

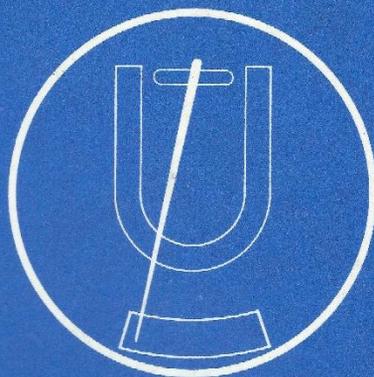
Electricité de France - Gaz de France

Département PROFOR

Centre d'Etudes et d'Applications Pédagogiques

(GURCY - LE - CHATEL)

N 20 A



LES APPAREILS DE MESURE DU COURANT ÉLECTRIQUE

II. MESURE DE L'INTENSITE DE LA TENSION ET DE LA PUISSANCE



JUILLET 1961

LES APPAREILS DE MESURE
DU COURANT ELECTRIQUE



l'ampèremètre
indique

l'intensité du courant
(I)

en ampères
(A)



le voltmètre
indique

la tension
(U)

en volts
(V)



le wattmètre
indique

la puissance électrique
(P)

en watts
(W)

en kilowatts
(kW)



le wattheuremètre ou compteur
indique

l'énergie électrique
(W)

en wattheures
(Wh)

en kilowattheures
(kWh)

LES GRANDEURS ELECTRIQUES

sont mesurables par

LES EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE

EFFETS CALORIFIQUES



APPAREIL



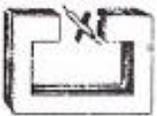
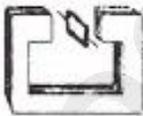
THERMIQUE

FONCTIONNENT
EN COURANT CONTINU (=)
EN COURANT ALTERNATIF (~)

EFFETS ELECTROMAGNETIQUES



APPAREILS



ELECTRO
DYNAMIQUE

A PALETTES
DE FER DOUX

AIMANT
MOBILE

CADRE
MOBILE

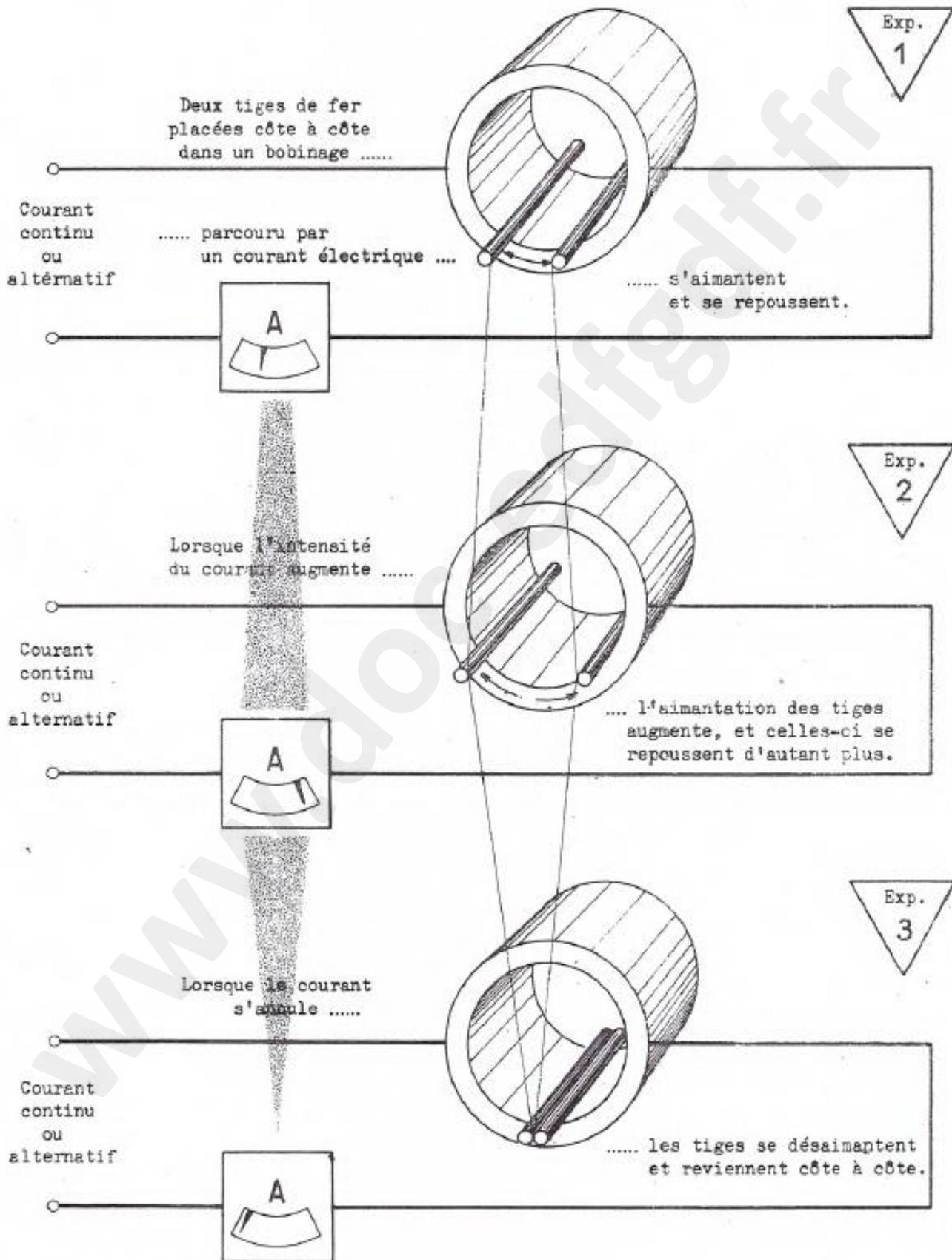
FONCTIONNENT
EXCLUSIVEMENT
EN COURANT CONTINU (=)

