



# Comment s'assurer du fonctionnement normal d'un appareil électrique?

# I- Point de fonctionnement d'un circuit:



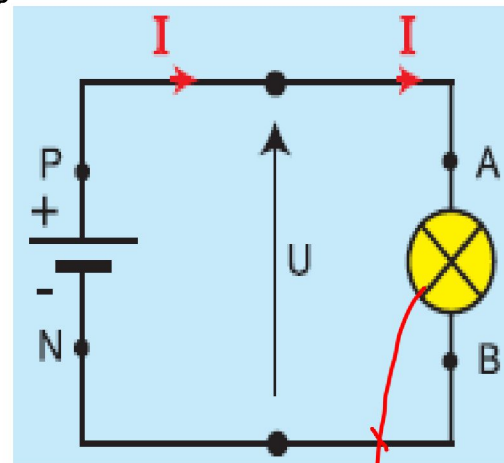
Réalisons un circuit formé par un **générateur** ( $E, r$ ) et une **lampe** à incandescence: il s'établit un régime de fonctionnement caractérisé par le couple  $(U_F, I_F)$  tel que :

$$U_{\text{géné}} = U_{\text{lampe}} = U_F$$

$$I_{\text{géné}} = I_{\text{lampe}} = I_F$$

Le couple  $(U_F, I_F)$  qui détermine l'état de fonctionnement de ce circuit s'appelle **point de fonctionnement du circuit**.

On dit que deux dipôles associés sont adaptés lorsque le **point de fonctionnement** ( $I_F, U_F$ ) correspond pour chacun des deux dipôles à un fonctionnement **normal**.



$(U_N, I_N)$

## 2- détermination du point de fonctionnement:

$(U_F, I_F)$



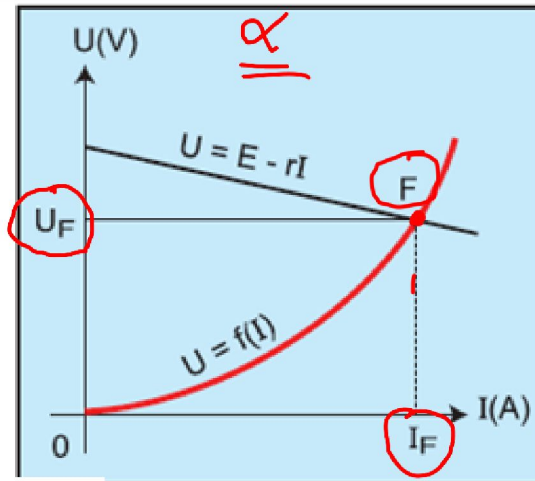
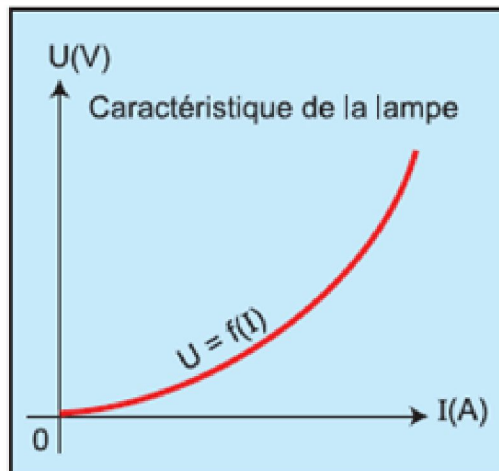
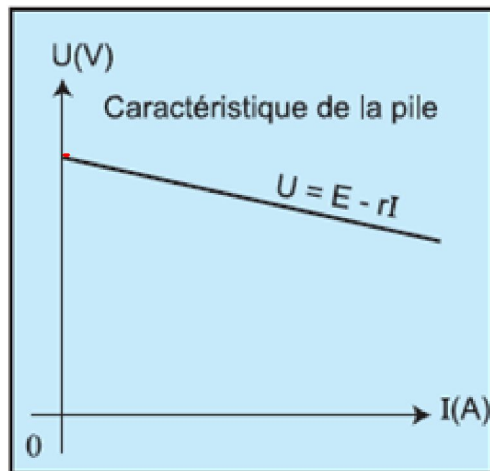
- Méthode graphique:

Méthode analytique (calcul)

## 2- détermination du point de fonctionnement:

### a- Méthode graphique:

En reportant dans un même repère les caractéristiques intensité-tension du générateur et du récepteur, on lit le couple de valeurs ( $I_F$ ,  $U_F$ ) à l'intersection des deux caractéristiques quand elle existe





## b- Méthode analytique: $\propto$ Lampe $\rightarrow$

cette méthode n'est valable que si on connaît la relation entre  $U$  et  $I$  (loi d'Ohm)

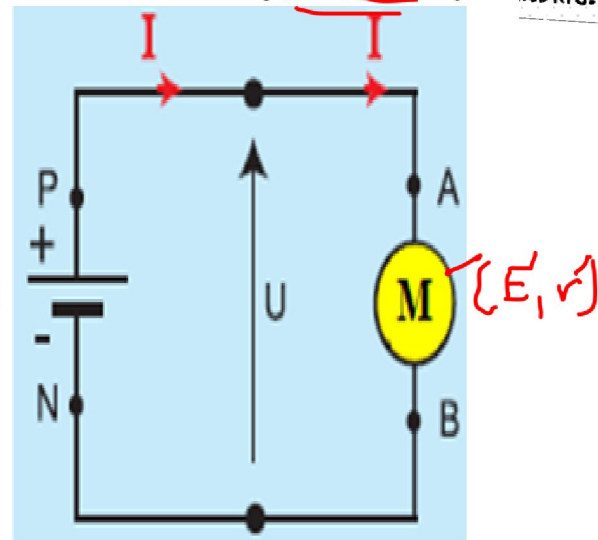
pour chaque dipôle.

