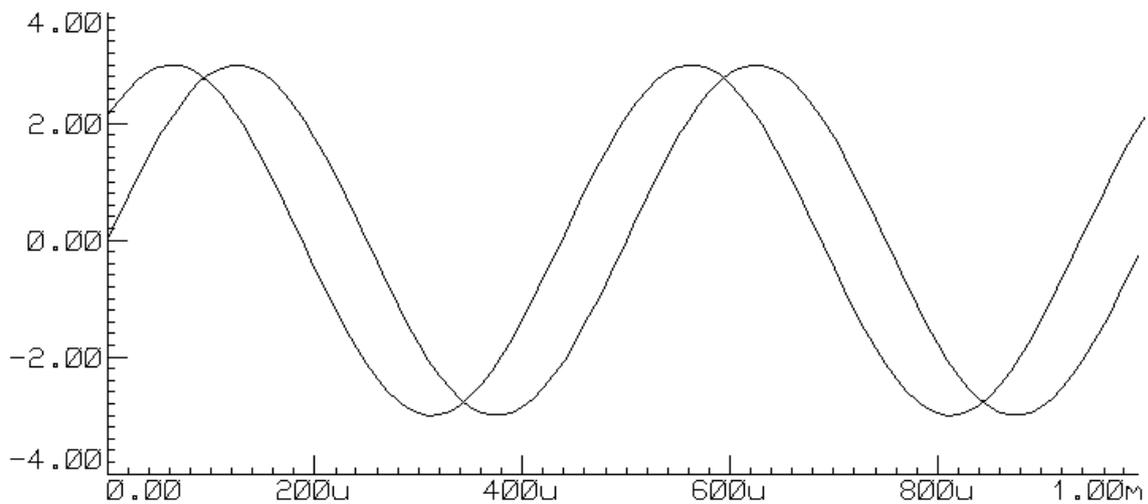
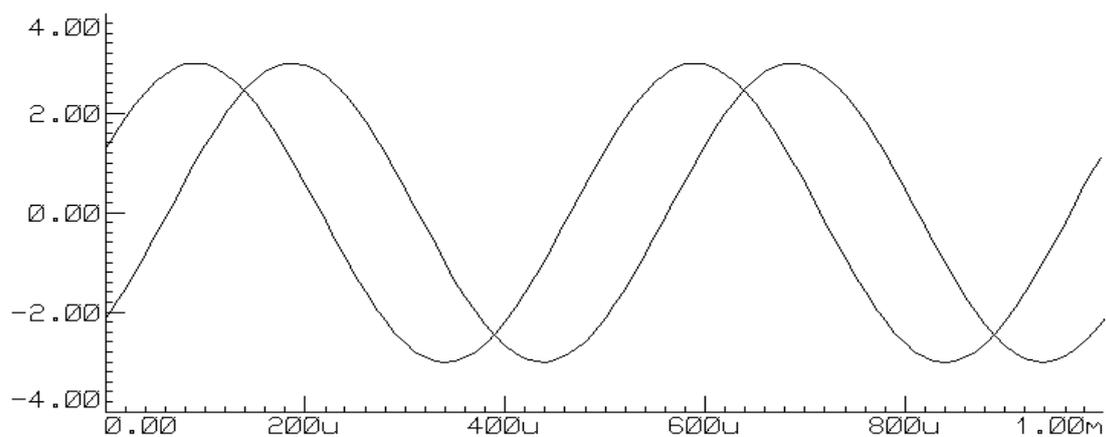
- ❶ Déterminer graphiquement la période **T** des 2 signaux sinusoïdaux.
- ❷ Déterminer graphiquement le temps de décalage **td** séparant les 2 signaux sinusoïdaux.
- ❸ Le déphasage ϕ est donné par la formule :

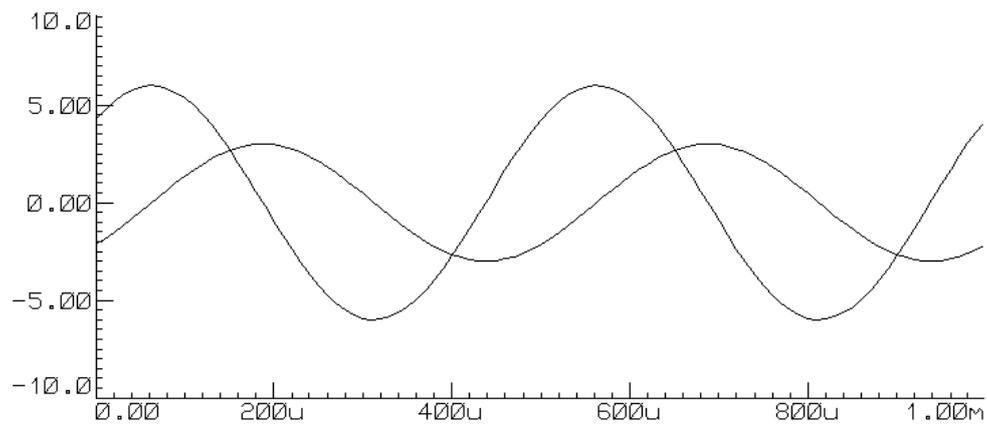
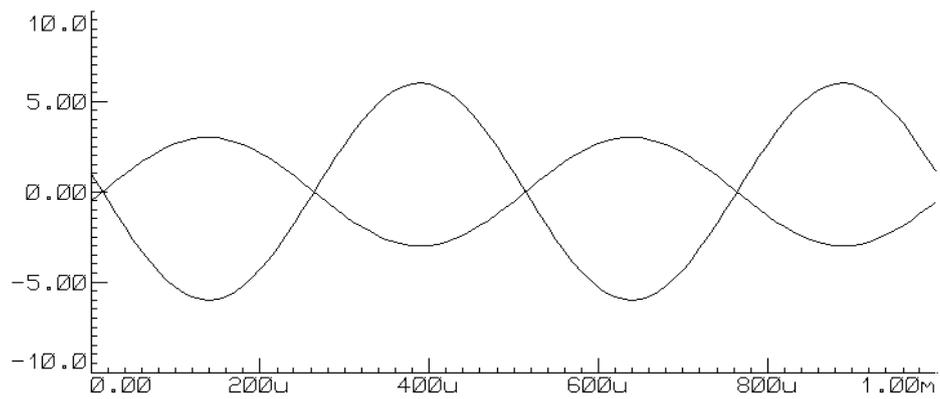
$$\begin{array}{l} T \rightarrow 2\pi \\ td \rightarrow \phi(\text{radians}) \end{array} \quad \text{Produit en croix } \phi(\text{radians}) = \frac{td \cdot 2\pi}{T}$$

$$\begin{array}{l} T \rightarrow 360^\circ \\ td \rightarrow \phi(\text{degrés}) \end{array} \quad \text{Produit en croix } \phi(\text{degrés}) = \frac{td \cdot 360}{T}$$

H. Exercices d'application :

Déterminer le déphasage des ddp sinusoïdales suivantes :

GRAPHE N°1**GRAPHE N°2**

GRAPHE N°3**GRAPHE N°4****GRAPHE N°5**