

# Préparation à la licence RADIO-AMATEUR

Classe 2

## chapitre 1

# ÉLECTRICITÉ COMPOSANTS

# F5KLJ

Radio Club de Haute Saintonge  
Domaine de Chaillet – 17500. JONZAC  
[F5KLJ@ref-union.org](mailto:F5KLJ@ref-union.org)

Pour toute remarque concernant ce document, contacter Alain BASSET, F1MMR  
[F1MMR@wanadoo.fr](mailto:F1MMR@wanadoo.fr)

F5KLJ - Radio-Club de Haute Saintonge – Domaine de Chaillet – 17500 - JONZAC

# COURS F5KLJ

## Chapitre 1 - Électricité – Composants

- 1 – Rappels de mathématiques
  - 1a – Les fractions
  - 1b – Les puissances de 10
  - 1c – Les puissances
  - 1d – Les racines carrées
- 2 – Notions de base (électricité)
- 3 –
  - 3a – Quantité d'électricité
  - 3b – Force ÉlectroMotrice
  - 3c – Loi de Joule – Effet Joule
  - 3d – Groupement de générateurs
- 4 –
  - 4a – Résistance d'un conducteur
  - 4b – Loi d'ohm
  - 4c – Codes couleurs des résistances
  - 4d – Résistances en série
  - 4e – Résistances en parallèle
  - 4f – Le pont de Wheastone
  - 4g – Le pont de mesure
  - 4h – Le pont diviseur en tension
  - 4 i – Le pont diviseur en courant
  - 4j – Les appareils de mesure
  - 4k – Calcul du shunt
  - 4l – Sensibilité d'un voltmètre
- 5 – Puissance électrique
  - exercices 1
  - exercices 2
  - exercices 3
- 6 – Les condensateurs
  - exercices 4
- 7 – Le courant alternatif
  - exercices 5
- 8 – Les transformateurs
- 9 – La diode
- 10 – Les transistors
- 11 – Le redressement du courant alternatif
  - exercices 7
- 12 – L'Amplificateur Opérationnel
  - exercices 8
- 13 – Les Selfs en série
- 14 – Les Selfs en parallèle

**Tableau 1 :** Les multiples et les sous-multiples

**Tableau 2 :** tableau de numération

# RAPPELS DE MATHÉMATIQUES (1)

## LES FRACTIONS (1a)

La fraction correspond à une **division**

$$\frac{a}{b} = a : b$$

a : Numérateur  
b : Dénominateur

On peut **simplifier une fraction** en divisant le numérateur et le dénominateur par un même nombre

$$\frac{12}{18} = \frac{(12 : 6)}{(18 : 6)} = \frac{2}{3}$$

### Multiplication :

**par un nombre** : On multiplie le numérateur par le nombre

$$\frac{a}{b} \times c = \frac{a \times c}{b}$$

**par une fraction** : On multiplie les numérateurs et les dénominateurs entre eux

$$\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{a \times c}{b \times d}$$

### division :

**par un nombre** : On multiplie le dénominateur par le nombre

$$\frac{a}{b} : c = \frac{a}{b \times c}$$

**par une autre fraction** : On multiplie la première fraction par l'inverse de la deuxième

$$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \times \frac{d}{c} = \frac{a \times d}{b \times c}$$

### Règle des "produits en croix" :

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow a \times d = b \times c$$

## LES PUISSANCES DE 10 (1b)

On peut écrire n'importe quel nombre, entier positif, sous la forme d'une puissance de 10

$$1 = 10^0 \quad 10 = 10^1 \quad 100 = 10^2 \quad 1.000 = 10^3$$

exemples:

$$45.000 = 45 \cdot 10^3 = 4,5 \cdot 10^4$$

$$275.395 = 275,395 \cdot 10^3 = 27,5395 \cdot 10^4$$

**PROPRIÉTÉS DES PUISSANCES DE 10 :**

$$10^a \cdot 10^b = 10^{a+b}$$

$$(10^a)^b = 10^{a \cdot b}$$

$$\frac{10^a}{10^b} = 10^{a-b}$$

**LES PUISSANCES NÉGATIVES DE 10 :** nombres fractionnaires

$$0,0025 = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$0.0025 = \frac{2,5}{1.000} = \frac{2,5}{10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

l'exposant négatif correspond au nombre de fois que l'on déplace la virgule vers la droite

## LES PUISSANCES (1c)

$$a^2 = a \cdot a$$

$$(a^b)^c = a^{b \cdot c}$$

$$a^b \cdot a^d = a^{b+d}$$

## LES RACINES CARRÉES (1d)

$$a^2 = b \cdot c$$

$\Leftrightarrow$

$$a = \sqrt{b \cdot c}$$

$$\sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$$

$$\sqrt{10^n} = 10^{n/2}$$

exemple :

$$\sqrt{10^{12}} = 10^6$$

## NOTIONS DE BASE (2)

La matière est constituée d'atomes. L'atome peut être comparé à un système solaire. Les électrons sont les particules qui gravitent autour du noyau de l'atome. L'électron est une **charge électrique négative**. Dans certains corps (corps "conducteurs") beaucoup d'électrons sont "libres" par rapport au noyau, ils circulent librement entre les atomes. Le courant électrique est une **circulation ordonnée de ces électrons libres**. Dans certains corps (corps isolants) les électrons sont bien liés à l'attraction du noyau. La circulation d'un courant électrique y est donc impossible.

### SENS CONVENTIONNEL ET SENS ÉLECTRIQUE :

Lorsque le courant électrique a été "découvert" on ne disposait pas des connaissances actuelles sur l'atome. On a donc convenu que le courant circulait du + vers le -. On conserve ce sens (sens conventionnel), mais en fait les électrons (masse négative) circulent du - vers le +.

### EFFETS DU COURANT ÉLECTRIQUE :

Le courant électrique peut produire trois effets :

**effet thermique** : de la chaleur apparaît toujours dans les conducteurs ou appareils traversés par du courant électrique.

**effet chimique** : le courant électrique décompose les électrolytes et provoque des réactions chimiques.

**effet magnétique** : le courant électrique peut provoquer les mêmes effets qu'un aimant (et inversement).

## QUANTITÉ D'ÉLECTRICITÉ (3a)

Symbole : **Q**

Unité : Le **COULOMB**

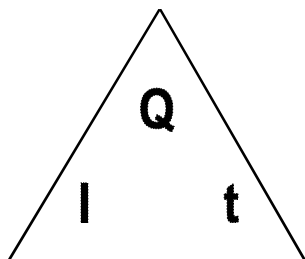
$$Q = I.t$$

Q en coulombs

I en ampères

t en secondes

L'intensité d'un courant est **la même en tout point d'un conducteur**. Elle peut être définie comme étant la quantité d'électricité passant dans une section du fil en une seconde.

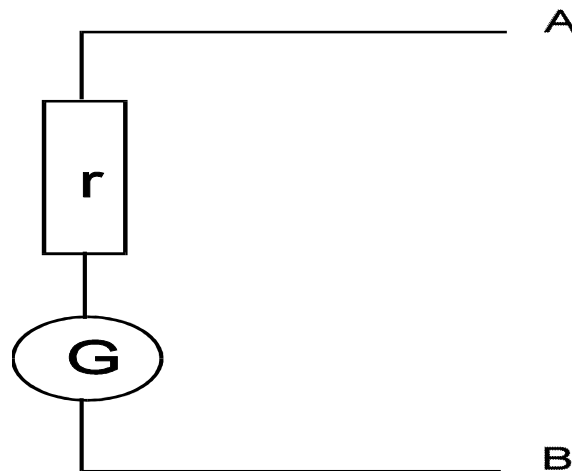


$$I = \frac{Q}{t}$$

$$t = \frac{Q}{I}$$

Le nombre de coulombs par seconde s'appelle l'**AMPÈRE**

## FORCE ÉLECTROMOTRICE : F.E.M (3b)



Circuit ouvert : on mesure la tension à vide, c'est la force électromotrice

En circuit fermé la résistance interne du générateur provoque une chute ohmique de tension :

E : F.E.M en volts  
R : résistance interne  
du générateur, en  $\Omega$   
U en Volts  
I en Ampères

$$E = U + r.I$$

$$U = E - r.I$$

## LOI DE JOULE : "effet Joule" (3c)

**Effet THERMIQUE du courant** : dans un conducteur parcouru par un courant il y a toujours transformation d'énergie électrique en chaleur. C'est l'**effet Joule**.

W en Joules  
R en  $\Omega$   
I en Ampères  
Q en Coulombs  
P en Watts  
t en secondes

$$W = R.I^2.t$$

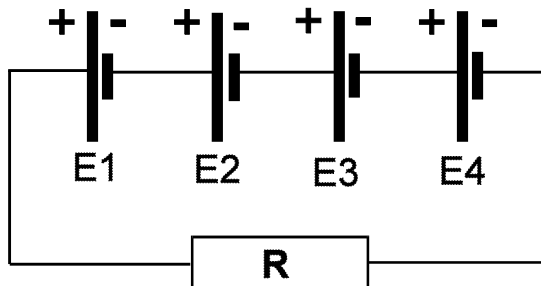
$$W = U.I.t$$

$$W = P.t$$

$$(1Wh = 3.600 \text{ Joules})$$

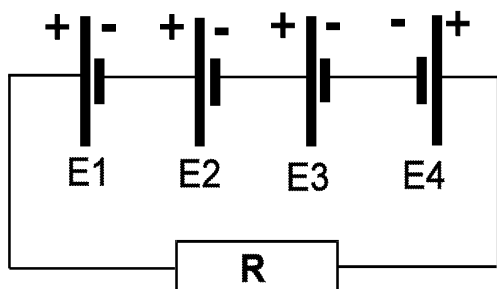
## GROUPEMENT DE GÉNÉRATEURS (3d)

Groupement série :



$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

Attention !



