

1. L'électricité



L'électricité est un phénomène physique dû aux différentes charges électriques de la matière, se manifestant par une énergie. Présente naturellement dans notre environnement, l'homme a depuis longtemps cherché à la maîtriser. C'est au cours du XIX^e siècle que les propriétés de l'électricité ont commencé à être comprises.

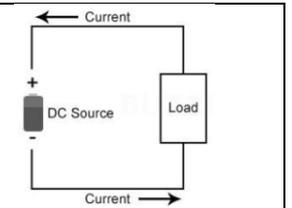
La foudre fut la première manifestation visible de l'électricité pour les humains.

2. Notions de base

Un courant électrique est produit par le déplacement d'électrons quasi-libres dans un milieu conducteur (exemple: métal) sous l'impulsion d'une tension électrique appliquée à ses bornes.

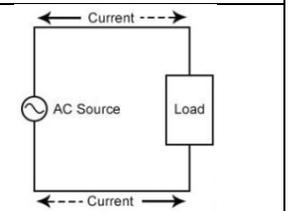
Courant continu

Si cette tension est continue, le flux d'électrons (de charges négatives) s'écoule uniquement vers la borne positive (caractérisée par un déficit de charges négatives) à laquelle il communique de l'énergie. Bien que la vitesse de chaque électron soit très lente (quelques mètres par heure), le mouvement se répercute sur tous les autres électrons présents dans le conducteur à la vitesse de la lumière (300 000km/s).



Courant alternatif

Si cette tension est alternative (sinusoïdale), les électrons oscillent alternativement dans un sens et dans l'autre autour de leurs positions moyennes sur une distance de quelques microns (millièmes de millimètres). Ils répercutent l'énergie vibrationnelle reçue vers l'extrémité positive du conducteur.

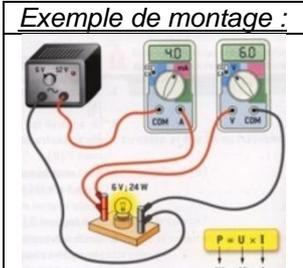
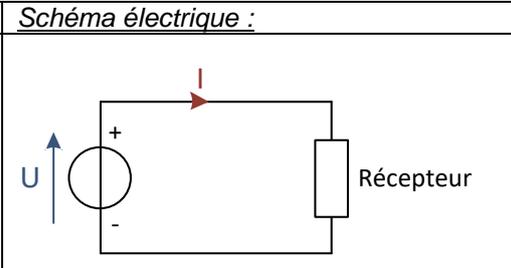


Son : $v = 340 \text{ m/s}$
Lumière : $v = 300\,000 \text{ km/s}$

Sources

Le courant continu est principalement produit par l'activité chimique des batteries et par l'effet photoélectrique des panneaux photovoltaïques. Le courant alternatif est produit par la rotation du rotor d'un alternateur dans les centrales électriques. La vitesse de cette rotation détermine la fréquence du courant.

3. Puissance électriques en régime continu

Exemple de montage :	Schéma électrique :	Allure de la tension et du courant :
		

La puissance électrique « P » est le produit du courant « i » et de la différence de potentiel ΔU , notée « U » :

Cas particulier : Puissance aux bornes d'un élément ohmique (résistance)

La loi de base dans ce régime est la loi d'Ohm :

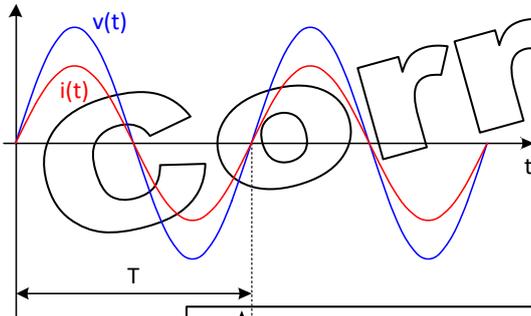
$$P = U \cdot i$$

$$U = R \cdot i$$

$$\text{d'où } P = U \cdot i = U^2 / R = R \cdot i^2$$

4. Puissance électriques en régime alternatif

Exemple d'allure de la tension et du courant :

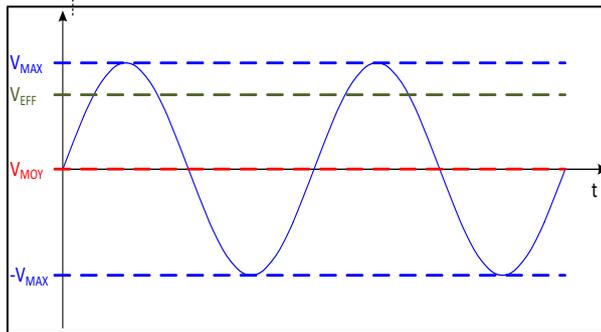


La durée d'une variation est appelée période, notée T , exprimée en secondes, et dépend directement de la fréquence, notée f et exprimée en Hz.

$$f = \frac{1}{T}$$

Pour caractériser un signal sinusoïdal, nous avons recours à trois types de valeurs constantes :

- La une
- La une
- La



La valeur de la grandeur
Les valeurs

valeur maximale (notée V_{MAX} ou \hat{V} pour tension simple),

valeur moyenne (notée V_{MOY} ou \bar{V} pour tension simple),

valeur efficace (notée V_{EFF} ou V pour une tension simple). efficace traduit la quantité réellement utilisée considérée.

