



STI2D	Chapitre 3 : l'énergie électrique	
	Partie 1 : définitions et découvertes des différentes formes de l'énergie électrique couramment utilisées	

Pré-requis :
Maîtrise de l'outil mathématique (manipulations d'équations, fonctions sinusoïdales, trigonométrie)
Connaissance des unités fondamentales et des puissances de 10

Compétences visées :
<i>Être capable de définir les caractéristiques de l'électricité utilisée couramment</i>

I Définitions

Par rapport aux autres énergies, l'électricité s'est avérée très facile à mettre en œuvre pour de nombreuses applications:

- notamment à travers le moteur électrique, très présent dans l'électroménager, l'outillage (aspirateur, réfrigérateur, perceuse,...) voir les transports (train, métro, tramway).
- pour ses qualités à produire de la lumière (facilité de mise en œuvre, danger bien moindre par rapport aux lampes à pétrole ou à gaz)
- pour sa capacité à faire fonctionner les technologies modernes (horloges, Hi Fi, radio, TV, ...)
- pour sa facilité d'utilisation pour la transmission et le traitement d'informations (téléphone, Internet, ordinateurs, ..) même si la lumière est maintenant un réel concurrent de l'électricité dans ces domaines là (notamment sur les longues distances et pour les grandes vitesses).

Pour la production de chaleur, l'électricité reste concurrencé par d'autres formes d'énergie (comme le gaz) qui sont souvent plus économiques et plus agréables à utiliser et ce malgré les évolutions technologiques des appareils électriques.

1.1 Courant continu

Un courant continu (en anglais DC pour Direct Current) est un courant électrique où le flux d'électrons circule continuellement dans une seule direction.

Puissance : $P = U \times I$ avec P en Watt (W)
tension U en volts (V)
courant I en Ampères (A)

Energie électrique d'une charge électrique: $E = q \cdot \Delta U$ avec q=charge électrique (Coulomb) et ΔU en volt

rappel : un coulomb correspond à un courant électrique de 1A circulant pendant 1 seconde ($1C=1 \text{ A} \cdot s$)

Remarque : le stockage de courant est très difficile à faire. Seul le courant continu peut aujourd'hui être stocké (à l'aide de batteries)

Production :

Il peut être produit de manière chimique (piles, les batteries d'accumulateurs ou les piles à combustible), par la transformation de la tension alternative issue du secteur (transformée en tension continue à l'aide d'un redresseur) ou par une machine à courant continu, fonctionnant en générateur (dynamo).

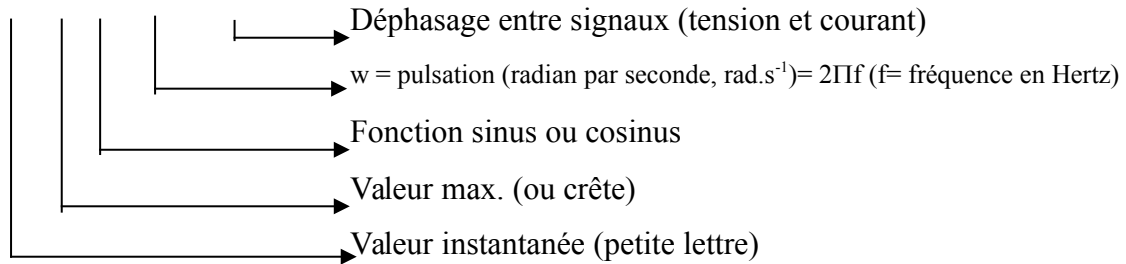
1.2 Courant alternatif (sinusoïdal) monophasé

Définition: Le courant alternatif sinusoïdal (qui peut être abrégé par CA, ou AC, pour Alternating Current en anglais) est un courant électrique qui change de sens et qui est de forme sinusoïdale. Il est dit périodique (il change régulièrement et périodiquement de sens, à une certaine fréquence, 50 Hz en France, c'est-à-dire qu'il fait 50 « allers-retours » par seconde).

La forme la plus utilisée de courant alternatif est le courant sinusoïdal, essentiellement pour la distribution commerciale de l'énergie électrique (230V-50Hz).