$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 - E_4$$

## RÉSISTANCE D'UN CONDUCTEUR R (4a)

R en ohms ( $\Omega$ )

L en mètres

S en mètres carrés

$\rho$  : coefficient de résistivité  
(en  $\Omega/m$ )

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Exemples : cuivre ( $\rho: 1,5 \cdot 10^{-8}$ ), aluminium ( $\rho: 2,5 \cdot 10^{-8}$ ), argent ( $\rho: 1,6 \cdot 10^{-8}$ )

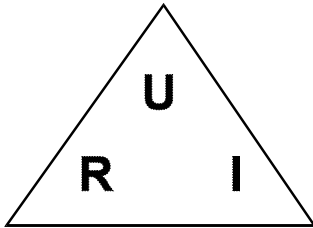
ATTENTION: *bien utiliser la même unité pour L et s: (m/m<sup>2</sup> - cm/cm<sup>2</sup> - mm/mm<sup>2</sup>)*

## LOI D'OHM (4b)

1  $\Omega$  est la résistance d'un corps qui, traversé par un courant de 1 volt laisse passer une intensité de 1 ampère

U en volts  
R en ohms  
I en ampères

$$U = R \cdot I$$



$$R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

## Code de couleurs des résistances... à savoir...! (4c)

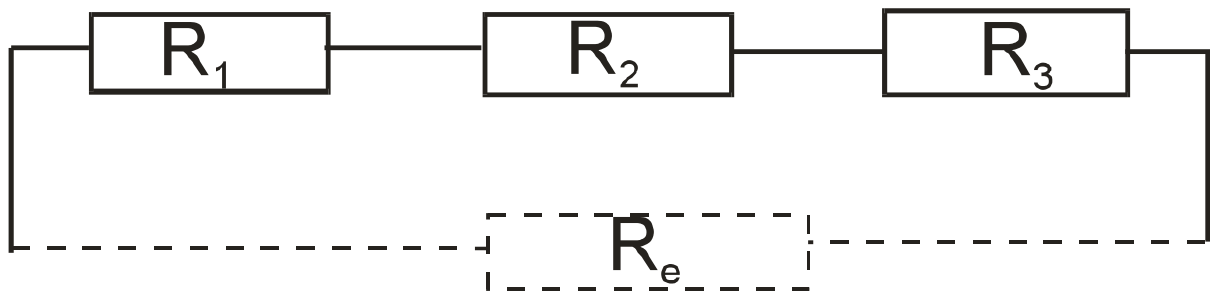
1      0      00  $\Omega$       Tolérance  
Or :  $\pm$  5%  
Argent :  $\pm$  10%

1 <sup>re</sup> bague 1 <sup>er</sup> chiffre	2 <sup>e</sup> bague 2 <sup>e</sup> chiffre	3 <sup>e</sup> bague multiplicateur
1	1	x 1
2	2	x 10
3	3	x 100
4	4	x 1000
5	5	x 10 000
6	6	x 100 000
7	7	x 1000 000
8	8	
9	9	



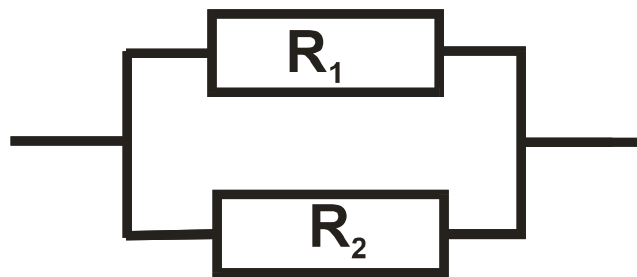
## RÉSISTANCES EN SÉRIE (4d)

$R_e$  : résistance équivalente



$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

## RÉSISTANCES EN PARALLÈLE (4e)



formule originale :

$$R_e = \frac{\text{Produit}}{\text{Somme}}$$

$$R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

♦  $R_e$ , la résistance équivalente, est toujours inférieure à la plus petite.

♦ Si  $R_1 = R_2 \rightarrow R_e = \frac{R_1}{2}$

Calcul avec la machine : Utiliser la touche inverse ( $1/x$  ou  $x^{-1}$ )

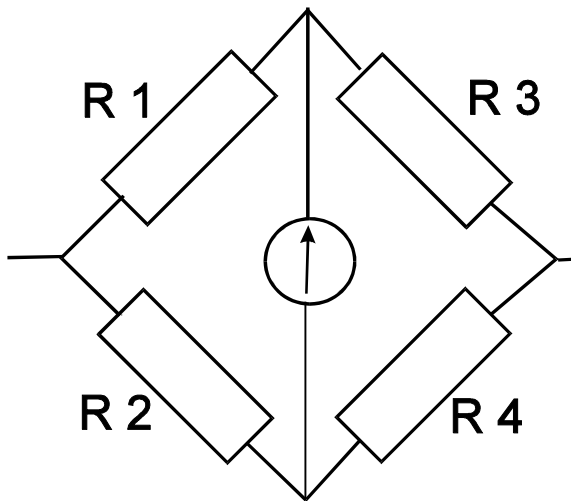
$$R_1 \quad [1/x] \quad [ + ] \quad R_2 \quad [1/x] \quad [ = ] \quad [1/x]$$

On obtient directement  $R_e$

## LE PONT DE WHEATSTONE (4f)

Appareil de précision pour la mesure des résistances.

**Principe:** Le courant se répartit dans les deux branches.  
Si  $R_1.R_4 = R_2.R_3$  aucun courant ne circule dans le galvanomètre G.



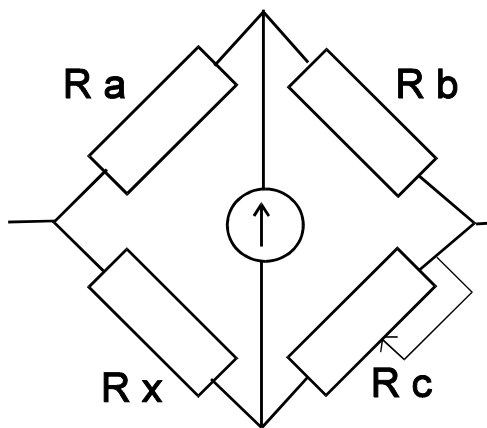
$$R_1.R_4 = R_2.R_3$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R_4 = \frac{R_2.R_3}{R_1}$$

$$R_3 = \frac{R_1.R_4}{R_2}$$

## LE PONT DE MESURE (4g)



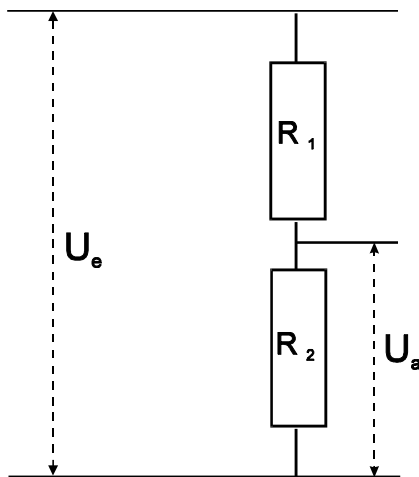
$$R_x = \frac{R_a}{R_b} R_c$$

Si la relation  $\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_x}{R_c}$  est vérifiée,

aucun courant ne passe dans l'appareil formant pont entre les deux circuits.

$R_c$  est une résistance variable calibrée.  $R_a$  et  $R_b$  sont connues. La valeur de  $R_x$  est déterminée par la mesure de la valeur de  $R_c$  pour laquelle le pont n'est traversé par aucun courant.

**LE PONT DIVISEUR, diviseur de tension (4h)**

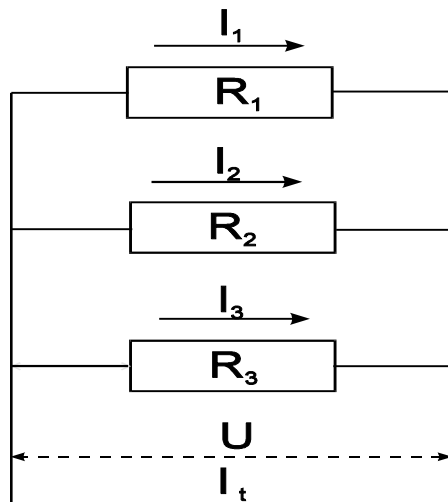


On applique la loi d'ohm :

$$I = \frac{U_e}{R} \quad (R = R_1 + R_2)$$

$$U_a = I \cdot R_2$$

**LE PONT DIVISEUR, diviseur de courant (4i)**



$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2}$$

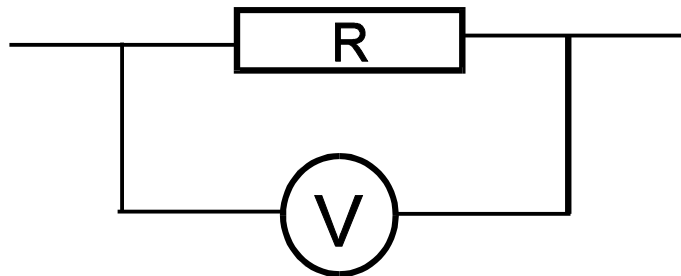
$$I_3 = \frac{U}{R_3}$$

La tension U est la même aux bornes de toutes les résistances.