- La mesure de l'intensité du courant électrique

. L'ampèremètre

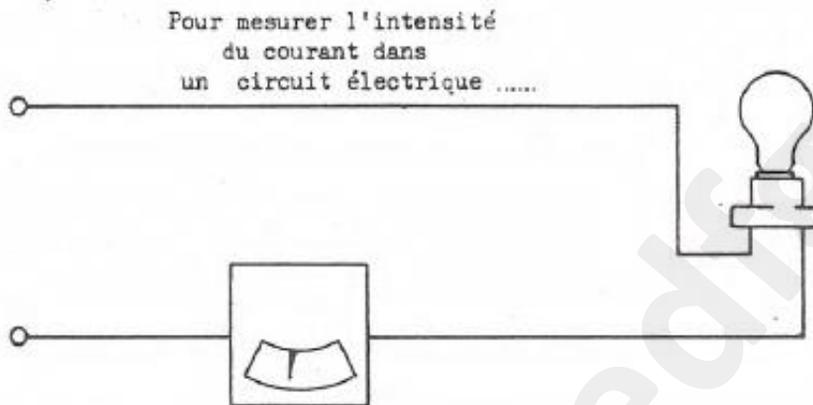
(ferromagnétique)

Quel est le principe de fonctionnement des appareils ferromagnétiques ?



Comment brancher un appareil pour mesurer l'intensité du courant dans un circuit électrique ?

Exp.
4



..... l'appareil doit être parcouru par le courant à mesurer

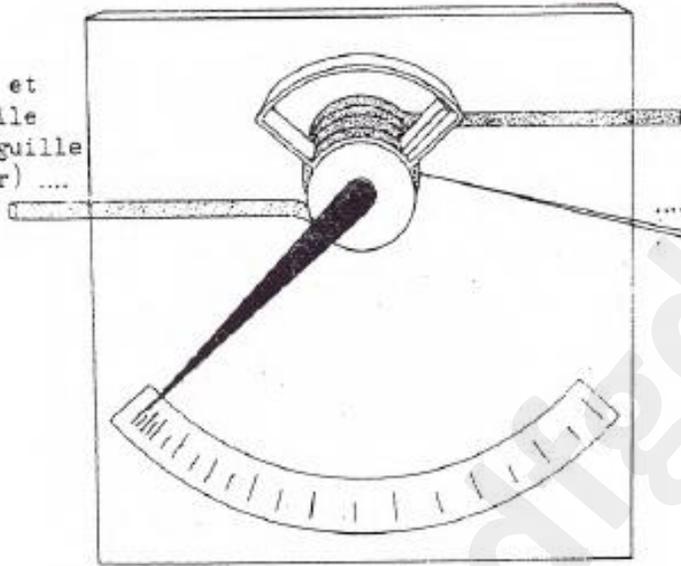
- L'appareil se branche **en série** dans le circuit.

- Cet appareil, qui indique en **ampères** l'intensité du courant **I** dans le circuit, est un **ampèremètre**.

L'AMPÈREMETRE SE BRANCHE EN SÉRIE DANS UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE.