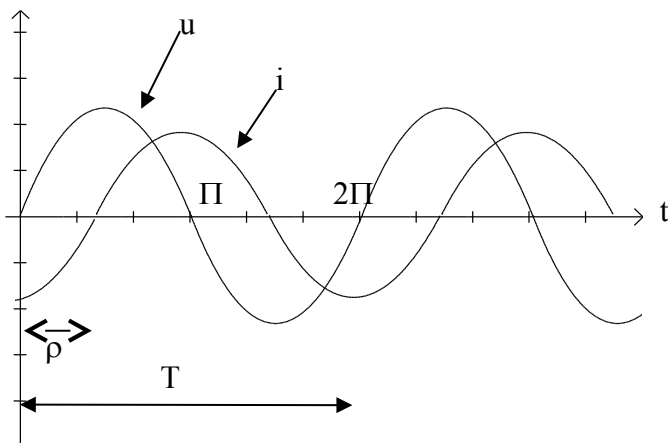
En monophasé la distribution électrique se fait à l'aide de 2 fils, la **phase** et le **neutre**.

Equation: $a = \hat{A} \sin(\omega t \pm \varphi)$



Exemple: soient une tension $u = \hat{U} \sin(\omega t)$ et un courant $i = \hat{I} \sin(\omega t - \varphi)$

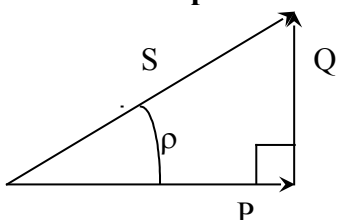
Représentation temporelle:



Tension dans une prise de courant:
 $u(t) = 325 \sin 314t$

- ❖ **Puissance active** $P = U \cdot I \cdot \cos \rho$ (ρ = déphasage entre U et I), P en Watts (W), $\cos \rho$ = facteur de puissance
- ❖ **Puissance réactive** $Q = U \cdot I \cdot \sin \rho$ (ρ = déphasage entre U et I), Q en VAR (volt-ampère réactif)
- ❖ **Puissance apparente** $S = U \cdot I$ S en VA (voltampères)
- ❖ **Valeur efficace:** $U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$

❖ **Relation entre les puissances**



On en déduit: (Pythagore)

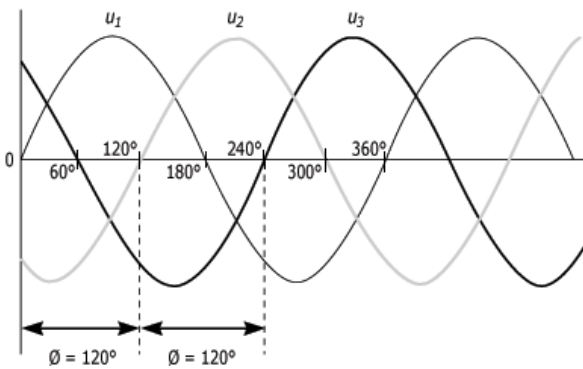
$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad \text{ou} \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

❖ **La loi d'ohm** : $U = R \times I$ (ou $U=ZI$ en alternatif). Une résistance parcourue par un courant crée de la chaleur (effet joule) : $P=RI^2$. Cette chaleur peut être considérée comme une perte si elle n'est pas utile.

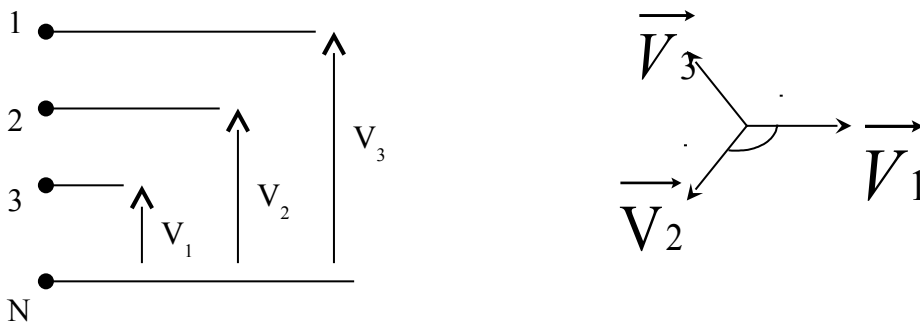
1.3 Courant alternatif (sinusoïdal) triphasé