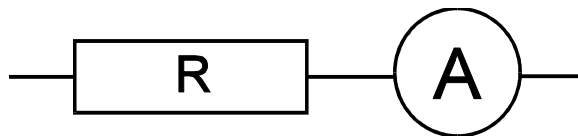
L'intensité totale est égale à la somme des intensités dans chaque branche.  
La plus petite résistance a la plus grande intensité.

## LES APPAREILS DE MESURE (4j)

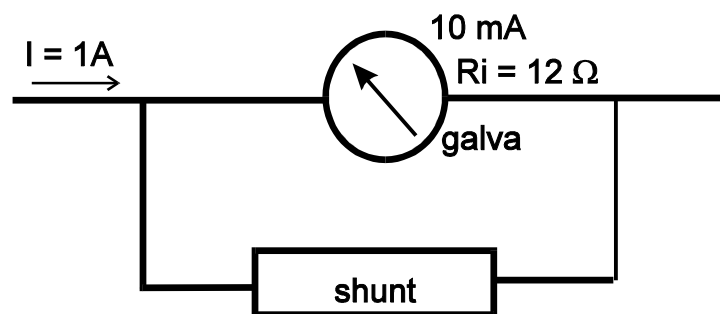
Le **voltmètre** : Il sert à mesurer des **tensions**. Il se place **en dérivation** sur le circuit. Il doit avoir la **plus grande résistance interne possible**.



L'**ampèremètre** : Il sert à mesurer des **intensités**. Il se place **en série** dans le circuit. Il doit avoir la **plus petite résistance interne possible**.



## Calcul du shunt (4k)



**exemple:**

calculez I dans le shunt (1A-1mA)

$$\rightarrow I = 1000 - 10 = 990 \text{ mA}$$

tension du galva : ( $U = RI$ )

$$\rightarrow U = 12 \cdot 10 \cdot 10^{-3}$$

la tension du shunt étant la même que celle du galva (pont diviseur de courant), on a :

$$(U = RI \rightarrow R = U/I)$$

$$\rightarrow R_s = \frac{0,12}{0,990} = 0,121 \Omega$$

$$R_{\text{shunt}} = \frac{R_{\text{galva}} \cdot I_{\text{galva}}}{I_{\text{totale}} - I_{\text{galva}}}$$

## Sensibilité d'un voltmètre (4I)

S : en ohms/volts

$I_{\max}$  : en ampères

$$S = \frac{1}{I_{\max}}$$

## PUISSANCE ÉLECTRIQUE (5)

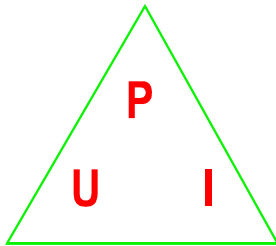
**P en Watts** : le Watt, unité de puissance, est l'énergie, exprimée en Joules, fournie pendant une seconde.

P en Watts

U en Volts

I en Ampères

$$P = U.I$$



$$U = \frac{P}{I}$$

$U = RI$ , d'où :

$$P = R.I^2$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

**P en Joules :**

W en Joules

t en secondes

$$P = \frac{W}{t}$$

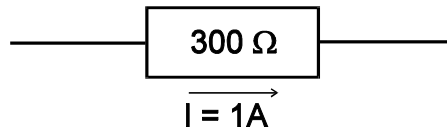
**Rendement électrique :**

$$R_{\%} = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} 100$$

## Exercices - 1 -

### Loi de Joule :

1 / Valeur, en Joules, de l'énergie dissipée en chaleur dans R pendant 1 heure ?



### Loi d'ohm – Résistances :

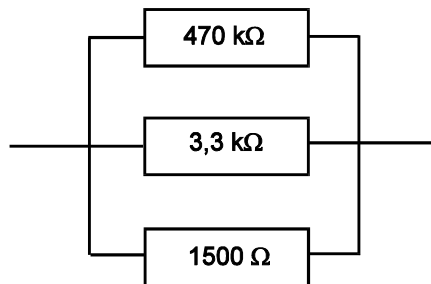
2 / On veut faire passer, dans deux résistances en série, un courant de 70 mA. Les résistances sont respectivement, 700  $\Omega$  et 200  $\Omega$ . La tension est de 98 V.

- Quelle résistance série doit-on ajouter aux deux premières ?

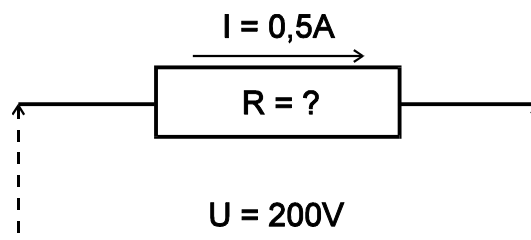
3 / Un accumulateur au plomb, de grande capacité, a une d.d.p constante entre deux points. On monte, entre ces deux points, une résistance de 400  $\Omega$ . Le courant, mesuré avec un ampèremètre (*branchement en série dans le circuit*) de 100  $\Omega$  est alors de 12 mA.

- Pour une autre résistance x, inconnue, mise à la place de la précédente, le courant est de 17 mA. Calculez x.

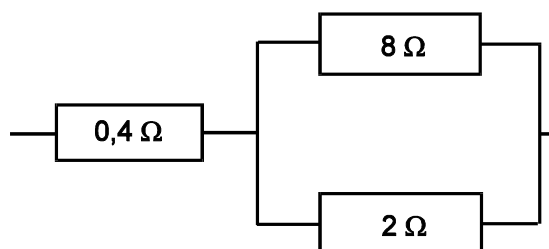
4 / Résistance équivalente  $R_e$  ?



5 / Valeur de R ?

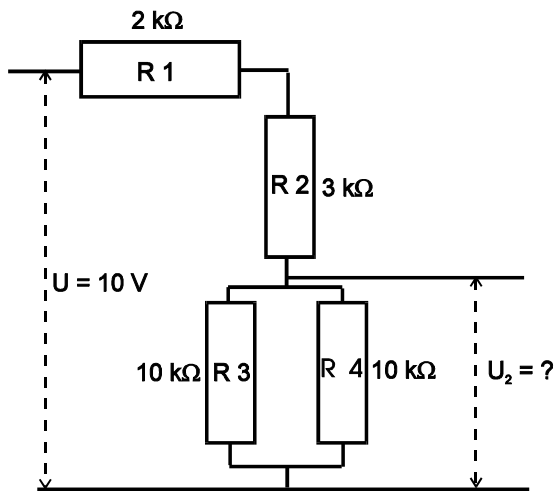


6 / Résistance équivalente ?

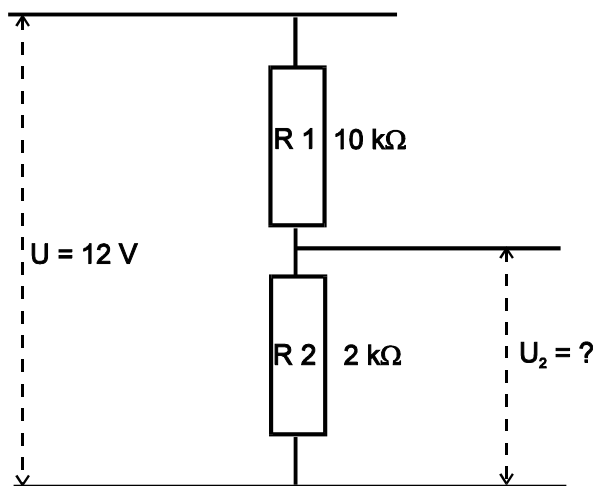


## Exercices - 2 -

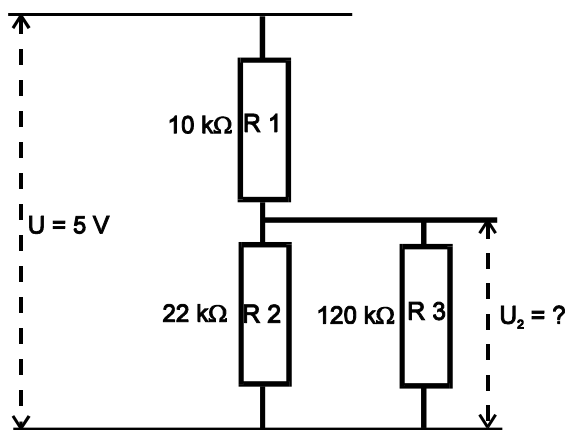
### DIVISEURS DE TENSION :



Calculez I



Calculez I



## Exercices - 3 -

1 - Quelle est la puissance dissipée dans une résistance de  $20\ \Omega$  parcourue par un courant de  $6\ \text{A}$  ?

2 - Une résistance de  $15\ \Omega$  dissipe  $540\ \text{W}$ . Quel est le courant qui la traverse ?

3 - Un moteur ayant une résistance de  $2\ \Omega$  est alimenté sous  $100\ \text{V}$ . Il est parcouru par un courant de  $8\ \text{A}$ .

- Quelle puissance consomme-t-il ?

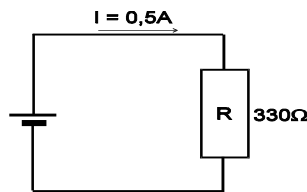
- Quelle puissance y est transformée en chaleur par effet Joule ?

- Quelle est la puissance utile ?