$\propto$  Exemple: pile ( $E, r$ ) et Moteur ( $E', r'$ ):

$$U_{PN} = U_{AB} = U_F \Leftrightarrow E - r \cdot I_F = E' + r' \cdot I_F \Leftrightarrow E - E' = r \cdot I_F + r' \cdot I_F$$

$$\Leftrightarrow E - E' = (r + r') \cdot I_F \Leftrightarrow I_F = \frac{E - E'}{r + r'}$$

et  $U_F = E - r \cdot I_F = E' + r' \cdot I_F$



$$P(I_F, U_F)$$



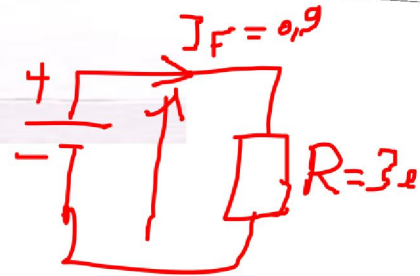
le générateur  $G(E=4,5 \text{ V}; r=2 \Omega)$

est relié à un résistor portant

les indications suivantes :

$R=3 \Omega$  et  $I_{\max} = 0,2 \text{ A}$ .

Est ce que la résistance est adaptable avec le générateur



$P(I_F, U_F)$

$$U_G = U_R$$

$$\hookrightarrow E - r I_F = R \cdot I_F \Leftrightarrow E = r \cdot I_F + R \cdot I_F$$

$$E = I_F \times (r + R) \hookrightarrow I_F = \frac{E}{r + R} = \frac{4,5}{2 + 3} = \frac{4,5}{5} = 0,9 \text{ A}$$

$$\cancel{I_F = \frac{r + R}{E} = 2 +}$$

$$I_{\max} = 0,2 \text{ A}$$

$$I_F > I_{\max}$$

$\Rightarrow$  le générateur n'est pas adaptable avec la résistance  $R$ .

- Le Générateur :  $U_{PN} = E - r * I$ .
- Le Résistor :  $U_{PQ} = U_R = R * I$ .
- Le moteur :  $U_{QN} = U_M = E' + r' * I$

## 2- Loi des mailles :

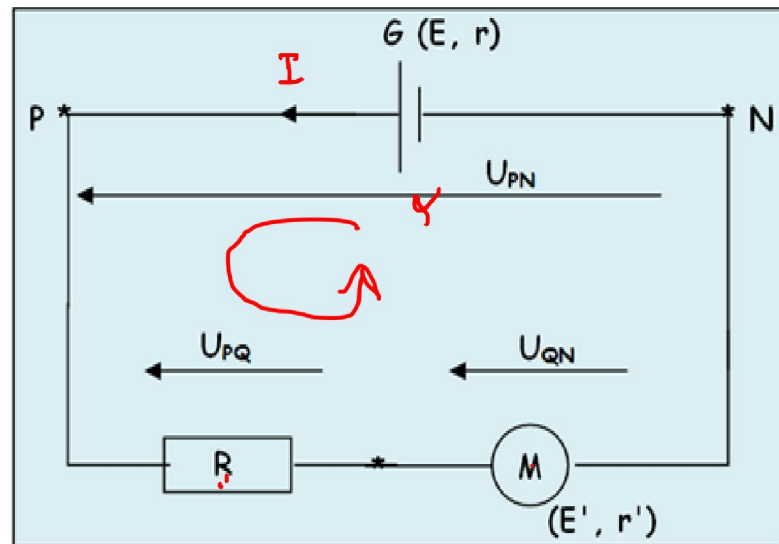
$$* U_{PN} = U_{PQ} + U_{QN} \Rightarrow U_G = U_M + U_R \Rightarrow E - r * I = E' + r' * I + R * I \Rightarrow U_{PN} - U_{PQ} - U_{QN} = 0$$

$$E - E' = I * (r + r' + R)$$

$$U_{PN} = U_{PQ} + U_{QN}$$

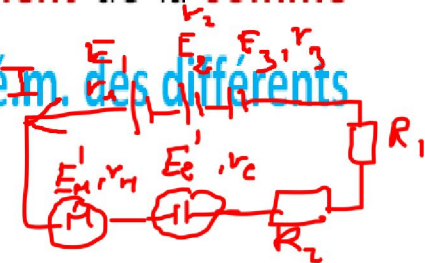
D'où 
$$I = \frac{E - E'}{r + r' + R}$$

C'est la loi de Pouillet.



### 3- Enonce de la loi de Pouillet:

Dans un circuit série comportant (n) générateurs en série, (m) récepteurs actifs et (k) conducteurs ohmiques, l'intensité du courant est égale au quotient de la somme des f.é.m. des différents générateurs diminuée de la somme des f.c.é.m. des différents récepteurs actifs par la somme des résistances de tous les dipôles.



$$I = \frac{(E_1 + E_2 + \dots + E_n) - (E'_1 + E'_2 + \dots + E'_m)}{(r_1 + r_2 + \dots + r_n) + (r'_1 + \dots + r'_m) + (R_1 + R_2 + \dots + R_k)}$$



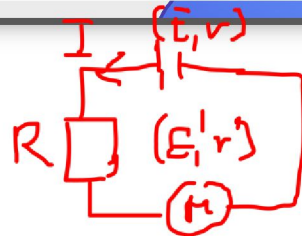
## Application:

- Un circuit série est formé d'une association d'un générateur G ( $E = 9 \text{ V}$ ,  $r = 3$ ), d'un résistor de résistance  $R = 5$  et d'un moteur M ( $E' = 2 \text{ V}$ ,  $r' = 2$ ).

*don: ok*

- 1/ Calculer l'intensité du courant qui traverse le circuit.
- 2/ Calculer la tension aux bornes de chaque dipôle.

$$U_G = U_M + U_R$$



$$1/ \quad I = \frac{E - E'}{R + r + r'} = \frac{9 - 2}{3 + 5 + 2} = 0,7 \text{ A}$$

2/ Loi d'Ohm pour :