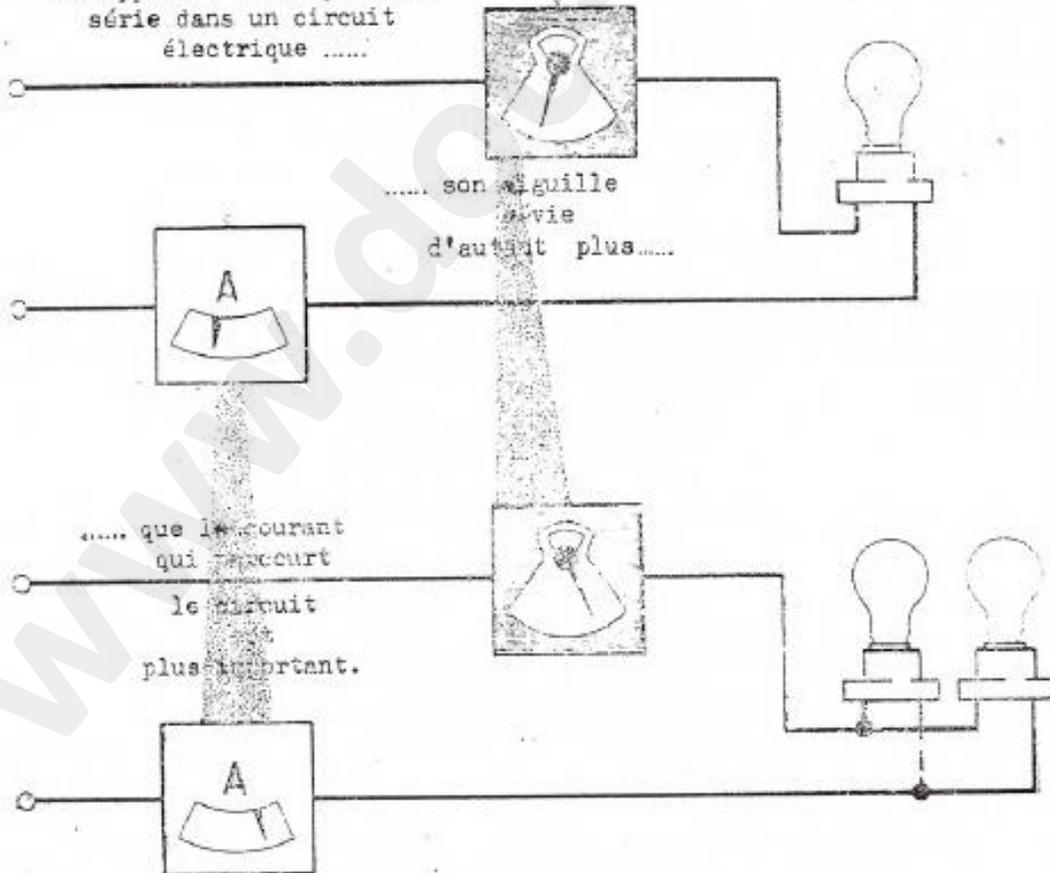
- De quoi est constitué un ampèremètre ferromagnétique ?

Une palette fixe et une palette mobile (solidaire d'une aiguille et d'un amortisseur)



..... sont placées dans un bobinage comportant un petit nombre de spires de gros fil de cuivre.

Cet appareil étant placé en série dans un circuit électrique



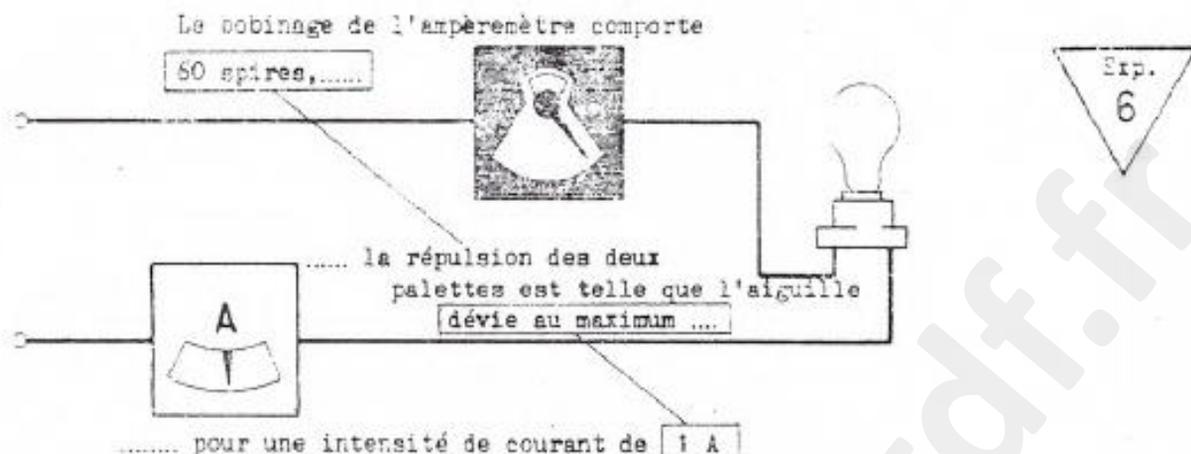
..... son aiguille dévie d'autant plus

..... que le courant qui parcourt le circuit est plus important.

