

Chapitre N°5 : Signaux et énergie électrique

Aux débuts de l'électricité (XIXème siècle), le transport de l'électricité était effectué en tension continue. Cependant une telle tension était impossible à transformer et, lorsque les distances augmentaient, les chutes de tension rendaient impossible une gestion saine du réseau.

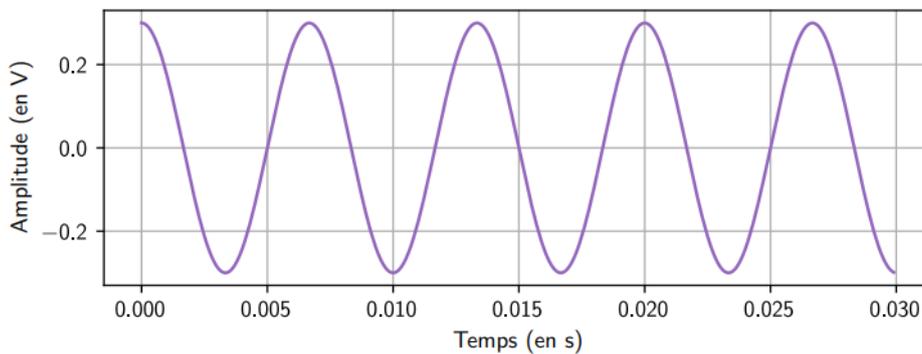
Pour résoudre ces problèmes, on utilise aujourd'hui des tensions et des courants sinusoïdaux.

1/ Étude de signaux sinusoïdaux

Sur le réseau électrique en France, la tension électrique délivrée est alternative et sinusoïdale de valeur efficace 230 V avec une fréquence de 50 Hz.

a/ Caractéristiques d'un signal sinusoïdal

Une tension (ou un courant) est sinusoïdale si elle peut être modélisée par une fonction trigonométrique sinus. Plusieurs caractéristiques peuvent être déterminées graphiquement.



Sur la tension sinusoïdale, on peut déterminer plusieurs grandeurs caractéristiques :

Dans la représentation ci-dessus :

✓ l'amplitude (en V), notée U_{\max} , correspond à la valeur maximale par rapport à 0 ;

$U_{\max} = \dots\dots\dots$

✓ la valeur efficace (en V), notée U_{eff} , calculée à partir de l'amplitude maximale :

$U_{\text{eff}} = \dots\dots\dots$

✓ la période (en s), notée T , qui correspond à la durée d'un motif du signal périodique ;

$T = \dots\dots\dots$

✓ la fréquence (en Hz), notée f , qui correspond au nombre de périodes par seconde et qui peut se calculer à l'aide de la période T (en s) :

$f = \dots\dots\dots$

✓ la pulsation (en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$), notée ω , qui se calcule à partir de la période (en s) ou de la fréquence (en Hz) tel que :

$\omega = \dots\dots\dots$

✓ la phase à l'origine qui est un angle (en rad), notée ϕ , est calculée tel que :

$\phi = \dots\dots\dots$

avec t_1 l'instant (en s) où le signal est croissant et s'annule.

b/ Modélisation d'un signal sinusoïdal

Le signal sinusoïdal précédent peut être modélisé à l'aide d'une fonction sinusoïdale. Comme on étudie son évolution dans le temps, on modélise la fonction $a(t)$ par la fonction suivante :

2/ Une installation électrique et plusieurs puissances

Lorsque l'on parle de tension ou de courant, on finit inévitablement par parler de puissance électrique. C'est la grandeur qui nous intéresse car elle est directement reliée à la notion d'énergie électrique.