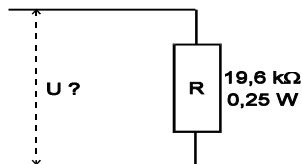
- Quel est le rendement de ce moteur ?

4 - Quelle est la résistance d'une lampe marquée  $220\ \text{V} / 75\ \text{W}$  . Par quel courant est-elle traversée ?

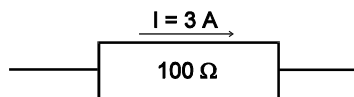
5 - Puissance dissipée dans la charge ?



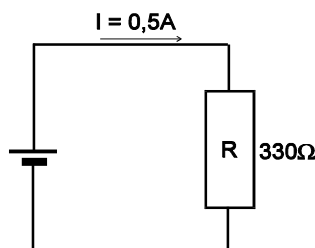
6 - Tension à ne pas dépasser ?



7 - Puissance dissipée dans R ?



8 - Puissance débitée par le générateur ?





## LES CONDENSATEURS (6)

Un condensateur est constitué de deux électrodes séparées par un isolant (le diélectrique).

Il accumule des charges électriques lorsqu'il est soumis à une différence de potentiel entre ses bornes.

C en Farads

s : surface en m<sup>2</sup>

e : distance en m entre les 2 plaques

K : constante diélectrique

$$C = K \frac{S}{e}$$

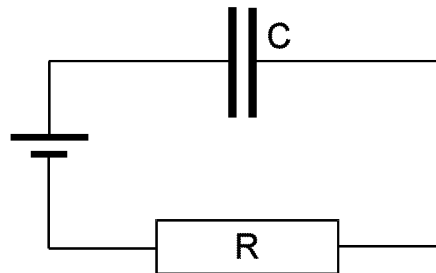
- L'unité de mesure est le FARAD. Dans la pratique on utilise les sous-multiples :

$$\mu F = 10^{-6} \quad - \quad n F = 10^{-9} \quad - \quad p F = 10^{-12}$$

- La **quantité d'électricité** dans un condensateur est :

Q en Coulombs

$$Q = C.U$$

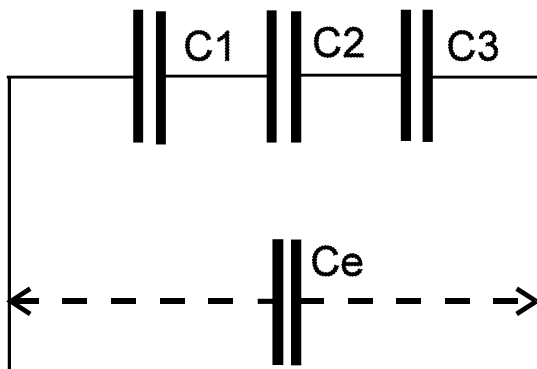


**Constante de temps RC :**

temps nécessaire pour que la tension aux bornes de C atteigne 63% de sa valeur.

RC	63% de la charge
2 RC	86% de la charge
3 RC	96% de la charge
5 RC	99% de la charge (maxi)

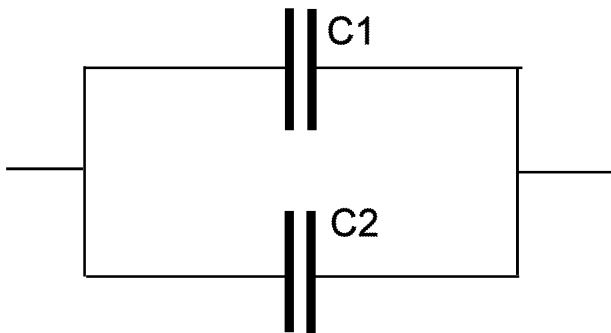
### Association série :



$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

La capacité équivalente est toujours inférieure à la plus petite.

### Association parallèle :



$$C_e = C_1 + C_2$$

### Énergie emmagasinée par un condensateur :

W en Joules

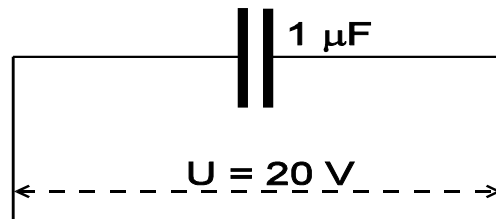
C en Farads

U en Volts

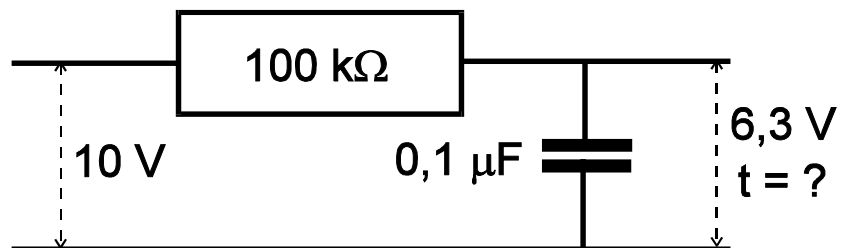
$$W = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

## Exercices - 4 -

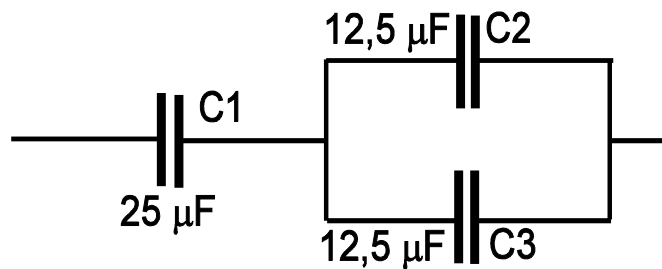
1-  $W = ?$        $Q = ?$



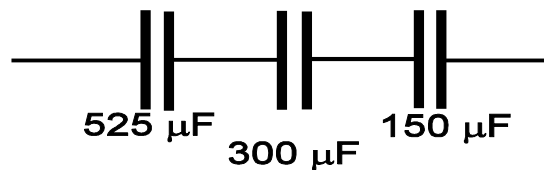
2- On applique 10 V aux bornes A et B à l'instant  $t_0$ . Après combien de temps aura-t-on 6,3 V aux bornes de C ?



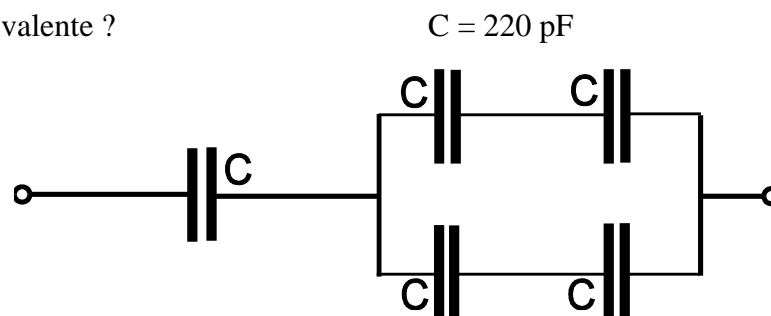
3- Capacité équivalente ?



4- Capacité équivalente ?



5- Capacité équivalente ?



## COURANTS ALTERNATIFS (7)

Un courant (ou une tension) périodique est un courant (ou une tension) qui reprend les mêmes valeurs au bout d'un intervalle de temps  $T$ , appelé **période**.

Exemple : le courant EDF

période de  $1/50^{\circ}$  de seconde

$F = 50 \text{ Hz}$  (50 périodes par seconde)

Un courant alternatif est caractérisé par :