Exp.
5

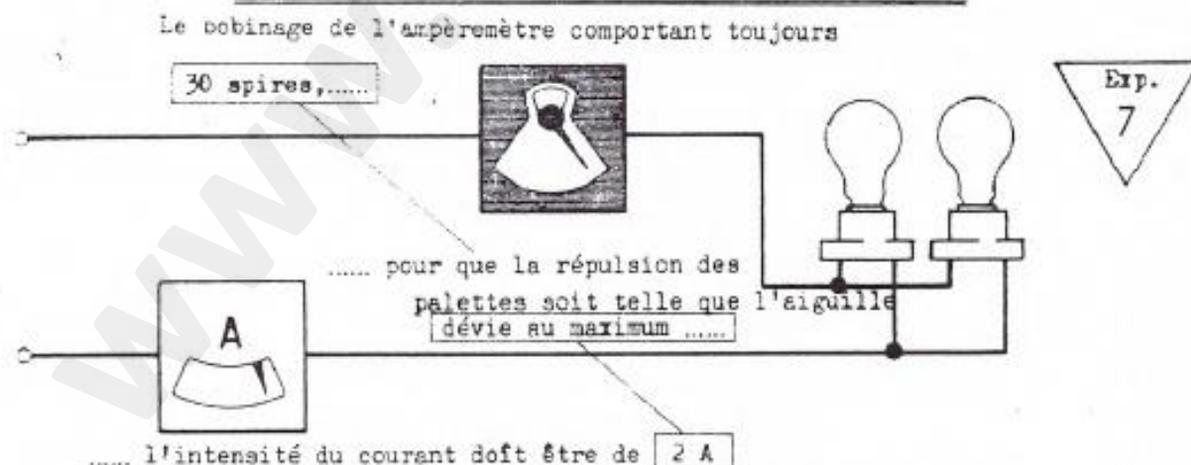
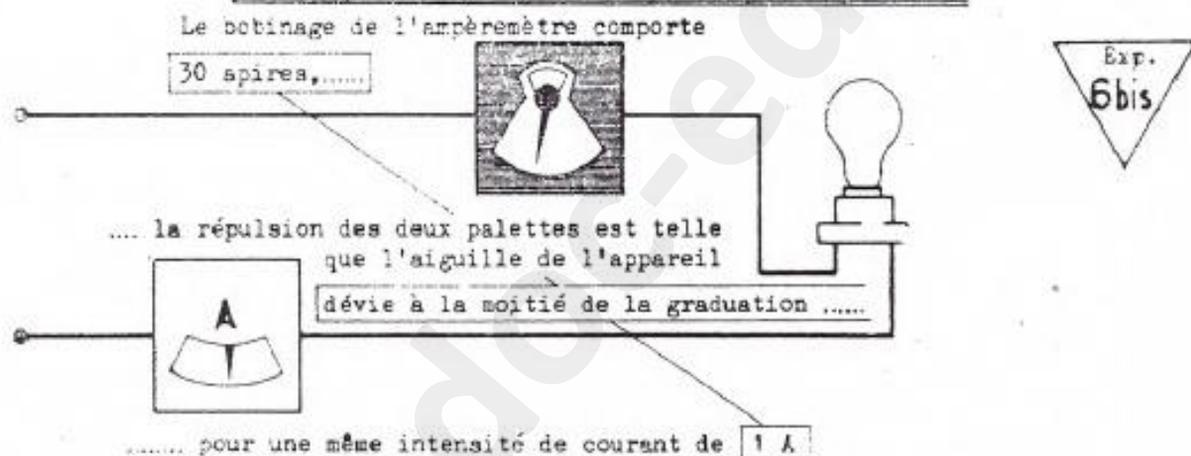
CET APPAREIL CONSTITUE UN AMPEREMETRE FERROMAGNETIQUE

Le nombre de spires du bobinage a-t-il une influence sur le fonctionnement de l'appareil ?



- L'intensité de courant maximum que peut supporter l'appareil (et qui produit la pleine déviation de l'aiguille) constitue

LE CALIBRE DE L'APPAREIL



- A une diminution du nombre de spires correspond une augmentation du calibre de l'appareil.

