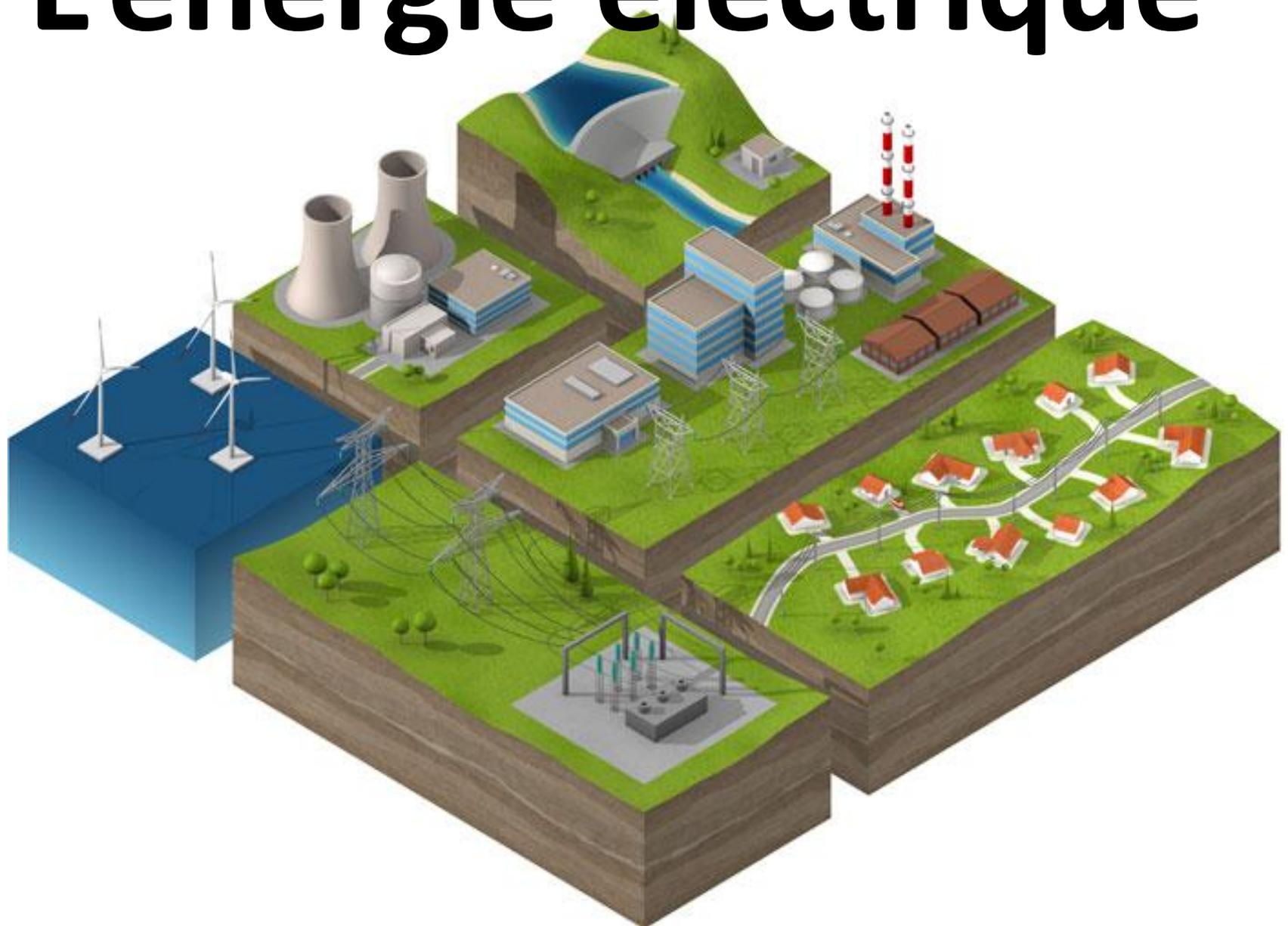


L'énergie électrique



1. L'électricité



- L'électricité est un phénomène physique dû aux différentes charges électriques de la matière, se manifestant par une énergie.
- C'est au cours du XIX^e siècle que les propriétés de l'électricité ont commencé à être comprises.