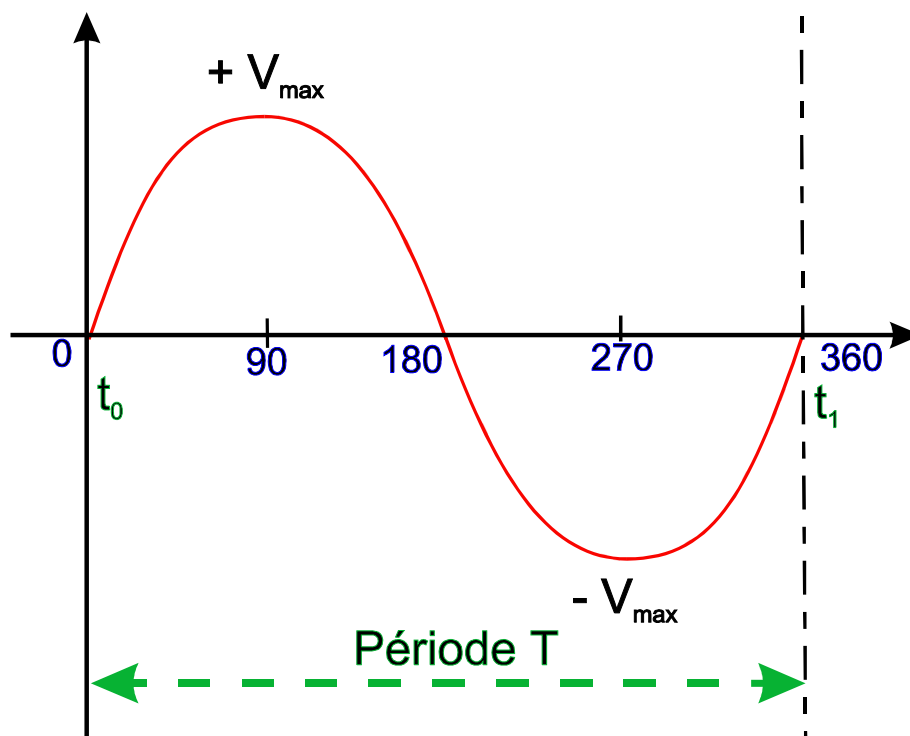
- sa période  $T$

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

- sa fréquence  $F$

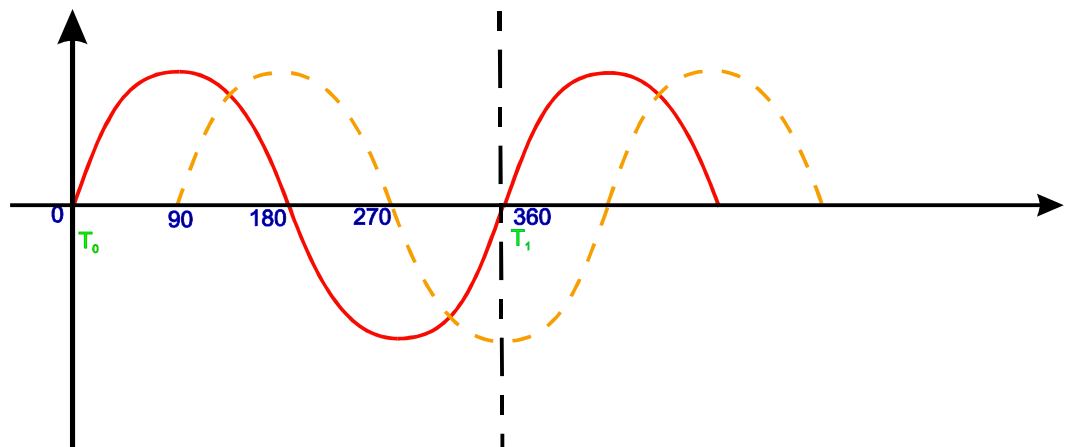
$$F = \frac{1}{T}$$

- son amplitude maximum

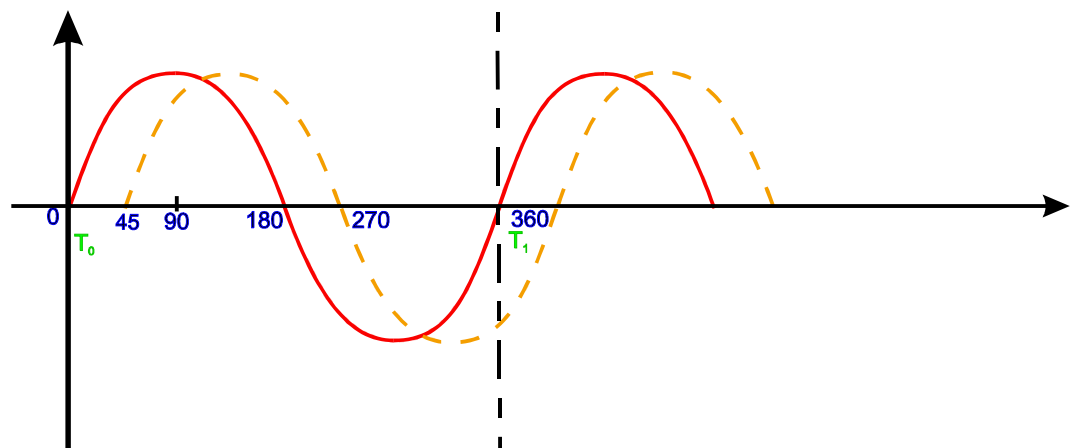


## DÉPHASAGES :

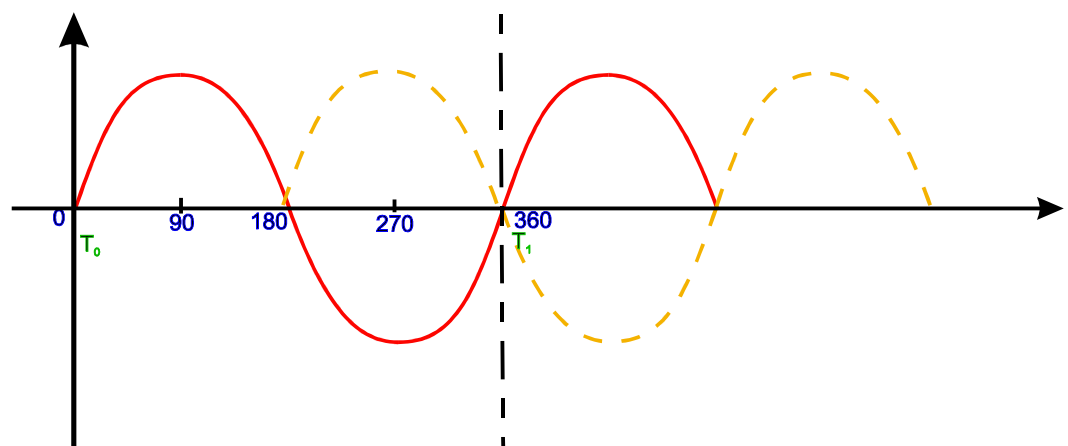
déphasage à  $90^\circ$



déphasage à  $45^\circ$



déphasage à  $180^\circ$



## PULSATION : vitesse angulaire

$\omega$  : pulsation en radians/seconde

F : fréquence du courant

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

## VALEURS EFFICACES :

**COURANT/TENSION INSTANTANÉS** : valeurs que peuvent prendre le courant et la tension à un instant t quelconque.

**COURANT/TENSION MAXIMUMS** : valeurs maximums que peuvent prendre le courant et la tension, soit en positif, soit en négatif. (courant ou tension crête)

	TENSION	COURANT
efficace	$U_{\text{eff}} = \frac{U_c}{\sqrt{2}}$	$I_{\text{eff}} = \frac{I_c}{\sqrt{2}}$
crête	$U_c = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$	$I_c = I_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$
crête-crête	$U_{c.c} = U_{\text{eff}} \cdot 2\sqrt{2}$	$I_{c.c} = I_{\text{eff}} \cdot 2\sqrt{2}$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{c.c}}{2\sqrt{2}}$$

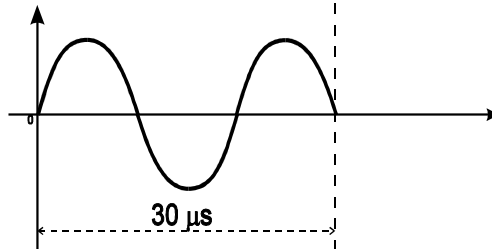
$$I_{\text{eff}} = \frac{I_{c.c}}{2\sqrt{2}}$$

## Exercices - 5 -

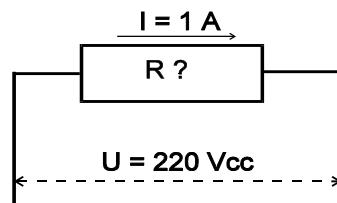
1-

a: F en kHz ?

b: Calculez la tension crête-crête sachant que la tension efficace est de 16 V.

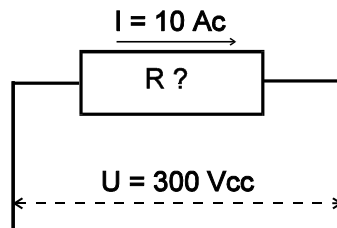


2- Calculez R

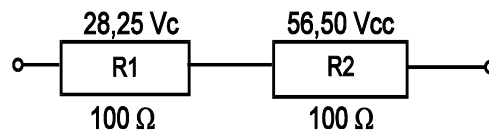


3- Période d'un signal de 1 MHz ? Calculez sa pulsation.

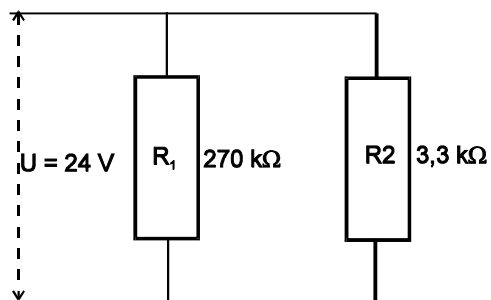
4- Calculez R



5- Calculez I



6- Calculez  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_t$



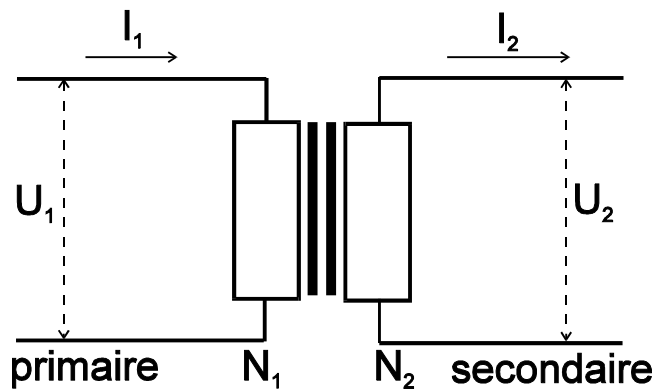
## LES TRANSFORMATEURS (8)

Le transformateur utilise le principe de **l'induction électromagnétique**.

- un conducteur parcouru par un courant variable donne naissance à un flux d'induction magnétique.

- un conducteur placé dans un flux d'induction magnétique variable est le siège d'une force électromagnétique.

→ la conjugaison de ces deux effets donne le **couplage**.