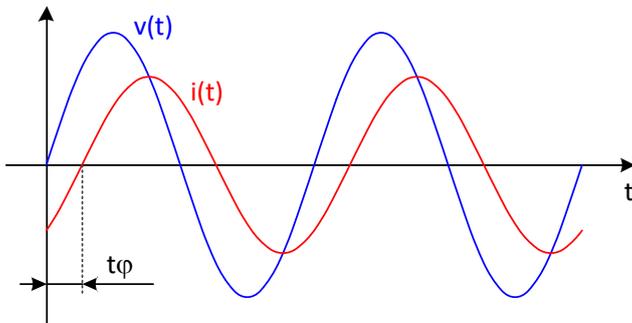
efficaces des tensions et des courants sont les valeurs continues qui délivreraient la même puissance que les grandeurs alternatives si elles étaient appliquées à un récepteur résistif pur.

La relation liant la valeur efficace de la tension à la valeur maximale est :

$$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

Cette relation n'est valable que pour un signal purement sinusoïdal (valeur moyenne nulle).

Déphasage



Certains appareils génèrent un décalage temporel entre le courant et la tension. Ce décalage temporel est appelé déphasage.

Le déphasage se mesure en seconde mais il est plus généralement exprimé sous la forme d'un angle noté ϕ .

La conversion s'effectue en supposant qu'une période du signal correspond à 360° (ou 2π rad).

Exercice: calculer le déphasage, en degrés puis en radians, de deux signaux décalés de 2ms, ayant pour fréquence 50Hz:

$$T = 1/f = 1/50 = 0.02s = 20ms$$

$$\phi = (2 \cdot 360) / 20 = 36^\circ$$

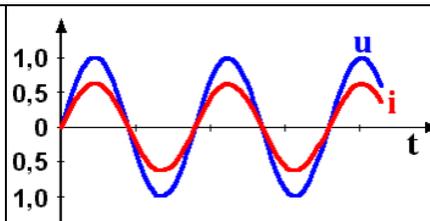
$$\phi = (2 \cdot 2\pi) / 20 = 0.628 \text{ rad}$$

Tension et courant dans une résistance

Une résistance soumise à une tension alternative est traversée par un courant dont l'amplitude peut être calculée à chaque instant à l'aide de la loi d'Ohm :

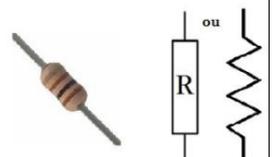
$$I = U/R$$

Un maximum de tension correspond à un maximum de courant, un minimum de tension correspond à un minimum de courant. Si le signal est sinusoïdal, les variations de tension u et de courant i sont en phase comme sur le graphe ci-contre.



Résistance réelle

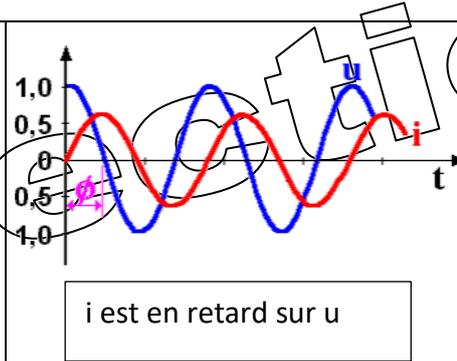
Symboles d'une Résistance



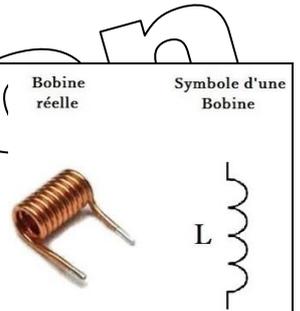
Tension et courant dans une bobine

Lorsqu'une tension est appliquée aux bornes d'une self, le courant qui la traverse met un certain temps avant de s'établir. De même, lorsque la tension est supprimée aux bornes de la self, le courant diminue pour s'annuler avec un certain retard.

S'il s'agit d'une tension sinusoïdale, la sinusoïde représentant i sur le graphe est décalée vers la droite d'un quart de période par rapport à la courbe de u . En considérant la bobine comme une inductance pure (sans résistance R), u est en quadrature avance sur i .