LE NOMBRE DE SPIRES DU BOBINAGE DETERMINE LE CALIBRE DE L'APPAREIL

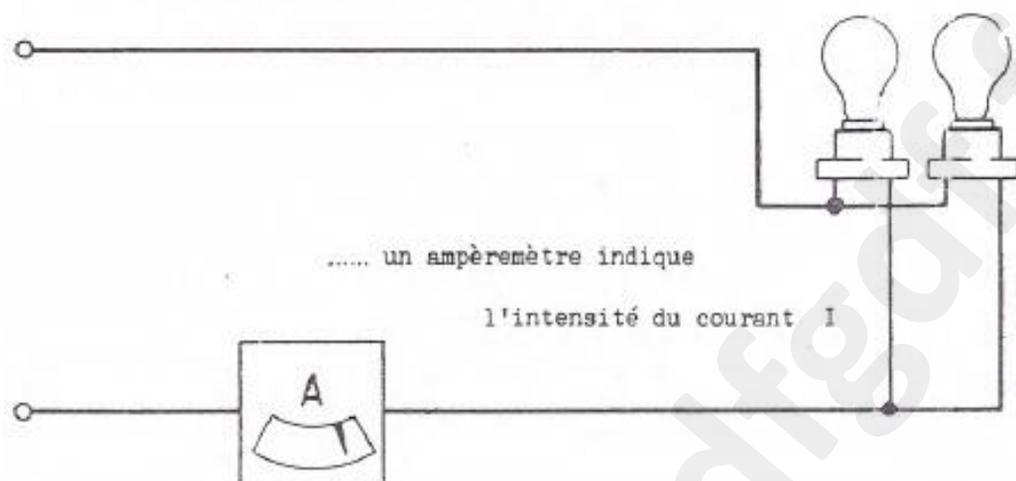
- La section du conducteur du bobinage sera d'autant plus grande que le calibre sera plus important.

La résistance du bobinage a-t-elle une influence sur la mesure effectuée?

Exp.

8

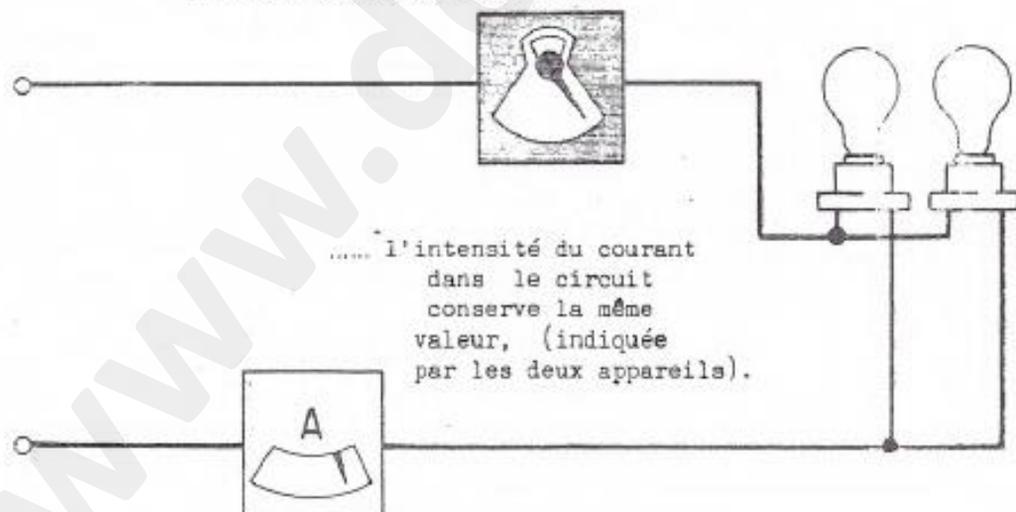
Dans un circuit électrique



Exp.

9

Un deuxième ampèremètre comportant
un bobinage en fil de cuivre
est inséré dans le circuit



L'INTENSITE DU COURANT EST TOUJOURS EGALE A :

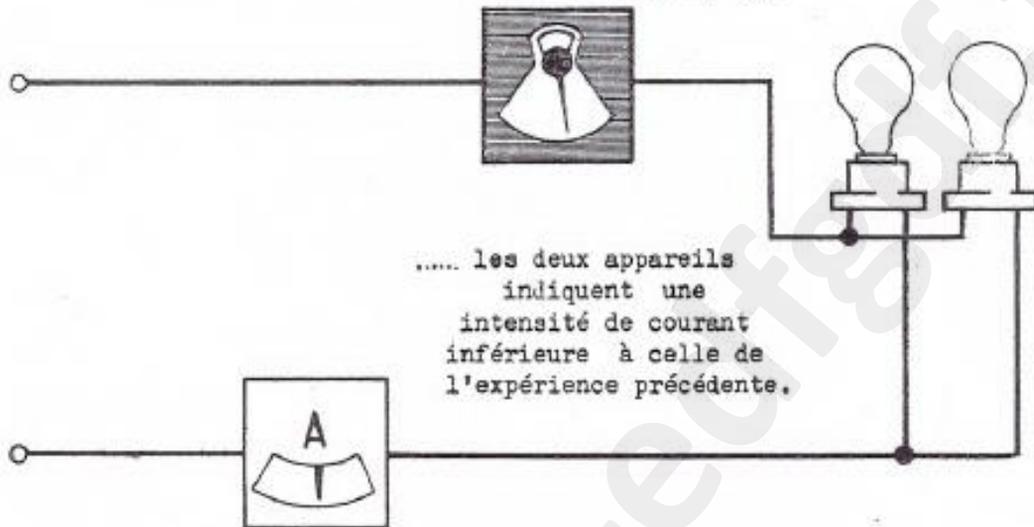
$$U_V \text{ aux bornes du circuit}$$

$$R \text{ du circuit initial}$$

La résistance du bobinage a-t-elle une influence sur la mesure effectuée ?