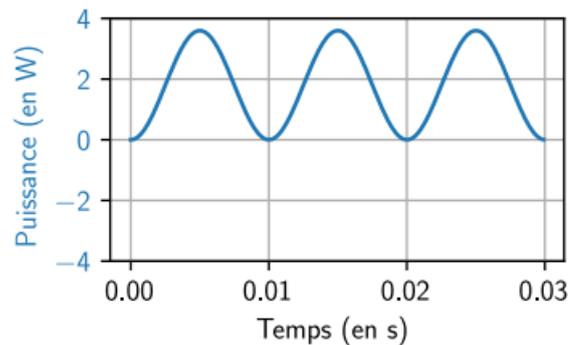
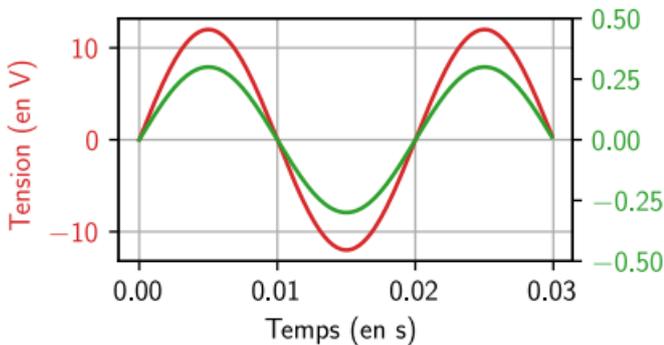
a/ Puissance instantanée

La puissance instantanée, notée $p(t)$ (en W), consommée par un dipôle est

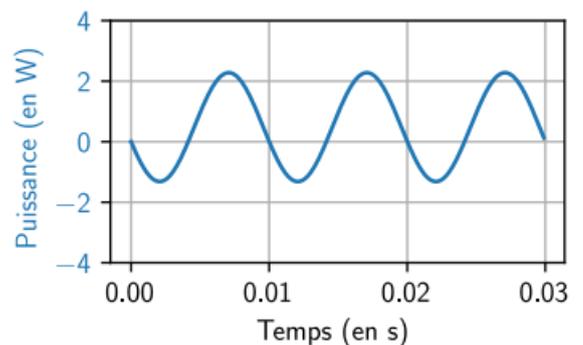
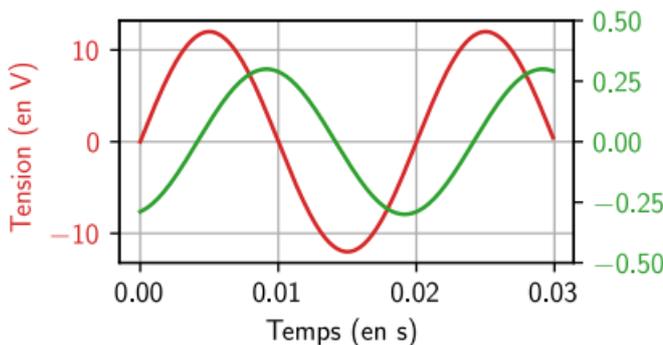
De la même manière qu'en régime continu, la puissance instantanée correspond au produit de la tension et de l'intensité instantanées :

Attention, lorsqu'un circuit électrique est constitué de composants inductifs (bobine) ou capacitifs (condensateur), l'intensité du courant et la tension peuvent ne plus être en phase (i.e. alignés horizontalement) comme présenté sur les deux graphiques suivants.

— Tension et intensité en phase :



— Tension et intensité en déphasés :



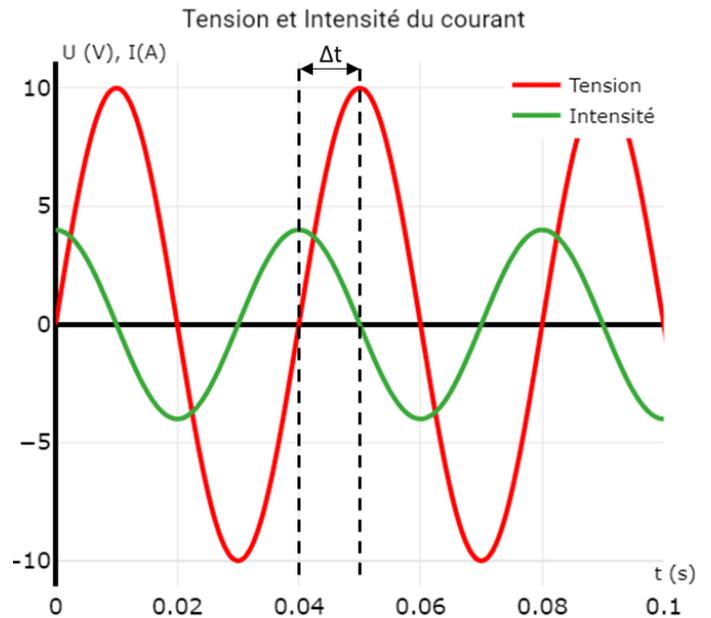
Détermination du déphasage tension-intensité, notée φ (en rad) :