- Le Générateur :  $U_{PN} = U_G = E - r * I$

$$\text{AN: } U_G = 9 - (3 * 0,7) = 6,9 \text{ V}$$

- Le Résistor :  $U_{PQ} = U_R = R * I$

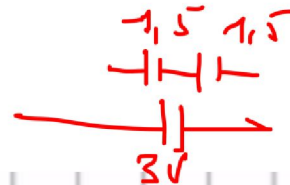
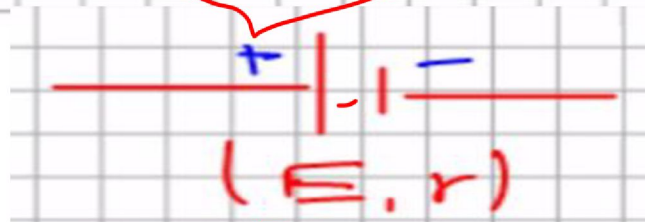
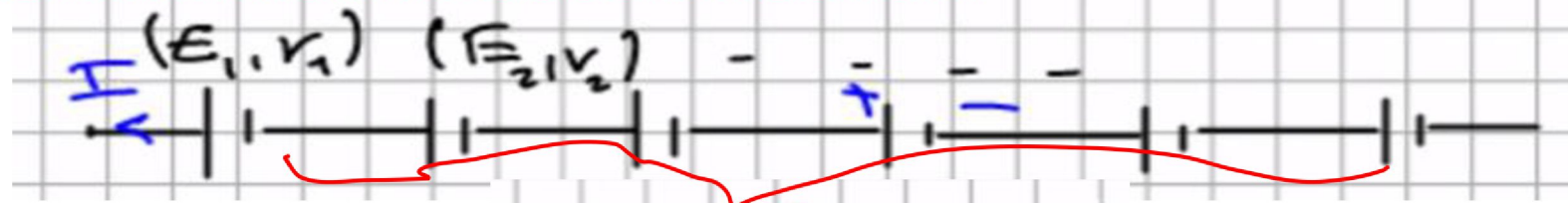
$$\text{AN: } U_R = 5 * 0,7 = 3,5 \text{ V}$$

- Le moteur :  $U_{QN} = U_M = E' + r' * I$

$$\text{AN: } U_M = 2 + (2 * 0,7) = 3,4 \text{ V}$$



# Association en série

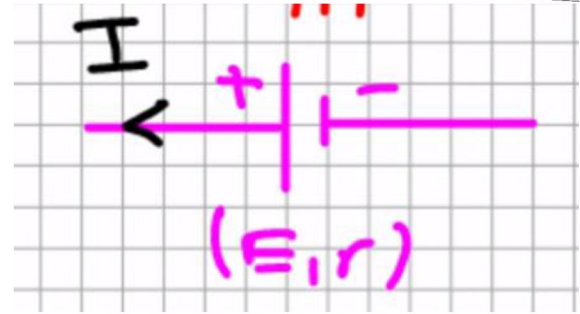
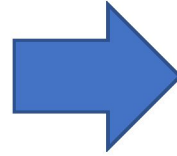
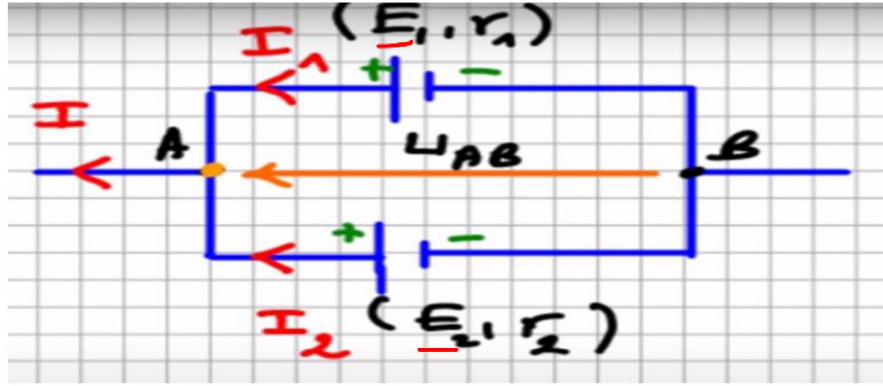


$$E = E_{\text{eq}} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$$

$$r = r_{\text{eq}} = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n$$



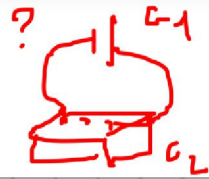
# Association en Parallèle



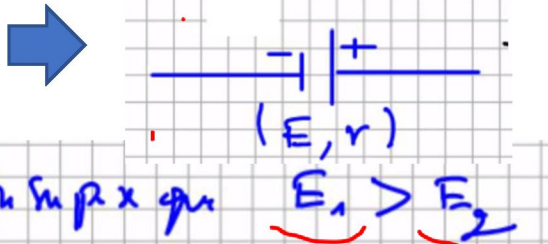
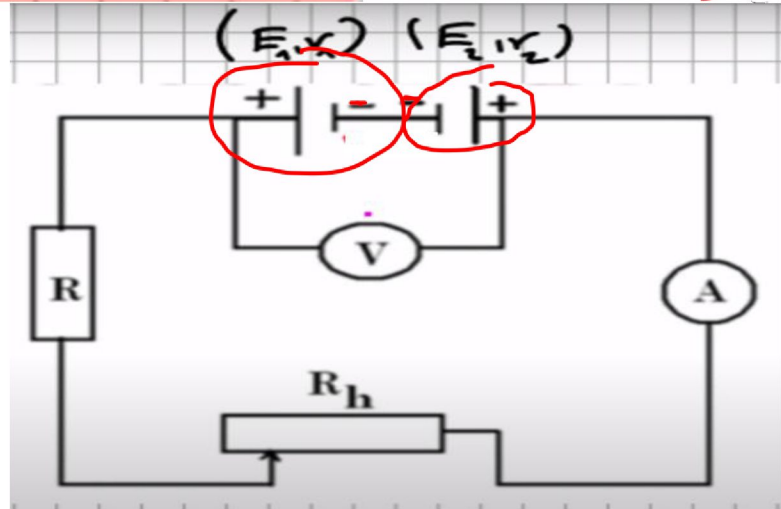
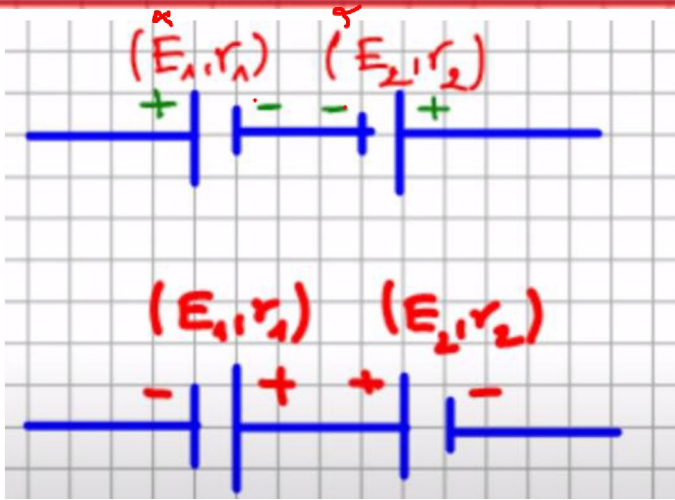
$$E_1 = E_2 = E = E_{eq}$$

$$\frac{1}{r_{eq}} = \frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$$

# Association en opposition



TADRIS.TN



$$E = |E_1 - E_2|$$

$$r = r_{eq} = r_1 + r_2$$

$E_1$  f.c.e.m de  $G_1$

$E_2$  : f.c.e.m

On réalise le montage électrique de la **figure 1** constitué par :