Exp.
10

Si le bobinage en cuivre est
remplacé par un bobinage semblable
en ferro-nikel (très résistant)



- La résistance du circuit est augmentée et est égale à :

R du circuit initial + R de l'ampèremètre.

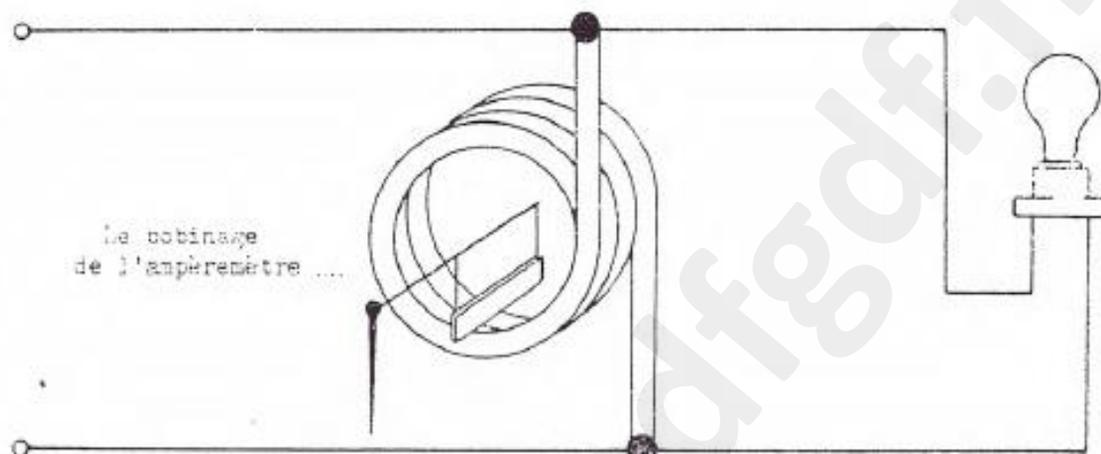
- L'intensité du courant est donc égale à :

$$\frac{U_V \text{ aux bornes du circuit}}{R \text{ du circuit initial} + R \text{ de l'ampèremètre}}$$

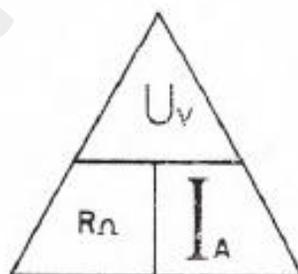
- Pour que la mesure soit exacte, l'ampèremètre ne doit donc pas modifier la résistance du circuit.

LA RESISTANCE D'UN AMPEREMETRE
DOIT ETRE LA PLUS FAIBLE POSSIBLE

Est-il possible de brancher un ampèremètre en dérivation dans un circuit électrique



..... offrant une résistance très faible
constitue pratiquement un **COURT CIRCUIT**



- Un courant important parcourt l'appareil : Risque de détérioration de l'appareil.
- Un courant important parcourt le circuit en amont de l'appareil : Risque de fonctionnement des dispositifs de protection.

**UN AMPEREMETRE NE DOIT JAMAIS ETRE BRANCHE
EN DERIVATION.**

CONCLUSION

L'AMPÈREMETRE

- indique l'intensité du courant (I)
en ampères (A)
- se branche en série
dans un circuit



• est constitué par un bobinage de résistance
très faible

- possède un certain nombre de spires
qui déterminent son calibre.

- ne peut être branché en parallèle
dans un circuit ;
 - risque de détérioration
 - risque de court-circuit.