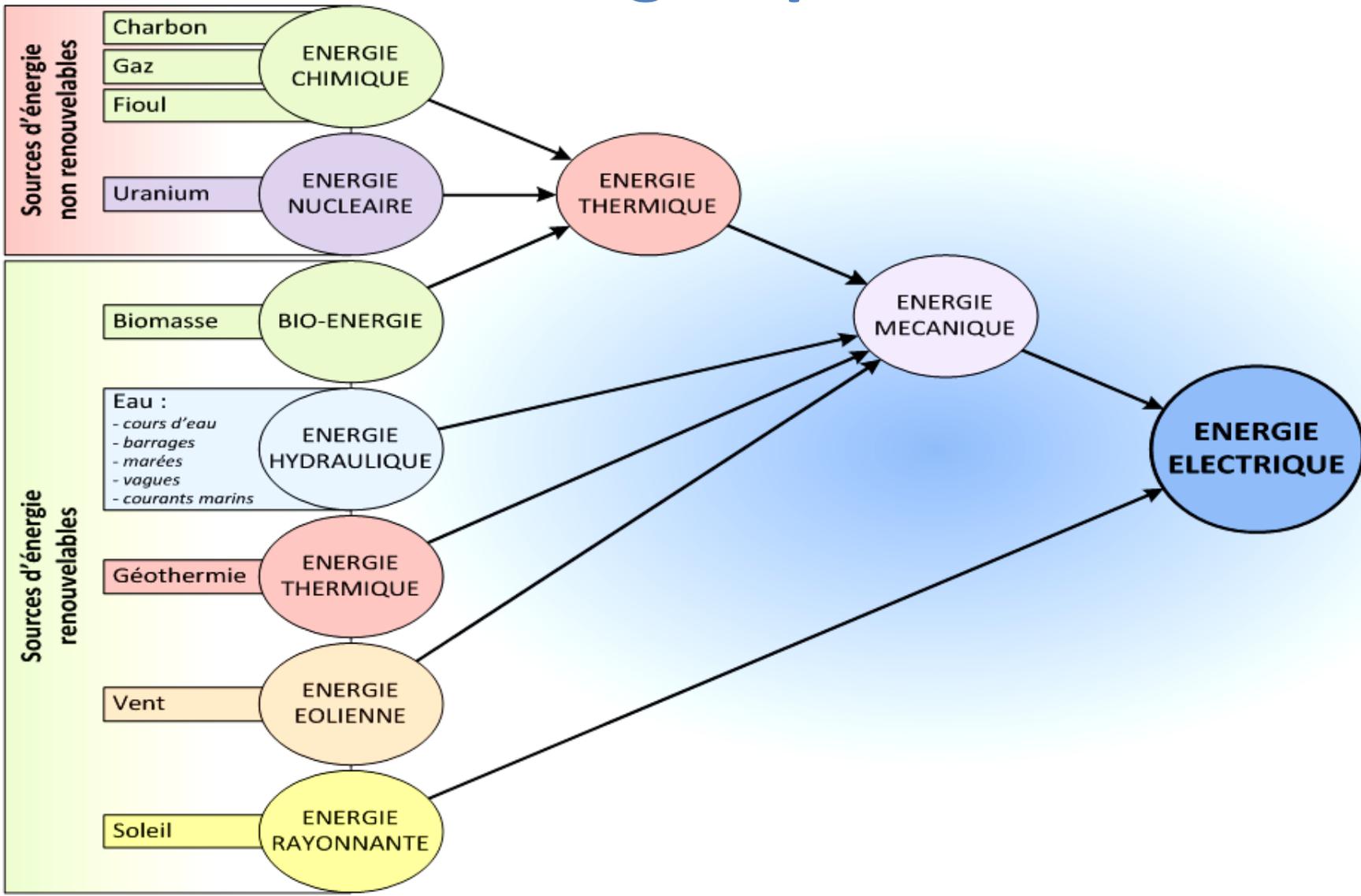
2. Production de l'énergie électrique

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



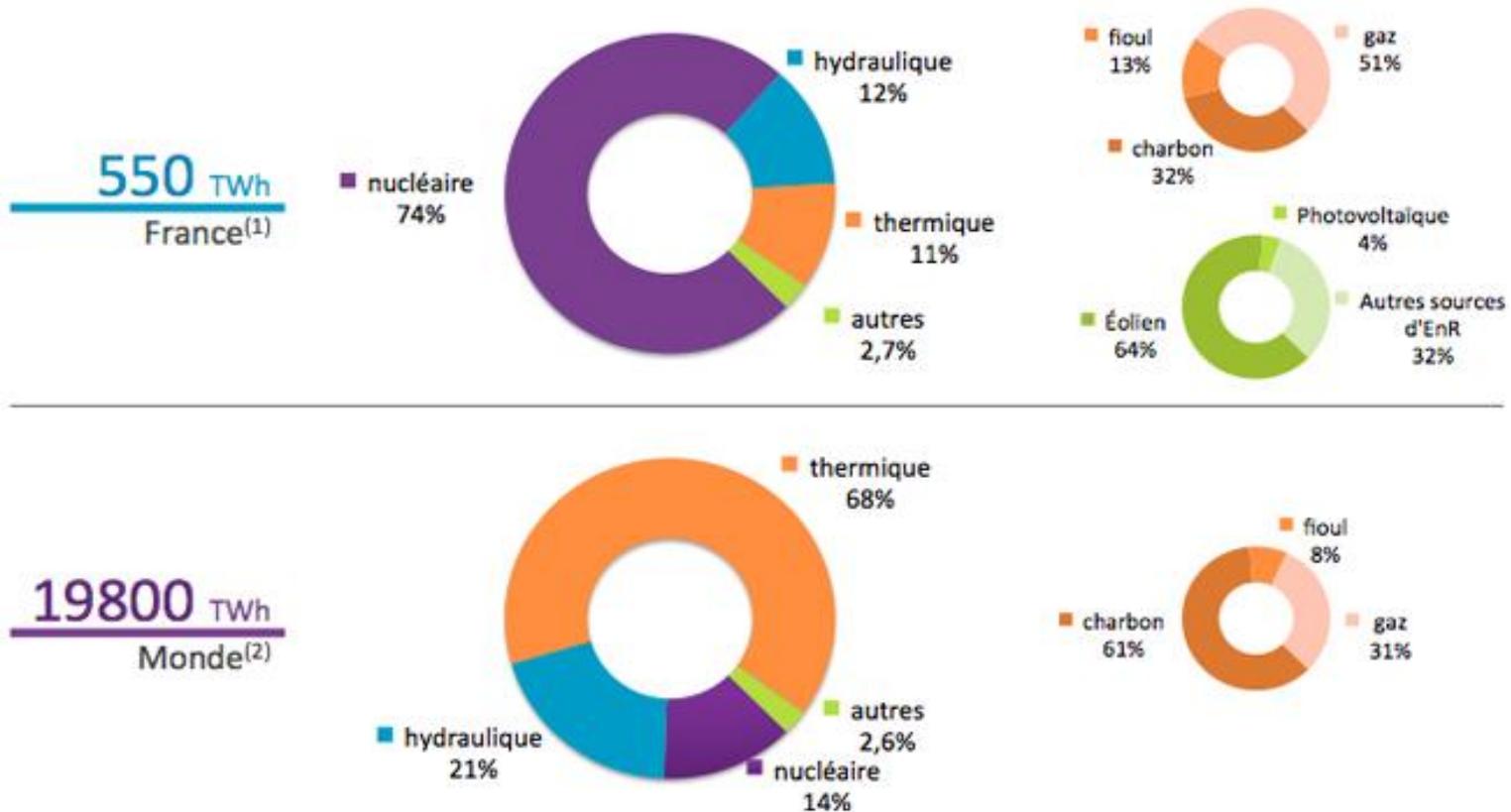
- L'électricité est difficilement stockable en grande quantité, la production de l'énergie électrique est directement liée à la consommation.

Principales transformations d'énergies primaires



Le Mix électrique

- Le mix énergétique ou bouquet énergétique est la proportion de chaque source d'énergie dans la production totale d'électricité.