- un générateur de force électromotrice  $E$  et de résistance interne  $r$ .
- deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1$  et  $R_2$  et une boîte à résistance variable  $R$ . On donne :  $R_1 = R_2 = 2R$  et  $R = 1\ \Omega$  un moteur de force contre-électromotrice  $E'$  et de résistance interne  $r'$ .

1) Rappeler la loi d'Ohm relativement à un dipôle générateur réel. Que devient cette loi pour un dipôle générateur idéal.

$$U_G = E - rI$$

générateur idéal  $\Rightarrow r = 0$

$$U_G = E$$

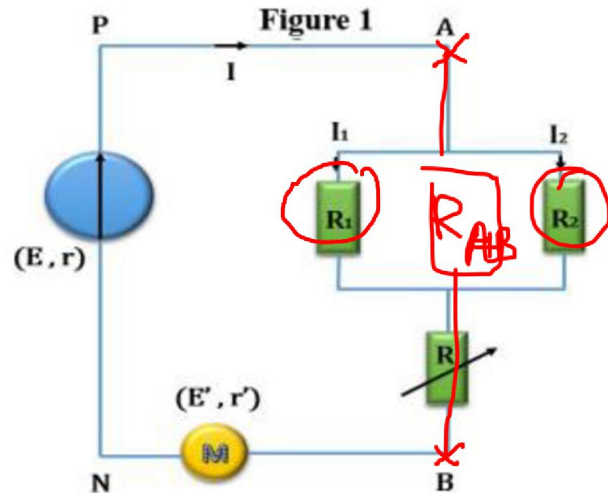
2-

a- Exprimer la résistance  $R_{AB}$  de résistor équivalent à l'association AB en fonction de  $R$ .

$$R_1 \parallel R_2 \Rightarrow R_{12} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2R \times 2R}{2R + 2R} = \frac{4R^2}{4R} = R$$

$$R_{12} \text{ en série } R \Rightarrow R_{AB} = R_{12} + R = R + R = 2R$$

$$R_{AB} = 2R$$



3-

a- Rappeler la loi d'Ohm relativement à un dipôle récepteur actif.

$$U = E' + r' I$$

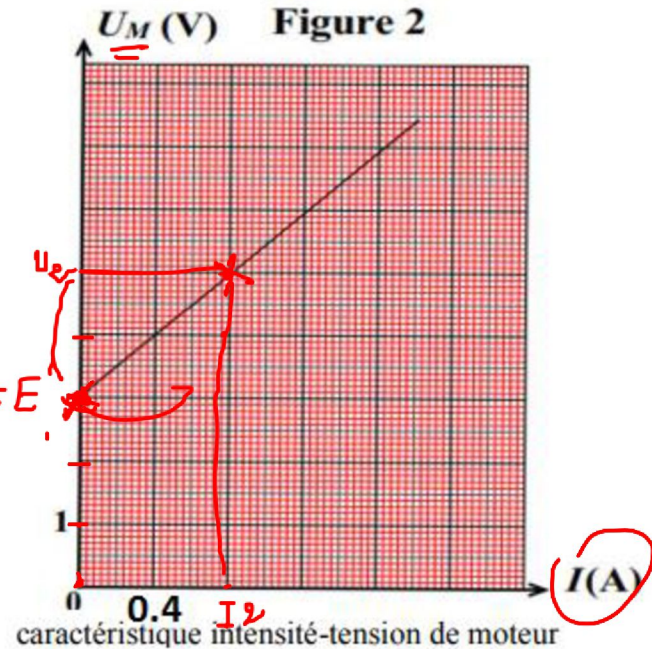
$$I = 0$$

$$U = E'$$

b- En utilisant la courbe  $U_M = f(I)$  déterminer  $E'$  et  $r'$ .

$$E' = 3V, \quad r' = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{5 - 3}{0,8 - 0} = \frac{2}{0,8}$$

$$r' = 2,5 \Omega$$





4-

a- On appliquant la loi de Pouillet donner l'expression de :

i- l'intensité de courant  $I_1$  dans le cas de fonctionnement normale de moteur

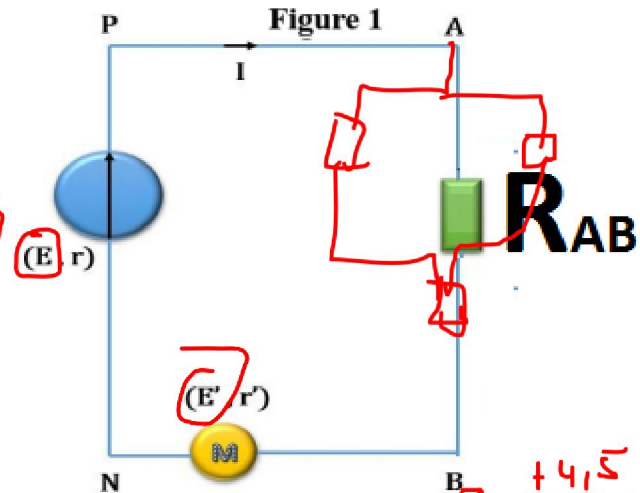
$$I_1 = \frac{E - E'}{r + r' + R_{AB}}$$

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



ii- l'intensité de courant  $I_2$  lorsque le moteur est calé.

$$I_2 = \frac{E - 0}{r + r' + R_{AB}} = \frac{E}{r + r' + R_{AB}}$$



b- Sachant que  $\frac{I_2}{I_1} = 1.25$  déterminer  $E$ .