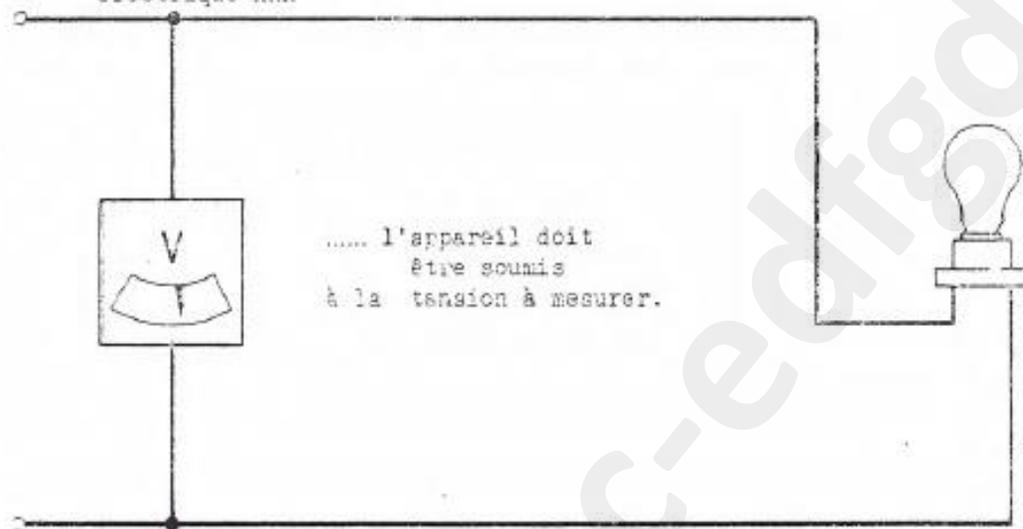
La mesure de la différence de potentiel
(tension)

- Le voltmètre
(ferromagnétique)

Comment brancher un appareil pour mesurer la tension aux bornes d'un circuit électrique?

Exp.
11

Pour mesurer la tension
aux bornes d'un circuit
électrique



..... l'appareil doit
être soumis
à la tension à mesurer.

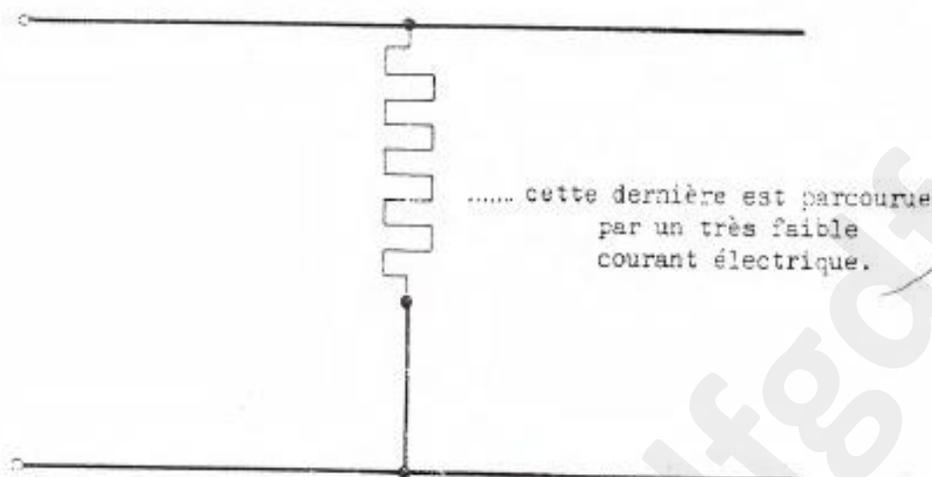
- L'appareil se monte en dérivation dans le circuit.

- Cet appareil qui indique en la tension aux bornes du circuit est un .

UN VOLTMETRE SE BRANCHE
EN DERIVATION DANS UN CIRCUIT ELECTRIQUE

La tension à mesurer est appliquée.
aux bornes d'une grande résistance,.....

Exp.
12

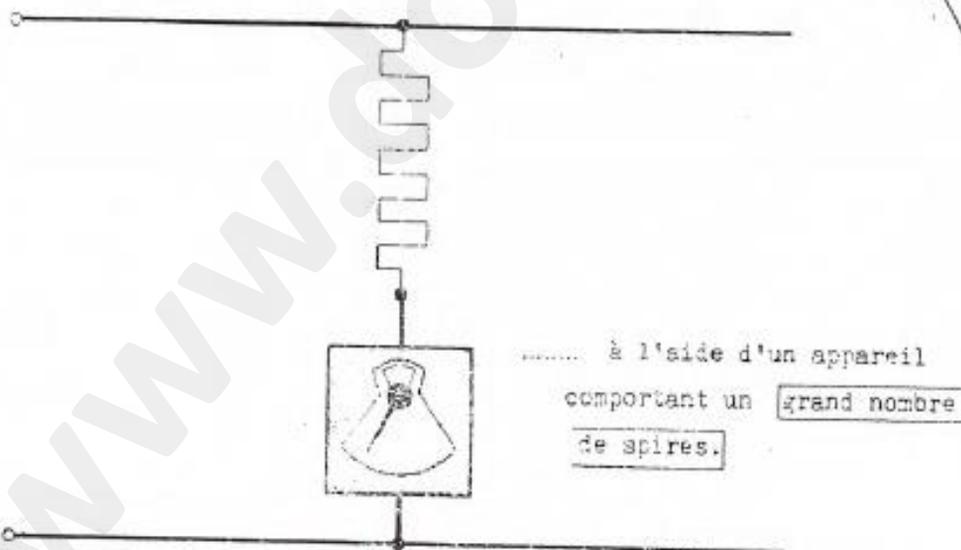


$$U_V = R_{\Omega} \times I_A$$

Pouvons-nous mesurer ce faible courant ?