Empreinte Carbone

QUI ÉMET LE MOINS DE CO₂ ?

Source : AIE, "CO₂ emissions from fuel combustion"
Émissions de CO₂ issues de la production d'électricité - 2010

UNION EUROPÉENNE



331

FRANCE



79

ALLEMAGNE



461

ROYAUME-UNI



457

SUÈDE



27

DANEMARK



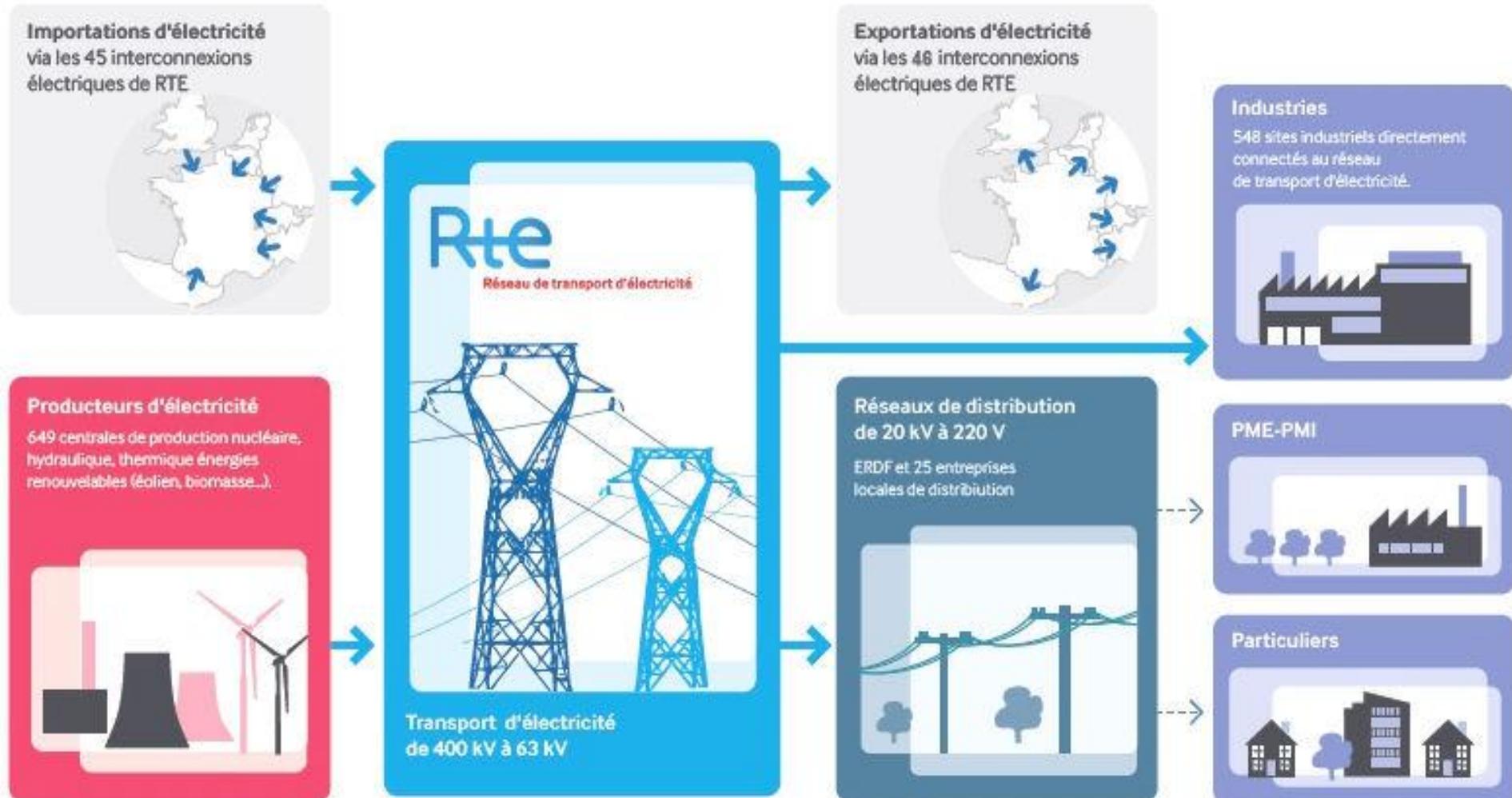
360

En grammes de CO₂/kWh

- Le Co₂ est-il le seul critère à prendre en compte dans l'analyse des nuisances liées au Mix énergétique d'un pays ?