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{E}{r + r' + R_{AB}}}{\frac{E - E'}{r + r' + R_{AB}}} = \frac{E}{E - E'} = \frac{E}{E - 3} = 1.25$$

$$E = \frac{+4.5}{+0.25} = 18V$$

$$E \times 1 = (E - 3) \times 1.25 \Rightarrow E - E \times 1.25 = -4.5 \Rightarrow E(1 - 1.25) = -4.5$$

- 5- Sachant que l'intensité de courant maximale qui peut supporter le moteur est  $I_{\max} = 1A$ , est-ce que le circuit est adapté pour fonctionner le moteur. Si non, doit-on augmenter ou diminuer  $R$  pour résoudre le problème, Justifier.

$$I_1 = \frac{E - E'}{r + r' + R_{AB}} = \frac{18 - 3}{5 + 2,5 + 2} = \frac{18 - 3}{9,5} = \frac{15}{9,5} = 1,57 A$$

$R_{AB} = 2R = 2 \times 1 = 2 \Omega$

$$I_1 > I_{\max}$$

non le circuit n'est pas adapté pour fonctionner le moteur  
on doit augmenter  $R$



# LES SOLUTIONS AQUEUSES ACIDES ET BASIQUES



Que signifie le terme pH qui figure sur l'étiquette comportant le résultat des analyses d'une eau minérale ?

### Caractéristiques (mg/l)

التركيبية (ملغ/ل)

Sels Totaux à 110°C 386

جملة الأملاح المعدنية

Calcium 48

الكالسيوم

Magnésium 28

المغنيزيوم

Sodium 35

الصوديوم

Potassium 5

البوتاسيوم

Bicarbonates 143

البيكربونات

Sulfates 90

الكبريتات

Chlorures 46

الكلوريدات

Nitrates 21

النترات

Fluores 1,5

الفليوريدات

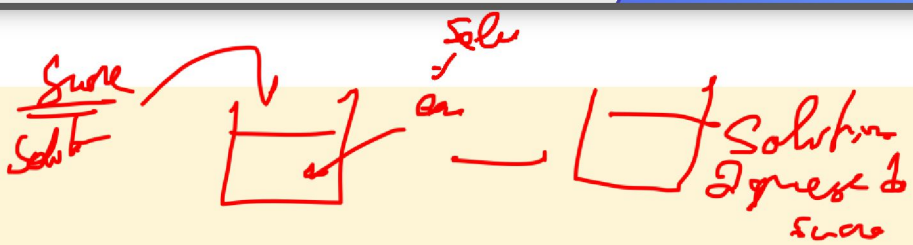
pH

7,5

PHYSIQUE

# Rappel

## Une dissolution



(eau) Solvant

Solution aqueuse de sel

حل  
محلول

le soluté est dissous dans le solvant : on obtient un mélange homogène



- ✓ Le sel et le sucre sont solubles dans l'eau on les appelle : solutés.
- ✓ L'eau dissout le sel et le sucre, on l'appelle : solvant.
- ✓ Le mélange homogène est appelé solution.
- ✓ Si le solvant est l'eau, la solution est dite: aqueuse.
- ✓ Certains solides ne sont pas solubles dans l'eau.
- ✓ Le solvant n'est pas toujours l'eau, il existe d'autre solvant (les peintures sont soluble dans l'essence de térébenthine (diluant)).



## Définition concentration massique:

La concentration massique ( $C_m$  ou  $C$ ) d'un soluté dans une solution est égale au rapport de



$$C_m = \frac{m}{V}$$

$m$ : masse de soluté dissout ( en g )  
 $V$ : volume de la solution ( en L )  
 $C$ : concentration massique ( en  $g \cdot L^{-1}$  )

## 2- Définition:



La concentration molaire ( $C_M$  ou  $C$ ) d'un soluté pur dans une solution est égale au rapport de la quantité de **soluté dissous**( $n$ ) au volume( $V$ ) de la solution

$$C = \frac{n}{V}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n: \text{ en mol} \\ V: \text{ en L} \\ C: \text{ en } \underline{\text{mol.L}^{-1}} \end{array} \right.$$



# I - Notion de pH

## 1- Définition du pH

Le pH d'une solution aqueuse est une grandeur exprimée par un nombre sans unité. Il permet de caractériser l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse.

## 2- Méthodes de mesures de pH

On mesure le pH d'une solution aqueuse à l'aide :

pH-mètre:



Papier pH

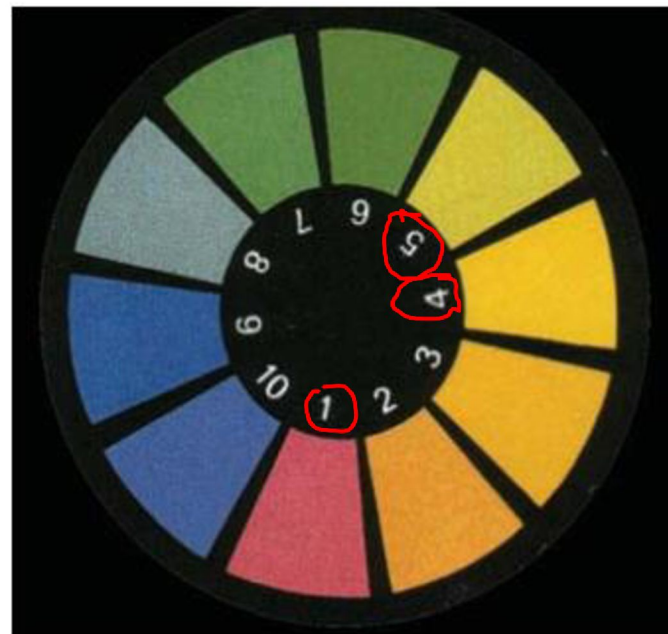
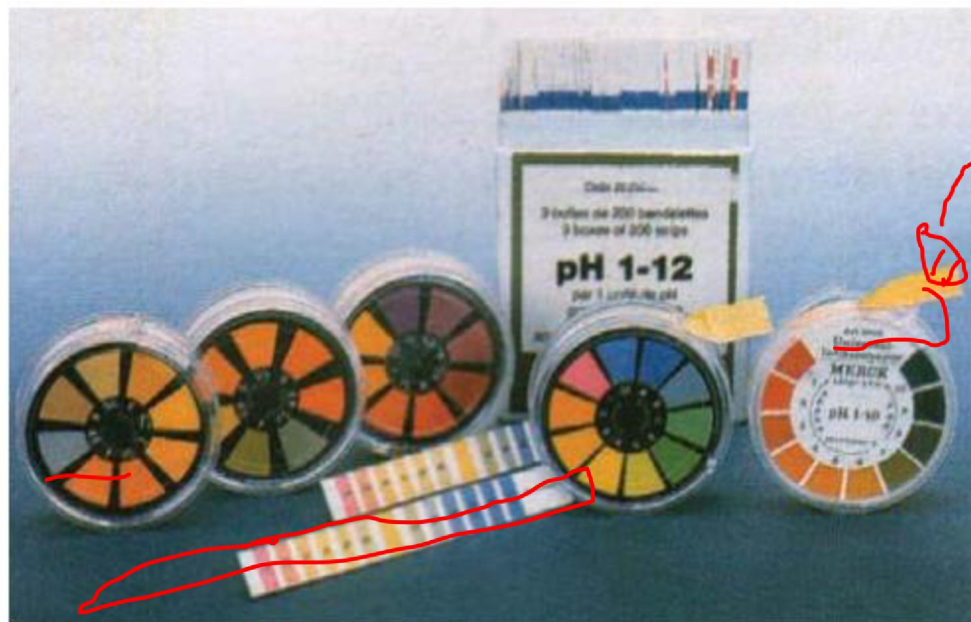


## II - Mesure du pH d'une solution

### II-1 - Mesure du pH à l'aide d'un papier pH



Le papier pH se présente sous la forme d'un rouleau ou de languettes. Le papier pH change de couleur suivant le pH de la solution testée.



**Diverses présentations du papier pH**

Pour déterminer le pH d'une solution, inconnue on procède de la manière suivante ( méthode à la touche ) :

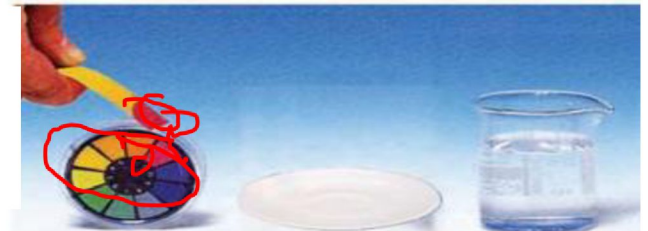
on place un morceau de papier pH, de quelques millimètres de longueur, dans une soucoupe propre déposée directement sur la paillasse ;



on dépose sur le papier pH, à l'aide d'une baguette de verre, une goutte de la solution dont on désire déterminer le pH. Le papier prend une certaine teinte ;



on compare la teinte prise par le papier pH à la gamme de couleurs témoin.



#### Remarque

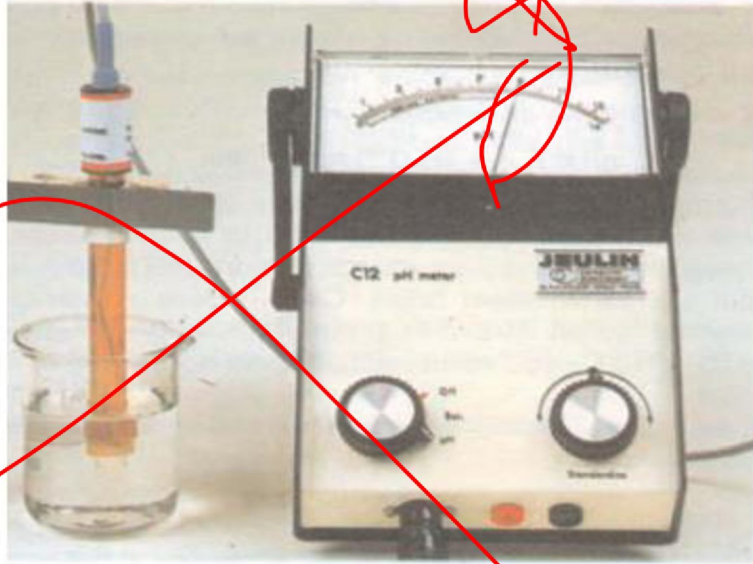
La mesure du pH à l'aide d'un papier pH est rapide mais peu précise : la valeur du pH est déterminée à 0,5 ou à 1 unité près.



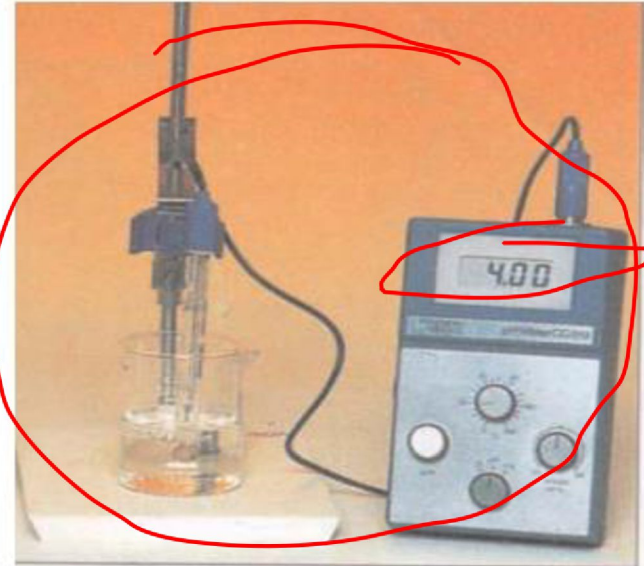
## II-1 - Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre



Un pH-mètre est constitué d'une sonde de mesure reliée à un dispositif électronique contenu dans un boîtier.