avec φ en rad, Δt et T en s

Dans la représentation ci-contre, le déphasage est :

.....

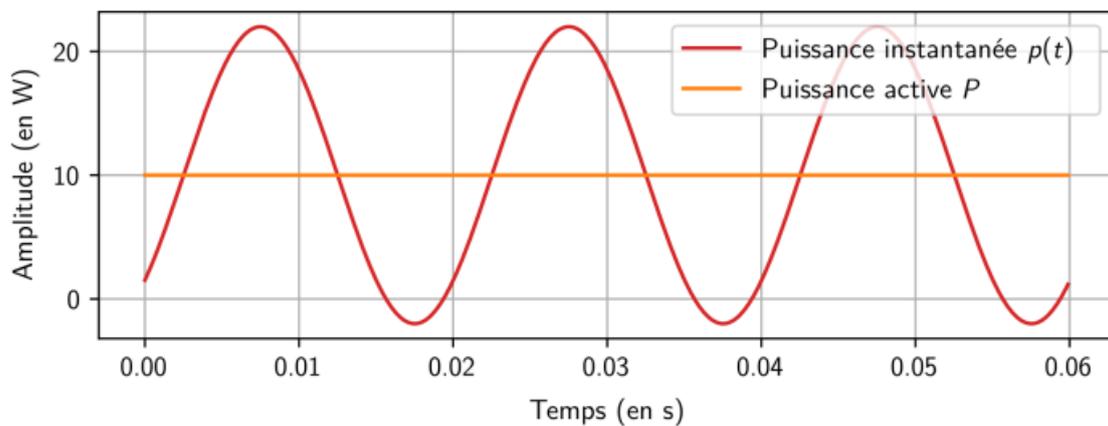
La puissance instantanée $p(t)$ est maximale lorsque la tension et l'intensité sont en phase.



b/ Puissance active

La puissance active (en W), notée P, est

On peut la calculer de la manière suivante :