N: nombre de spires

**Rapport de transformation :**

$$n = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

$$U_1 = \frac{N_1}{N_2} U_2$$

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1} U_1$$

**principe de base :** Dans un transfo, en principe parfait, les puissances sont conservées.

$$P_1 = P_2$$

**Impédance d'un transformateur :**

$$n^2 = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$n = \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$$

**Rendement d'un transformateur :**

$P_1$  : puissance au primaire

$P_2$  : puissance au secondaire

$N\%$  : rendement en %

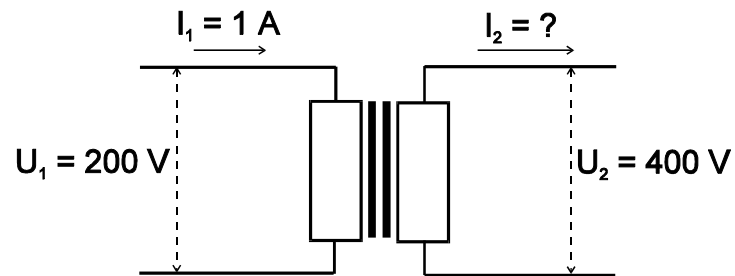
$$N\% = 100 \frac{P_2}{P_1}$$

Le rendement d'un transformateur est **toujours inférieur à 1**



## Exercices - 6 -

1- Calculez  $I_2$



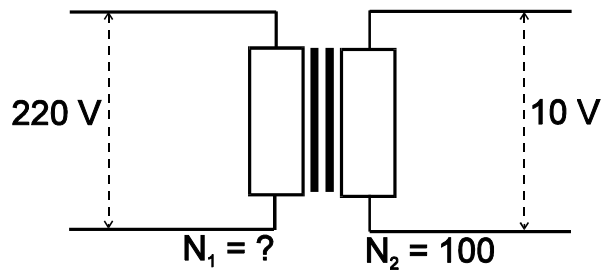
2- Le primaire d'un transformateur parfait a 1.500 spires. Il est alimenté sous 220 V. Le secondaire possède 300 spires.

$$P = 100 \text{ W}$$

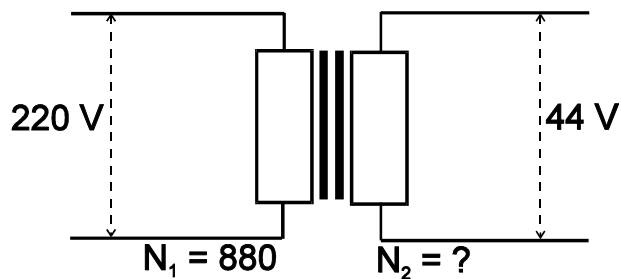
a: calculez  $U_2$

b: calculez  $I_1$  et  $I_2$

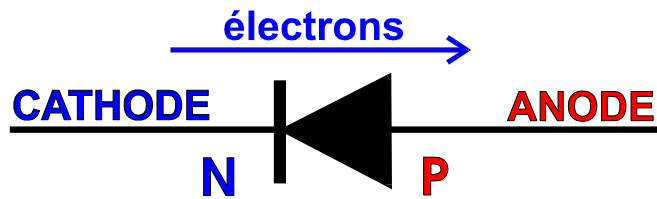
3- Calculez  $N_1$  (transformateur parfait)



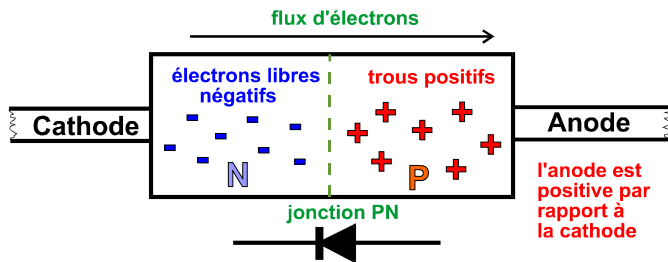
4- Calculez  $N_2$  (transformateur parfait)



# LA DIODE (9)

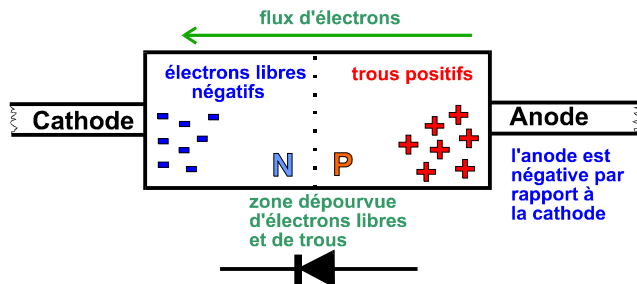


Comment les diodes conduisent le courant ?

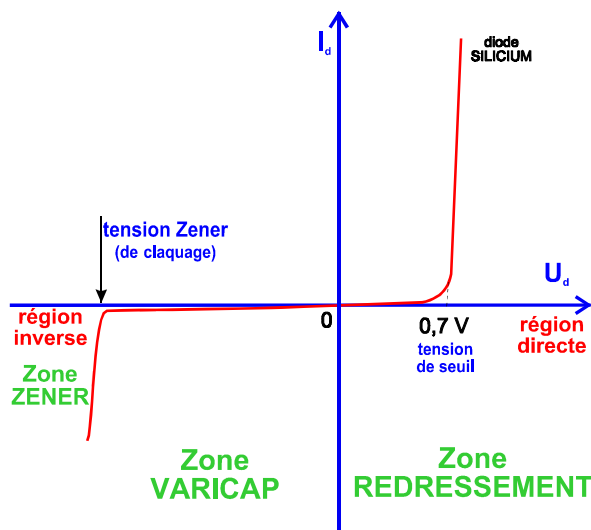


Les électrons libres de la région N et les trous de la région P se déplacent les uns vers les autres. Lorsqu'ils se rencontrent à la jonction, les électrons libres "tombent" dans les trous.

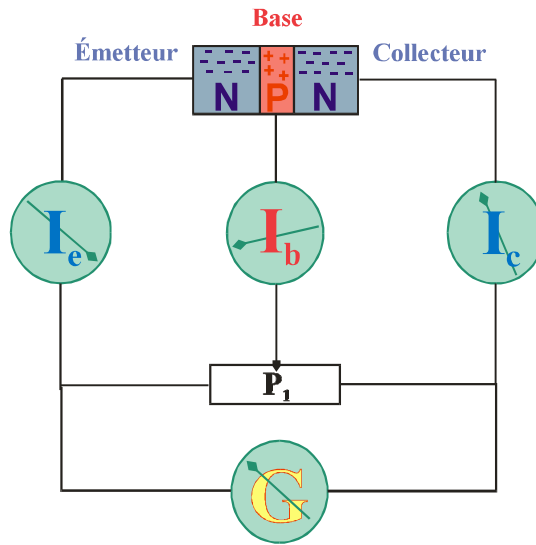
Comment les diodes bloquent le courant ?



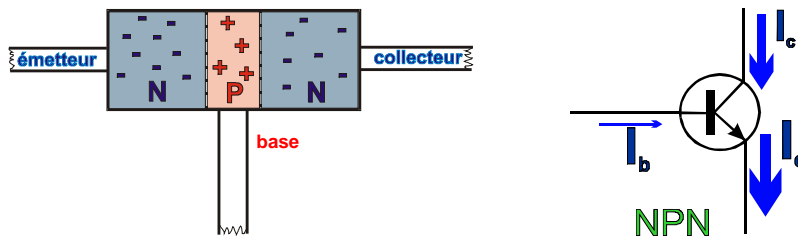
Il n'y a pas de trous ou d'électrons libres à proximité de la liaison: **elle est isolante**. Les électrons peuvent circuler **de la région N vers la région P**, mais pas de la région P vers la région N.



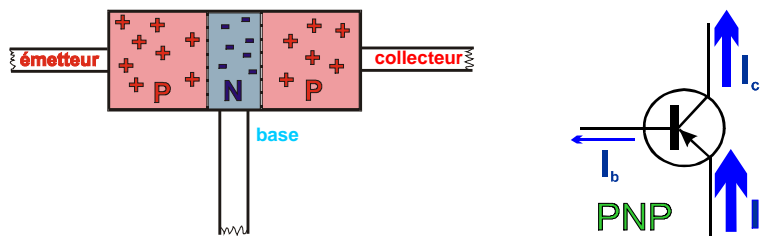
# LES TRANSISTORS (10)