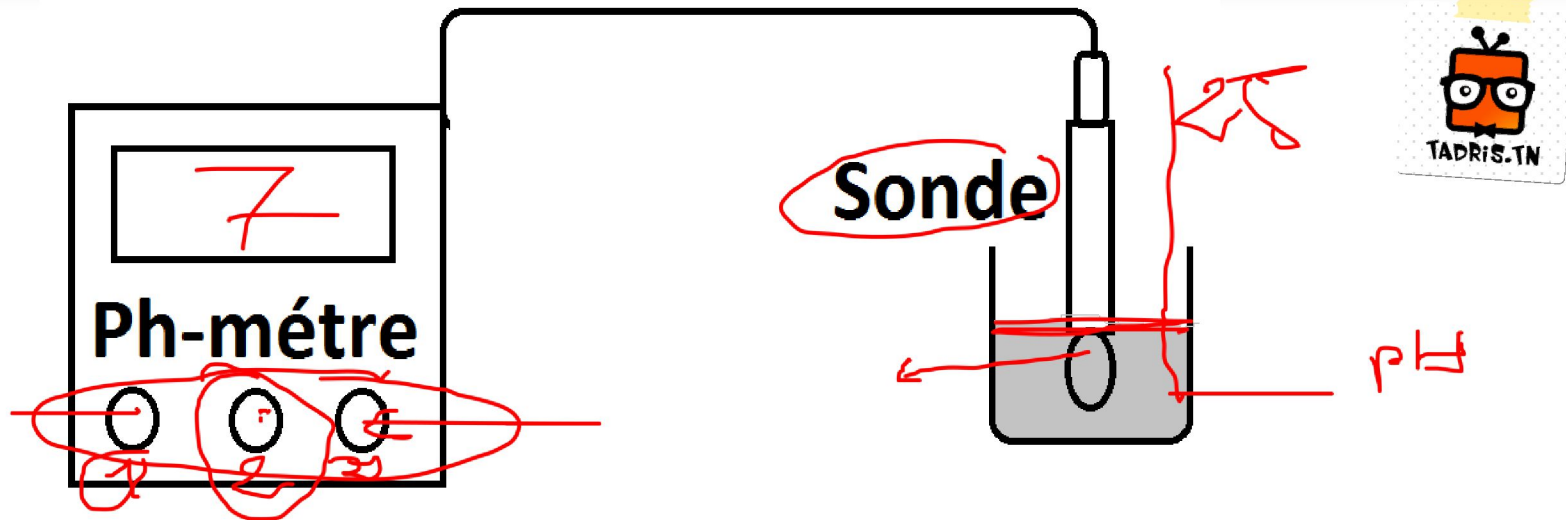


**Mesure du pH à l'aide d'un  
pH-mètre à aiguille**



**Mesure du pH à l'aide d'un  
pH-mètre digital**





**Pour mesurer le pH d'une solution, on plonge la sonde dans cette solution et on lit directement la valeur du pH. Avant et après chaque utilisation on doit nettoyer la sonde à l'eau distillé**



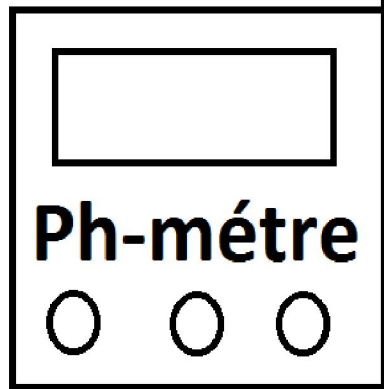
## Étalonnage d'un pH-mètre

- ▶ Avant d'être utilisé, un pH-mètre doit être étalonné.

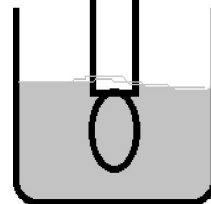
La sonde est introduite dans une première solution de pH connu, par exemple 7. A l'aide d'un premier bouton de réglage (standardisation), on affiche la valeur du pH de la solution (7 pour notre exemple).

- ▶ Après avoir rincé la sonde à l'eau distillée, on répète l'opération avec une deuxième solution de pH égal à 9 et une troisième solution de pH égal à 4 par exemple et on affiche les valeurs du pH à l'aide d'un deuxième bouton. La température est réglée sur celle des solutions déterminée avec un thermomètre.
- ▶ Le pH-mètre est alors étalonné et prêt à mesurer le pH d'une solution inconnue.





Sonde



Pour mesurer le pH d'une solution, on plonge la sonde dans cette solution et on lit directement la valeur du pH. Avant et après chaque utilisation on doit nettoyer la sonde à l'eau distillé

étalonnage l'appareil (réglage):

- 1- fixation de la température
- 2- fixation du pH = 7
- 3- fixation du pH = 4

### III - Classification des solutions aqueuses



## 1- Expérience et observation

| solution  | Eau distillée | Eau javel | lait  | coca  | jus   | Eau savon | Champoing bébé | Vinaigre | Déboucheur de tuyaux |
|-----------|---------------|-----------|-------|-------|-------|-----------|----------------|----------|----------------------|
| pH        | 7             | 10.6      | 6.5   | 2.5   | 2.3   | 10.80     | 7.8            | 3        | 12.72                |
| Caractère | Neutre        | Base      | Acide | Acide | Acide | Base      | Base           | Acide    | Base                 |

Toute solution aqueuse dont le pH, mesuré à 25°C, est inférieur à 7 est dite solution acide.

Toute solution aqueuse dont le pH, mesuré à 25°C, est supérieur à 7 est une solution basique.

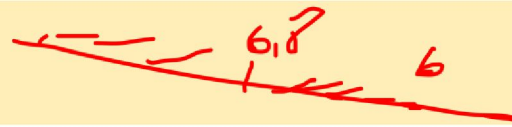
Toute solution aqueuse dont le pH, mesuré à 25°C, est égal à 7 est dite solution neutre.

$$0 < \text{pH} < 14$$



## Conclusion

$$16^{\circ} \quad pH = 6,8$$



**A  $25^{\circ}\text{C}$** , le pH d'une solution aqueuse diluée est compris entre 0 et 14.

Les solutions acides ont un pH inférieur à 7

les solutions basiques ont un pH supérieur à 7.

Le pH des solutions neutres est égal à 7.





## Remarque

La mesure du pH d'une eau <sup>pure</sup> salée à  $25^{\circ}\text{C}$  et à  $60^{\circ}\text{C}$  donne respectivement 7 et 6,5.