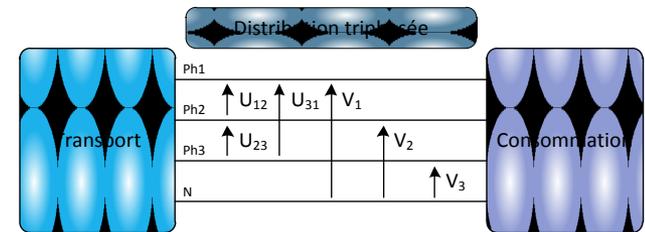
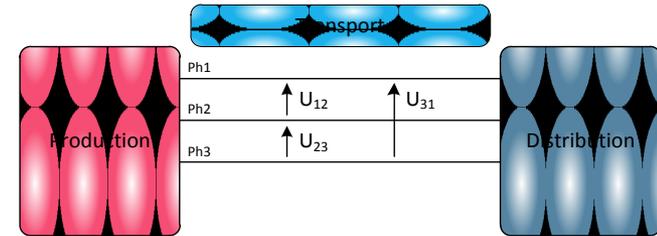
3. Transport et distribution de l'énergie électrique

- L'électricité se propage à 300 000 kilomètres par seconde, soit presque la vitesse de la lumière.



Transport et distribution

- La production et le transport de l'énergie électrique se font en régime alternatif triphasé (50Hz). L'énergie circule sur 3 conducteurs appelés phases (ou conducteurs de ligne). Dans ce cas, la tension entre chacune des phases est appelée tension composée, notée U.
- La distribution, quant à elle, se fait en régime alternatif triphasé ou monophasé :
Les réseaux triphasés distribuent l'énergie sur 4 conducteurs :
 - 3 phases (ou conducteurs de lignes)
 - 1 neutre
 Dans ce cas, deux tensions sont disponibles :
 - la tension entre chacune des phases appelée tension composée, notée U.
 - la tension entre une phase et le neutre appelée tension simple notée V.



$$U = \sqrt{3} \times V$$

Exemples : Réseaux **130 / 230 V** ou **230 / 400 V** ou **400 / 690 V** ...

4. Grandeurs électriques

- Afin d'être correctement maîtrisée, l'énergie électrique doit être quantifiée. Pour cela, les principales grandeurs électriques couramment utilisées sont :
 - La tension ou différence de potentiel, notée U et exprimée en Volt (V)
 - Le courant, noté i et exprimé en ampères (A)
 - La puissance active, notée P et exprimée en Watt (W)
- Un courant électrique de 1A circulant pendant une durée de 1 seconde correspond au déplacement d'une charge électrique « q » d'une valeur de 1 Coulomb. $q = I \cdot t$
- Une charge électrique « q » (en Coulomb) soumise à une différence de potentiel ΔU (en volt) dispose d'une énergie potentielle électrique $E_{\text{elec}} = q \cdot \Delta U$

Drone Parrot

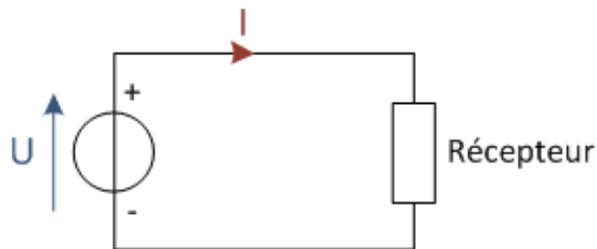
- Le drone Parrot est équipé de 3 cellules au lithium délivrant chacune 334mA.h sous 11.1V.
- Calculer l'énergie embarquée par ce drone en kJ et en W.h lorsque la batterie est chargée.