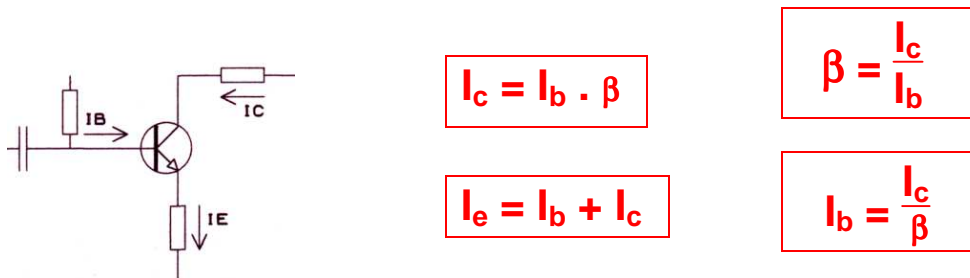
**Le transistor NPN :**



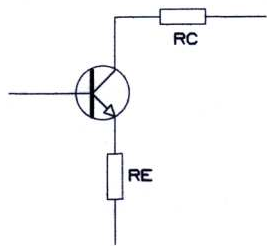
**Le transistor PNP :**



**Le gain en courant :**  $\beta$  est le gain en courant du transistor



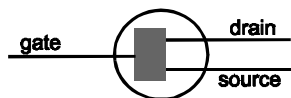
**Le gain en tension :**  $\alpha$  est le gain en tension du transistor



$$\alpha = \frac{R_c}{R_e}$$

**Les autres types de transistors :**

**FET**

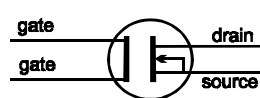


Transistor à effet de champ

**MOSFET**



**MOSFET à 2 portes**



**Les différents montages du transistor :**

montage	émetteur commun	base commune	collecteur commun
gain en puissance	élevé	moyen	faible
gain en courant	élevé	$\cong 1$	élevé

$$G = \beta = \frac{I_c}{I_b}$$

$$G = \frac{\beta}{\beta + 1} \cong 1$$

$$G = \beta + 1$$

$$I_c = I_b \beta$$

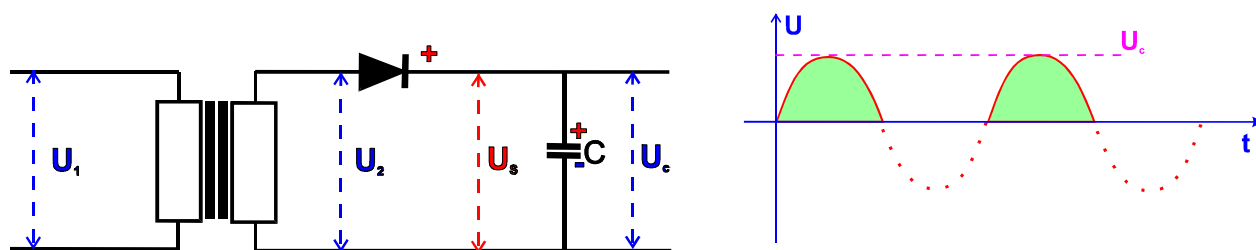
$$I_c \cong I_e$$

$$I_e = I_b (\beta + 1)$$

gain en tension	moyen	élevé	$\cong 1$
impédance d'entrée	moyenne	faible	élevée
impédance de sortie	moyenne	élevée	faible
déphasage	180°	0°	0°

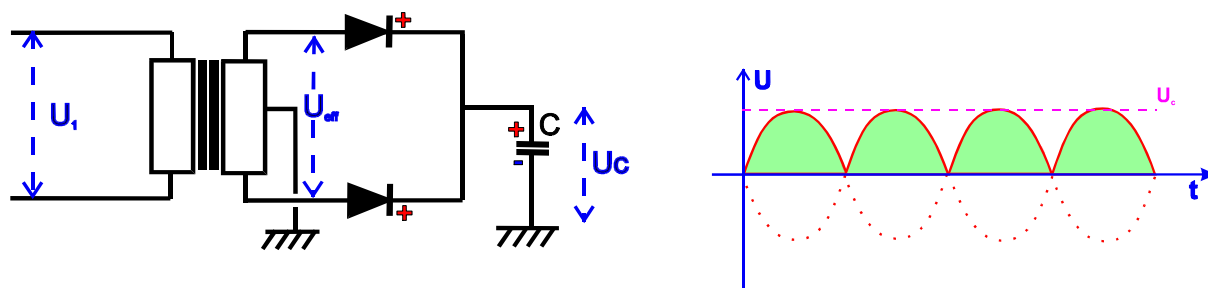
# LE REDRESSEMENT DU COURANT ALTERNATIF (11)

Mono-alternance :



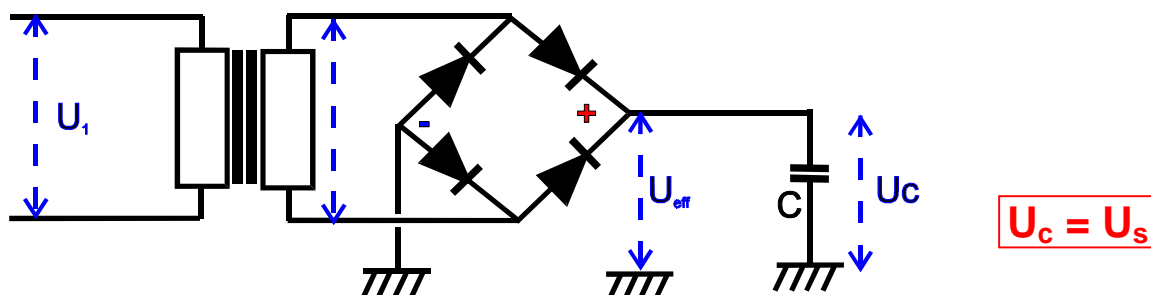
$$U_c = U_s \sqrt{2}$$

Double-alternance avec point milieu :



$$U_c = \frac{U_{\text{eff}} \sqrt{2}}{2}$$

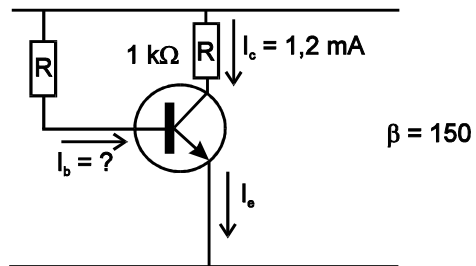
Redressement double :



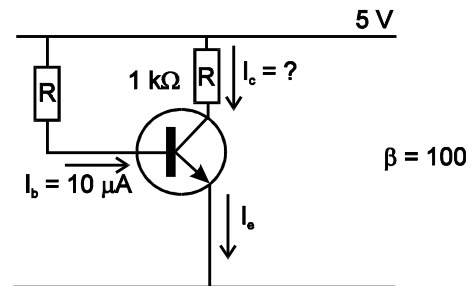
$$U_c = U_s$$

## Exercices - 7 -

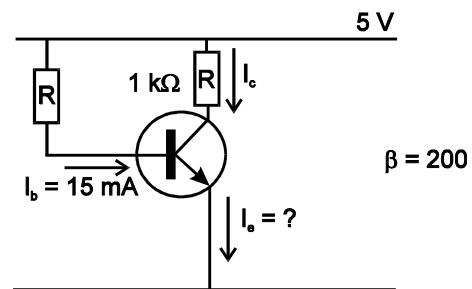
1- Calculez  $I_b$



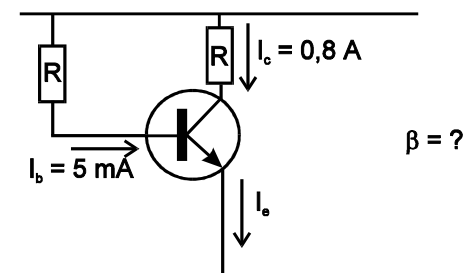
2- Calculez  $I_c$



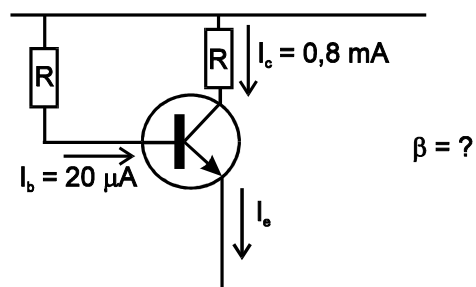
3- Calculez  $I_c$



4- Calculez  $\beta$



5- Calculez  $\beta$



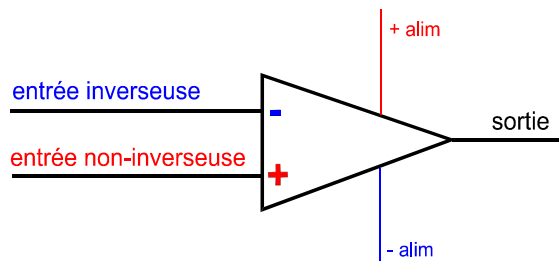
# L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL (12)

## Définition :

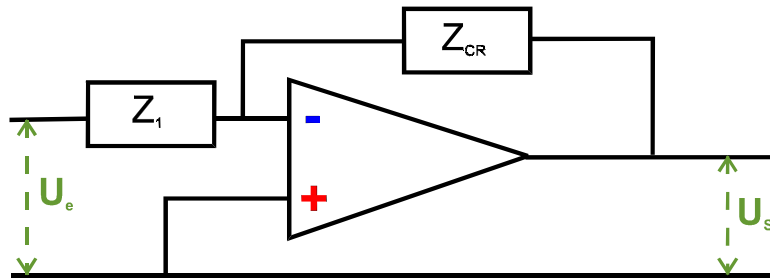
C'est un amplificateur :

- à structure différentielle
- à gain en tension infini
- à impédance d'entrée infinie (pour ne pas consommer de courant)
- à impédance de sortie nulle
- à bande passante infinie
- à tension de sortie rigoureusement nulle en l'absence de signaux à l'entrée

## Les entrées :



**ampli inverseur avec boucle de contre-réaction** (montage en boucle fermée) :  $U_e$  et  $U_s$  sont en opposition de phase