Cette fois-ci la distribution électrique se fait par 3 fils (3 tensions) ou 4 fils (3 tensions + le neutre). Le système triphasé est constitué de 3 tensions simples sinusoïdales de même fréquence F, déphasées les unes aux autres de 120° ($\frac{2\pi}{3}$ radians)

$$v_1(t) = \hat{v} \sin wt ; v_2(t) = \hat{v} \sin\left(wt - \frac{2\pi}{3}\right) ; v_3(t) = \hat{v} \sin\left(wt - \frac{4\pi}{3}\right) \text{ avec } w = \text{pulsation} = 2\pi F .$$



1 représentations vectorielles



Lien entre tension simple (V) et tension composée (U): $U = \sqrt{3} V$ ou $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$

En France la tension simple (entre phase et neutre est 230V) et la tension composée (entres 2 phases) est 400V.

- Puissance active** $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ ($\varphi =$ déphasage entre U et I)
 \uparrow W (watts) \uparrow V (volts) A (Ampère)
- Puissance réactive** $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$ ($\varphi =$ déphasage entre U et I)
 \uparrow VAR (volt-ampère réactif) \uparrow V (volts) A (Ampère)
- Puissance apparente** $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ S en VA (voltampères)

1.4 L'énergie électrique

La formule de l'énergie électrique est la même que pour les autres types d'énergie mais l'unité utilisée par les fournisseurs d'énergie électrique est la Watt.heure (W.h) ou le kilo Watt.heure (kW.h) :

$$W = P \cdot \Delta t$$

P : puissance en watts (W), Δt : temps en secondes (s)

W : énergie en W.h, en kWh, en Joules,

II Exercices

Exercice 1: généralités

Soit la tension suivante : $u(t) = 325,27 \sin(314,16t)$

1. De quel type est cette tension (continue ou alternative) ?
2. Quelle est la valeur max de cette tension ? Quelle est la valeur efficace de cette tension ?
3. Quelle est sa pulsation ? Donner sa fréquence et sa période.

Exercice 2: triphasé et puissances

Un moteur triphasé est branché sur le réseau triphasé de l'école (3*400V). A l'aide de différents appareils de mesure on relève : $P=1287W$, $U=400V$, $I=2,5A$

1. Calculer le facteur de puissance. En déduire le déphasage entre le courant et la tension.
2. Calculer la puissance réactive Q consommée par le moteur
3. Choisir une échelle et tracer le triangle des puissances
4. A partir du triangle des puissances :
 - a. Mesurer la puissance apparente S.
 - b. Retrouver S par le calcul (2 calculs possibles, la formule générale ou Pythagore)
 - c. Mesurer l'angle de déphasage.

Exercice 3: questions sur la haute tension et sur le triphasé

Pourquoi la haute tension?

Les pertes dans les lignes électriques sont dues à l'effet joule créé par la résistance des fils. Ces pertes sont d'ailleurs proportionnelles au carré du courant ($P_{\text{joules}} = RI^2$).

Soit une puissance monophasée de 5 MW à transporter. La ligne a une résistance de 1.1Ω par fil (monophasé = 2 fils = $2 \times 1.1 = 2.2 \Omega$). On considère que le facteur de puissance ($\cos \rho$) vaut 1.

1. Calculer le courant puis les pertes joules (en valeur et en %) pour transporter ces 5MW si la tension est 5000V.
2. Calculer le courant puis les pertes joules (en valeur et en %) pour transporter ces 5MW si la tension est 20000V.
3. Que pouvez-vous conclure ?

Pourquoi le triphasé?

On transporte toujours cette puissance de 5MW mais cette fois en triphasé (3 fils). Chaque fil a pour résistance 1.1Ω .

4. Calculer le courant puis les pertes joules (en valeur et en %) pour transporter ces 5MW si la tension est 20000V **triphasée**.
5. Que pouvez-vous conclure ?