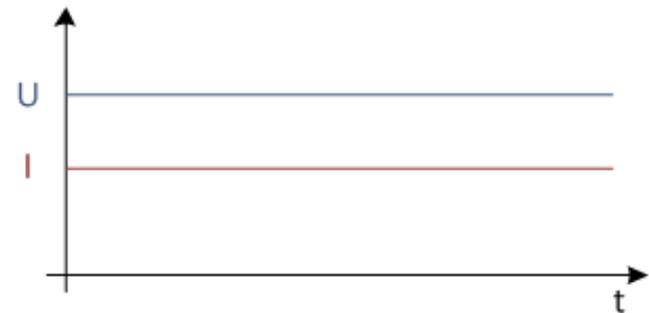
5. Puissance électrique en régime continu

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

Exemple de montage :



Allure de la tension et du courant :

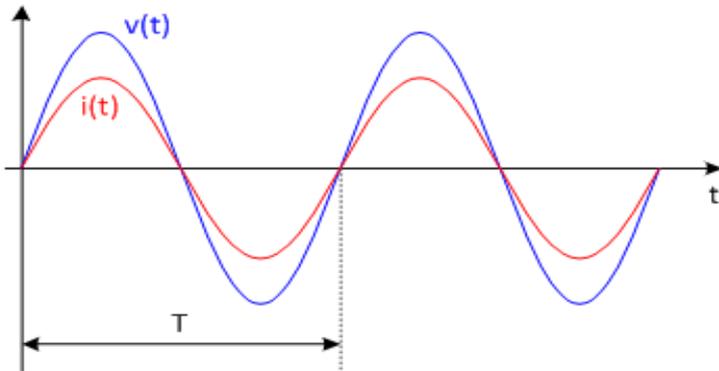


- Cas particulier : Puissance aux bornes d'un élément ohmique (résistance)

La loi de base dans ce régime est la loi d'Ohm : $U = R \cdot i$
d'où $P = U \cdot i = U^2 / R = R \cdot i^2$

6. Puissance électrique en régime alternatif monophasé

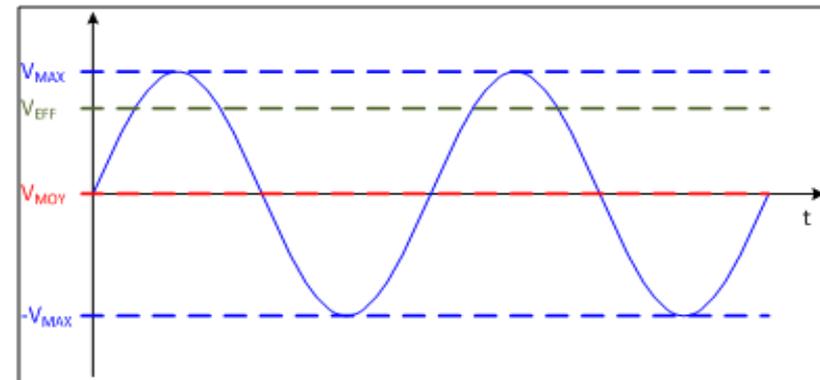
Exemple d'allure de la tension et du courant :



La durée d'une variation est appelée _____, notée T , et dépend directement de la _____. Dans le cas de l'énergie du réseau électrique, la fréquence est $f = 50\text{Hz}$, soit une période de : _____

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

- _____ (notée V_{MAX} ou \hat{V} pour une tension simple),
- _____ (notée V_{MOY} ou \bar{V} pour une tension simple),
- _____ (notée V_{EFF} ou V pour une tension simple).



La valeur efficace traduit la quantité réellement utilisée de la grandeur considérée.