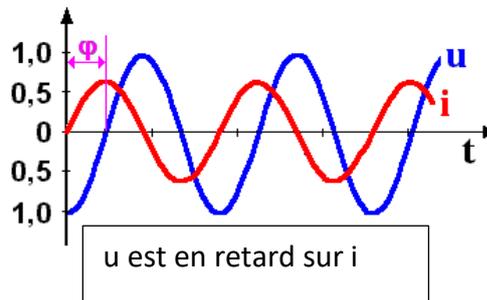


i est en retard sur u

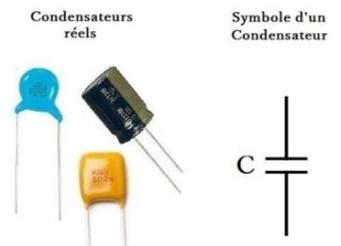


Tension et courant dans un condensateur

Au moment de sa mise sous-tension, un condensateur déchargé est parcouru par un courant très fort qui décroît ensuite en même temps que la tension monte à ses bornes. Soumis à une tension sinusoïdale, le courant i est en avance sur u avec un déphasage de 90 degrés (on considère le condensateur comme parfait). Autrement dit u est en quadrature retard sur i .



u est en retard sur i



Toute machine électrique utilisant le courant alternatif (moteur, transformateur) met en jeu trois formes de puissance :

- La puissance active
- La puissance réactive
- La puissance apparente

- **la puissance active P (W)** des récepteurs se transforme intégralement en puissance mécanique et en chaleur (pertes).

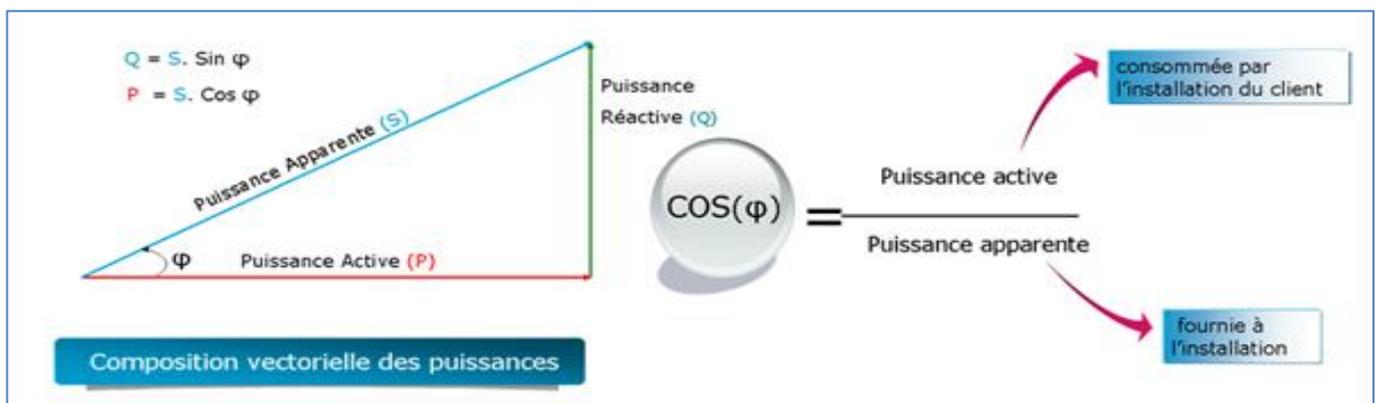
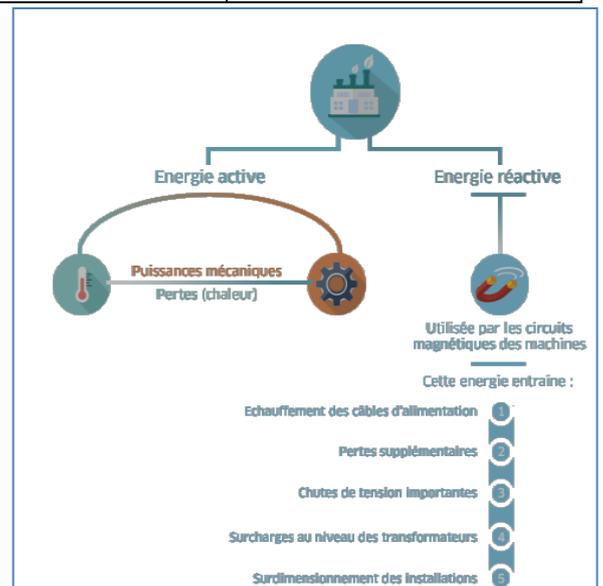
$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \text{Unité : } W = \text{Watt}$$

- **La puissance réactive Q (VAR)** sert essentiellement à l'alimentation des circuits magnétiques des machines électriques.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad \text{Unité : } \text{VAR} = \text{Volt-Ampère Réactif}$$

- **La puissance apparente (VA)** est la somme vectorielle des deux puissances précédentes.

$$S = V \cdot I \quad \text{Unité : } \text{VA} = \text{Volt-Ampère}$$



5. Production de l'énergie électrique

La production d'électricité permet de mettre à disposition de l'ensemble des consommateurs un approvisionnement adapté à leurs besoins en énergie électrique, à tout moment.

La production d'électricité se fait depuis la fin du 19^{ème} siècle à partir de différentes sources d'énergies primaires. Les premières centrales électriques fonctionnaient au bois. Aujourd'hui, la production peut se faire à partir d'énergie fossile (charbon, gaz naturel ou pétrole), d'énergie nucléaire, d'énergie hydraulique, d'énergie solaire, d'énergie éolienne et de biomasse...



Principales transformations d'énergies primaires :