Gain en boucle fermée

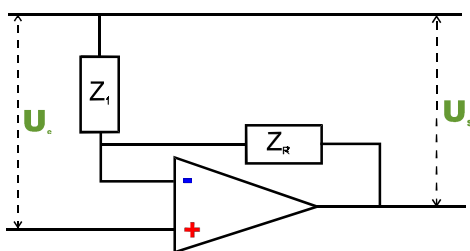
$Z_1$  : impédance d'attaque

$Z_{CR}$  : impédance de contre-réaction

$$G = - \frac{Z_{CR}}{Z_1}$$

$$U_s = - \frac{Z_{CR}}{Z_1} \cdot U_e$$

**ampli non-inverseur avec boucle de réaction** :  $U_e$  et  $U_s$  sont en phase

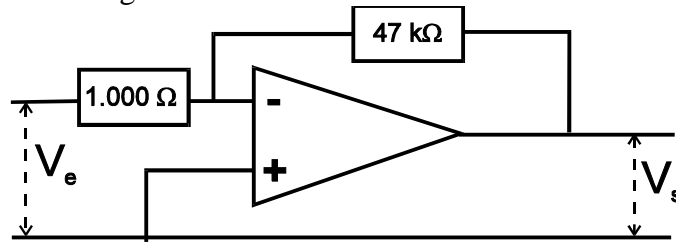


$$G = \frac{Z_1 + Z_R}{Z_1}$$

$$U_s = \frac{Z_1 + Z_R}{Z_1} \cdot U_e$$

## Exercices - 8 -

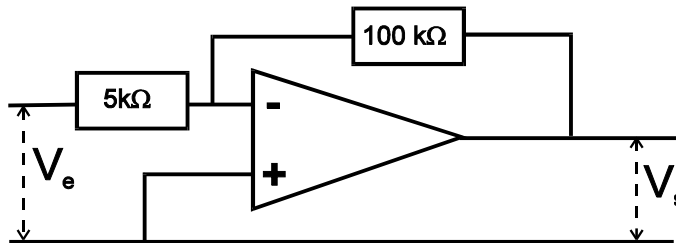
1- Gain en tension de ce montage ?



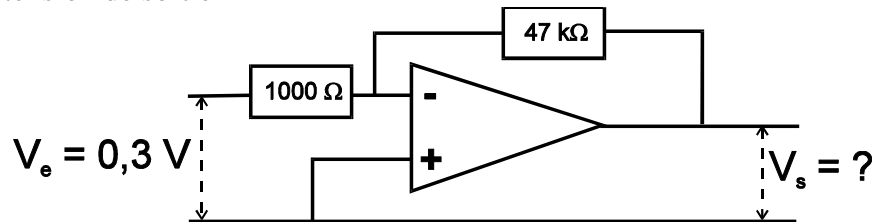
Est-ce un montage:

- a: intégrateur                      c: ampli inverseur  
 b: dériveur                         d: ampli non-inverseur;

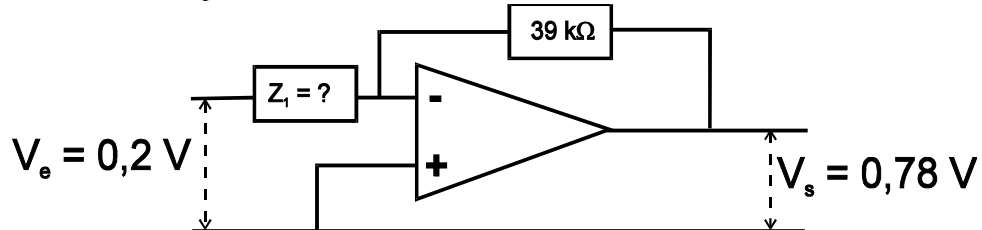
2: Gain en boucle fermée de cet ampli op dont  $G_o = 100.000$  ?



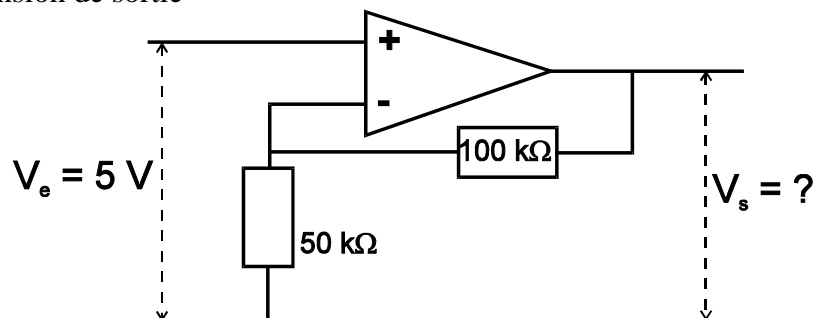
3: Calculez la tension de sortie



4: Calculez la valeur de  $Z_1$



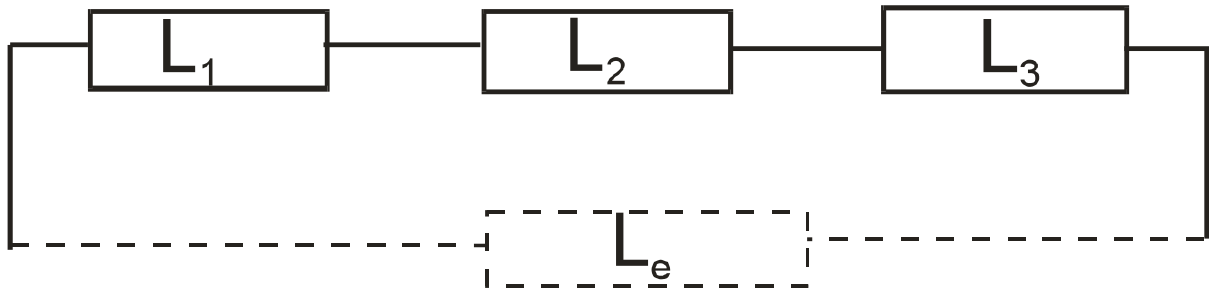
5: Calculez la tension de sortie





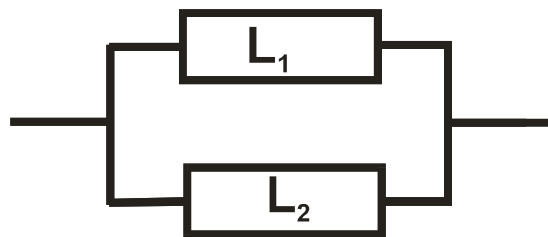
## SELFS EN SÉRIE (13)

$L_e$  : self équivalente



$$L_e = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

## SELFS EN PARALLÈLE (14)



formule originale :

$$L_e = \frac{\text{Produit}}{\text{Somme}}$$

$$L_e = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$$

$$\frac{1}{L_e} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

♦  $L_e$ , la self équivalente, est toujours inférieure à la plus petite.

♦ Si  $L_1 = L_2 \rightarrow L_e = \frac{L_1}{2}$

**Calcul avec la machine :** Utiliser la touche inverse ( $1/x$  ou  $x^{-1}$ )

$$L_1 \quad \boxed{1/x} \quad \boxed{+} \quad L_2 \quad \boxed{1/x} \quad \boxed{=} \quad \boxed{1/x}$$

On obtient directement  $L_e$

préfixe	abréviation	multiplicateur	notation décimale	exemple	
atto	a	$10^{-18}$	0,000 000 000 000 000 001		
femto	f	$10^{-15}$	0,000 000 000 000 001		
<b>pico</b>	<b>p</b>	<b><math>10^{-12}</math></b>	<b>0,000 000 000 001</b>	<b>1 picofarad</b>	<b>1 pF</b>
<b>nano</b>	<b>n</b>	<b><math>10^{-9}</math></b>	<b>0,000 000 001</b>	<b>1 nanoseconde</b>	<b>1 ns</b>
<b>micro</b>	<b>μ</b>	<b><math>10^{-6}</math></b>	<b>0,000 001</b>	<b>1 microfarad</b>	<b>1 μ F</b>
<b>milli</b>	<b>m</b>	<b><math>10^{-3}</math></b>	<b>0,001</b>	<b>1 milliampère</b>	<b>1 mA</b>
centi	c	$10^{-2}$	0,01		
déci	d	$10^{-1}$	0,1		
<b>UNITÉ</b>	<b>U</b>	<b><math>10^0</math></b>	<b>1</b>		
déca	da	$10^1$	10		
hecto	h	$10^2$	100		
<b>kilo</b>	<b>k</b>	<b><math>10^3</math></b>	<b>1.000</b>	<b>1 kilowatt</b>	<b>1 kW</b>
<b>méga</b>	<b>M</b>	<b><math>10^6</math></b>	<b>1.000.000</b>	<b>1 Mégahertz</b>	<b>1 MHz</b>
<b>giga</b>	<b>G</b>	<b><math>10^9</math></b>	<b>1.000.000.000</b>	<b>1 Gigahertz</b>	<b>1 GHz</b>
téra	T	$10^{12}$	1.000.000.000.000		
peta	P	$10^{15}$	1.000.000.000.000.000		
exa	E	$10^{18}$	1.000.000.000.000.000.000		

multiples : on multiplie par...						1	sous-multiples : on divise par...											
<b>méga</b>			<b>kilo</b>			<b>unité</b>	déci	centi	<b>milli</b>			<b>micro</b>			<b>nano</b>			<b>pico</b>
<b>10<sup>6</sup></b>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	<b>10<sup>3</sup></b>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	<b>10<sup>0</sup></b>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	<b>10<sup>-3</sup></b>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	<b>10<sup>-6</sup></b>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	<b>10<sup>-9</sup></b>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	<b>10<sup>-12</sup></b>
1 000 000	100 000	10 000	1 000	100	10	1	0,1	0,01	0,001	0,000 1	0,000 01	0,000 001	0,000 000 1	0,000 000 01	0,000 000 001	0,000 000 000 1	0,000 000 000 01	0,000 000 000 001