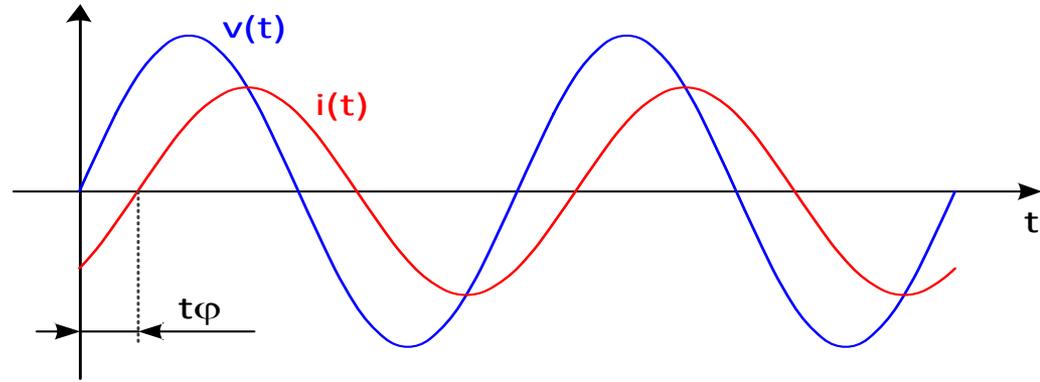
Les valeurs efficaces des tensions et des courants sont les valeurs continues qui délivreraient la même puissance que les grandeurs alternatives si elles étaient appliquées à un récepteur résistif pur (une ampoule électrique, par exemple).

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

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 (exemple : moteurs électriques). Ce décalage temporel est appelé déphasage.
- Le déphasage se mesure en seconde mais il est plus généralement exprimé sous la forme _____
La conversion s'effectue en supposant qu'une période du signal correspond à 360° (ou 2π rad).
- Dans le cas de la tension du réseau ($f=50\text{Hz}$), si le décalage temporel mesuré est $t\varphi = 2$ ms, cela correspond à un déphasage :

7. Les puissances en triphasé

- Toute machine électrique utilisant le courant alternatif (moteur, transformateur) met en jeu deux formes d'énergie :

➤ _____
➤ _____

- - L'énergie consommée (kWh) résulte de la puissance active **P** (kW) des récepteurs. Elle se transforme intégralement en puissance mécanique (travail) et en chaleur (pertes).

Unité : W = Watt

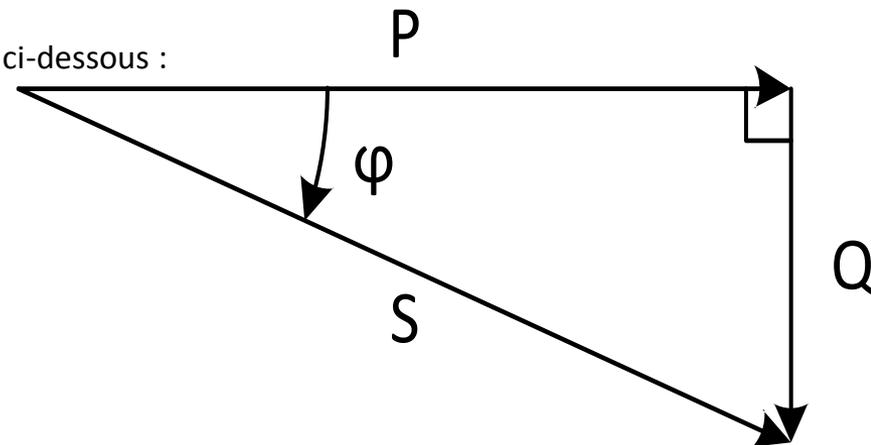
- - L'énergie _____ consommée (kVARh) sert essentiellement à l'alimentation des circuits magnétiques des machines électriques. Elle correspond à la puissance réactive **Q** (kVAR) des récepteurs.

Unité : VAR = Volt-Ampère Réactif

- - L'énergie _____ (kVAh) est la somme vectorielle des deux énergies précédentes. Elle correspond à la puissance apparente **S** (kVA) des récepteurs, somme vectorielle de **P** (kW) et **Q** (kVAR).

Unité : VA = Volt-Ampère

Ces puissances se composent vectoriellement comme représenté ci-dessous :



7. Les puissances en triphasé

	En monophasé	En triphasé
Puissance active	$P = V.I.\cos\varphi$	$P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi$
Puissance réactive	$Q = V.I.\sin\varphi$	$Q = \sqrt{3}.U.I.\sin\varphi$
	$\tan\phi = \frac{Q}{P}$ (Utilisé par les fournisseurs d'énergie)	
Puissance apparente	$S = V.I$	$S = \sqrt{3}.U.I$
	$S = \sqrt{P^2+Q^2}$	