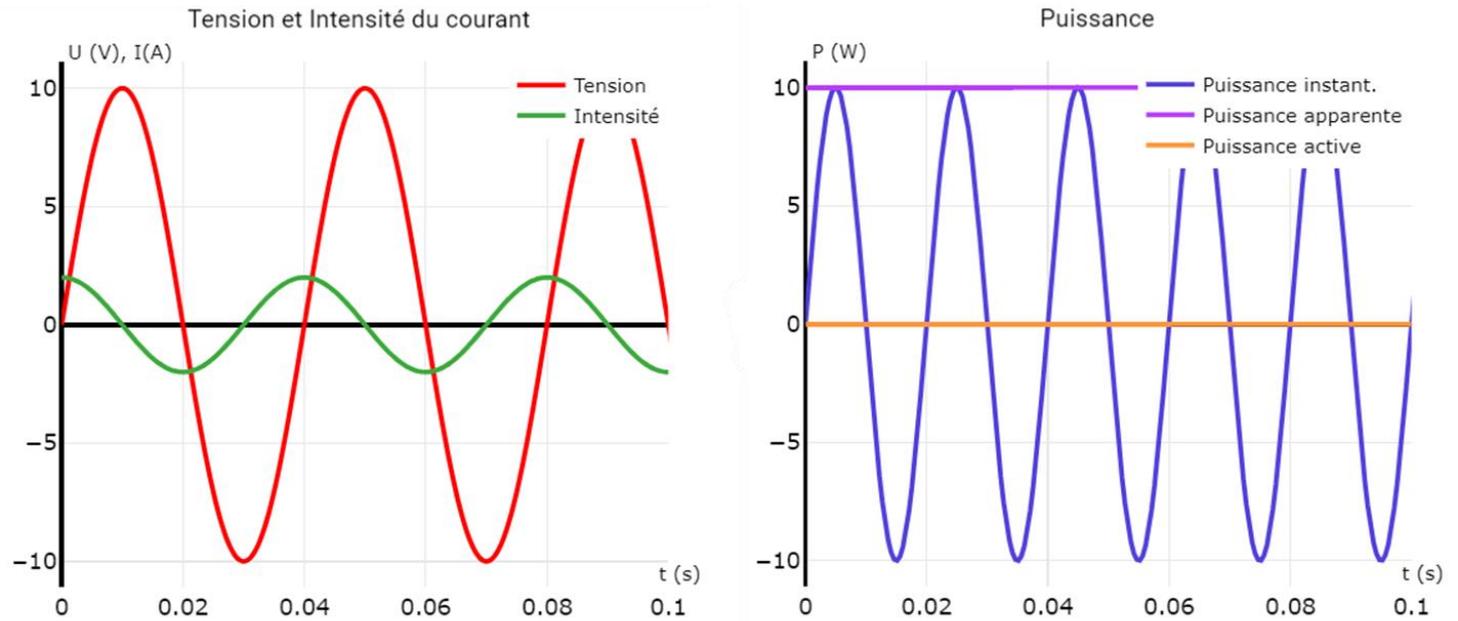
c/ Puissance apparente

On utilise la notion de puissance apparente qui indique

Cette puissance sert de référence et correspond à la puissance qui serait consommée si la tension et l'intensité était en phase c'est-à-dire si la charge était purement résistive.

La puissance apparente notée S, exprimée en "volt-ampère" (VA), est le produit de la valeur efficace de la tension U_{eff} et de l'intensité I_{eff} :

La puissance apparente est une notion clé sur le marché de l'énergie. Elle est utilisée par les fournisseurs d'électricité pour déterminer, dimensionner et protéger les installations électriques.



d/ Facteur de puissance

Pour faire le lien entre ces différentes puissances, on utilise le facteur de puissance. Cette grandeur rend compte de l'efficacité d'un récepteur à consommer la puissance.

Le facteur de puissance (sans unité), noté k, est le rapport entre la puissance active P (en W) et la puissance apparente S (en VA) d'un récepteur :

$$k = \frac{P}{S}$$

Remarque : Le facteur de puissance est lié aux pertes d'énergie lors du transport de l'électricité.

Considérons un appareil consommant une puissance p(t). Si le courant et la tension sont déphasés, la puissance p(t) diminue. Dès lors, pour conserver la même puissance de fonctionnement avec la même tension, il faudra apporter une intensité plus importante à l'appareil. Ainsi, les pertes par effet Joule (sous forme thermique) seront plus importantes : $p_{dissipée}(t) = R \times i(t)^2$

JE DOIS SAVOIR :



- Indiquer que la puissance apparente S, égale au produit des valeurs efficaces de la tension et de l'intensité du courant, est une grandeur de dimensionnement d'une installation ou d'un équipement électrique.
- Indiquer que la puissance active P est égale à la puissance moyenne mise en jeu par une installation ou d'un équipement électrique.
- Mesurer une puissance active P et apparente S en régime sinusoïdal.
- Utiliser un outil numérique (tableur, logiciel ou programme informatique) pour calculer la valeur de la puissance active d'un système à partir des évolutions temporelles de la tension et de l'intensité du courant.
- Calculer le facteur de puissance $k = P/S$ d'un récepteur en régime sinusoïdal.