TADRIS.TN

Le pH d'une solution dépend donc de la température.

# pH et concentration des solutions

## 1 - Effet de la dilution d'une solution acide sur son pH

### A/ La dilution



La dilution consiste à prélever un volume d'une solution et à lui ajouter de l'eau distillée *à la solution*

## A/ Expérience

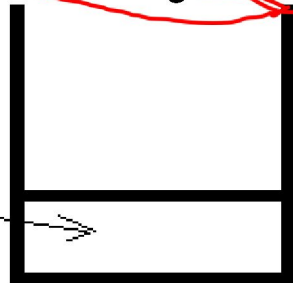
Versons , dans un bécher de 100 ml, un volume 20 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .



Handwritten notes and calculations:

$$C_0 = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C_0 V_0$$
$$C_0 V_0 = 10^{-2} \times 0,02 = 2 \times 10^{-4}$$

acide chloridrique  
 $V_0 = 20 \text{ mL} = 0,02$   
 $C_0 = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$



Handwritten note:

$$pH = 2,5$$

La mesure du pH de cette solution donne  $pH_0 = 2,5 < 7$   
il s'agit d'une solution acide.....

Diluons la solution précédente par des ajouts successifs 10 mL d'eau et mesurons à chaque fois le pH de la solution obtenue.

| VOLUME AJOUTER               | $V_1 = 10\text{mL}$ <sup>20x3</sup>   | $V_2 = 20\text{mL}$ <sup>30</sup>  |
|------------------------------|---|--|
| CONCENTRATION DE LA SOLUTION | $C_1 = \frac{n}{V_T} = \frac{C_0 V_0}{V_T} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{30 \cdot 10^{-3}} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-2} = 0,66 \cdot 10^{-2}$ | $C_2 = \frac{n}{V_T} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{50 \cdot 10^{-3}} = \frac{2}{50} \cdot 10^{-1} = 0,04 \cdot 10^{-1}$ |
| PH DE LA SOLUTION            | $\text{pH}_0 = 2,5 \rightarrow 3.82 < 7$  | $5.23 < 7$   |

Nous constatons que le pH augmente après chaque ajout d'eau  
 tout en restant inférieur à 7 à 25° C.

$\text{pH}_0 < \text{pH}_1 < \text{pH}_2$       Acide      pH ↗

La dilution de la solution d'acide chlorhydrique fait augmenter son pH.



## A/ Expérience

Versons , dans un bécher de 100 mL, un volume 20 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

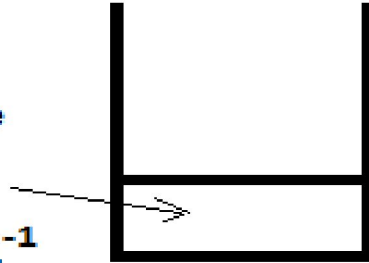


Solution  
d'hydroxyde de  
sodium

$$V_0 = 20 \text{ mL}$$

$$C_0 = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$n = C_0 V_0 \rightarrow 20 \times 10^{-2} \\ = 20 \times 10^{-5} \\ = 2 \times 10^{-4}$$



La mesure du pH de cette solution donne  $\text{pH}_0 = 11.63$   
il s'agit d'une solution *basique*.

Diluons la solution précédente par des ajouts successifs 10 mL d'eau et mesurons à chaque fois le pH de la solution obtenue.



| VOLUME AJOUTER               | $V_1 = 10\text{mL}$       | $V_2 = 20\text{mL}$ |
|------------------------------|---------------------------|---------------------|
| CONCENTRATION DE LA SOLUTION | $C_1$                     | $C_2$               |
| PH DE LA SOLUTION            | $\text{pH} = 11,8 < 10,8$ | 9.43                |

Nous constatons que le pH diminue après chaque ajout d'eau tout en restant supérieur à 7 à 25° C.

La dilution de la solution d'acide chlorhydrique fait diminuer son pH.

# Conclusion



- Lorsqu'on dilue une solution acide son pH augmente tout en restant inférieur à 7 à 25° C.
- Lorsqu'on dilue une solution neutre son pH reste constant et égal à 7 à 25° C.
- Lorsqu'on dilue une solution basique son pH diminue tout en restant supérieur à 7 à 25° C.

- 1) Répondre par vrai ou faux :
- a- Le pH d'une solution s'exprime par un nombre négatif.
  - b- A  $25^{\circ}\text{C}$ , le pH d'une solution basique est inférieur à 7.
  - c- La dilution d'une solution acide ne modifie pas son pH.
  - d- Les solutions aqueuses sont classées en deux catégories : acide et basique.
- 2) Q.C.M.
- a- A  $25^{\circ}\text{C}$  une solution aqueuse d'acide nitrique a un pH :
    - $a_1$ - supérieur à 7 ;
    - $a_2$ - inférieur à 7 ;
    - $a_3$ - égal à 7
  - b- Le pH d'une eau minérale (Safia) est égal à 7,6. Cette eau est une solution :
    - $b_1$ - neutre ;
    - $b_2$ - acide ;
    - $b_3$ - basique.
  - c- La dilution d'une solution basique :
    - $c_1$ - augmente son pH ;
    - $c_2$ - diminue son pH ;
    - $c_3$ - garde son pH constant.
  - d- Une solution d'un déboucheur de tuyaux a un pH = 12. Cette solution est :
    - $d_1$ - neutre ;
    - $d_2$ - acide ;
    - $d_3$ - basique.



- 1) On dispose de trois solutions A, B et C  
de même concentration C



| solution  | A | B | C  |
|-----------|---|---|----|
| pH a 25°C | 2 | 7 | 12 |

Identifier la nature de chaque solution

.....  
.....  
.....

- 2) La concentration de la solution A précédente est  $C=0,01 \text{ mol.L}^{-1}$   
On prélève de la solution A un volume  $V_0 = 10 \text{ mL}$  qu'on introduit dans une fiole jaugée de volume

$V = 100 \text{ mL}$  et on complète à l'eau pour obtenir une solution D.

- a) Comment s'appelle cette opération ?

.....

- b) Calculer la concentration  $C'$  de la solution D ainsi obtenue.

.....

- c) Le pH de la solution A augmente, diminue ou reste constant, déduire un encadrement de ce pH.

.....