Exp.
13

Il peut être mesuré

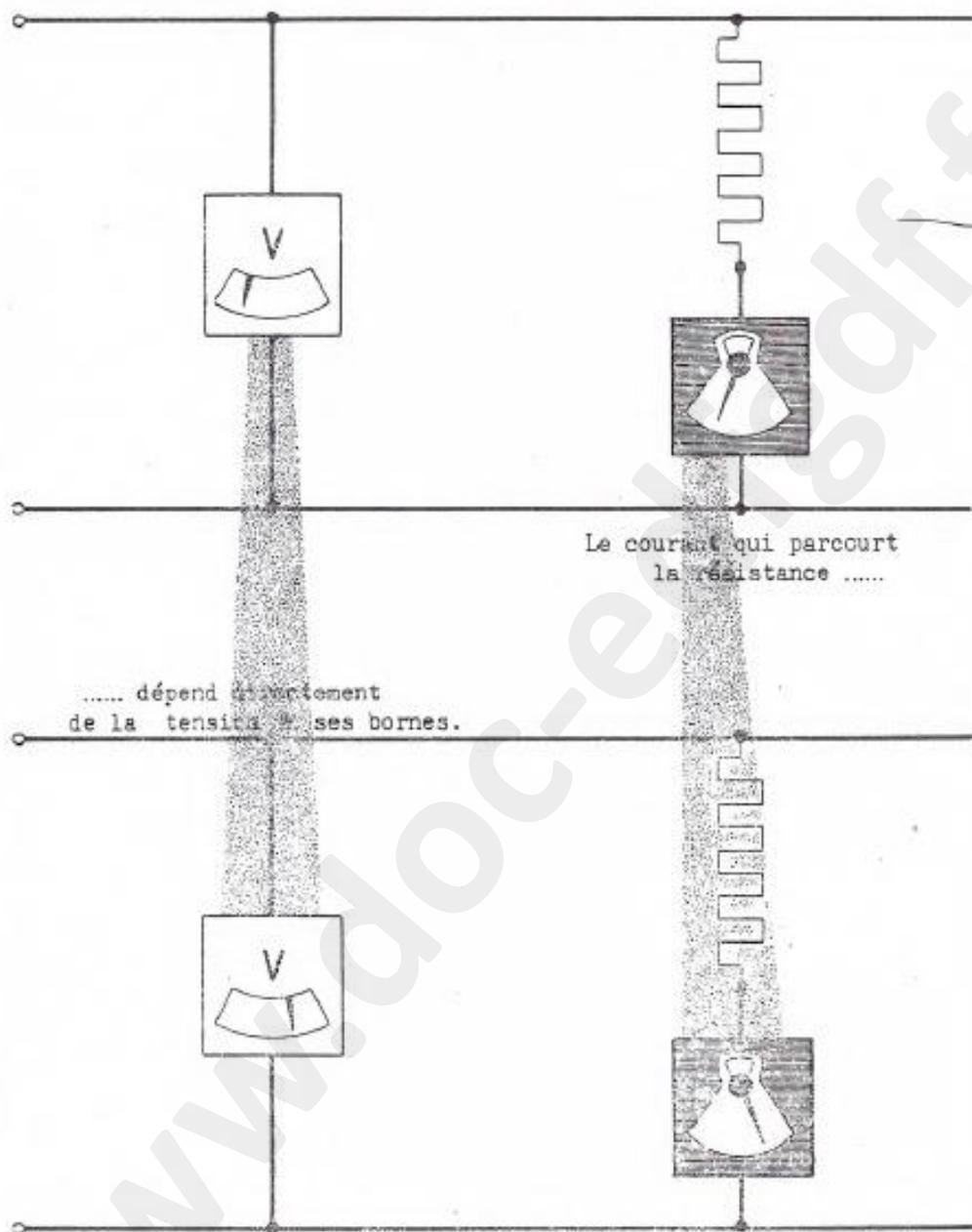


Le nombre de spires du bobinage est d'autant plus grand que le calibre de
l'appareil est plus faible.

NOUS POUVONS MESURER LE COURANT
DETERMINE PAR UNE TENSION APPLIQUEE
AUX BORNES D'UNE GRANDE RESISTANCE.

_De quoi dépend le courant qui parcourt la résistance ?

Exp.
14



$$U_V = R_{\Omega} \times I_A$$

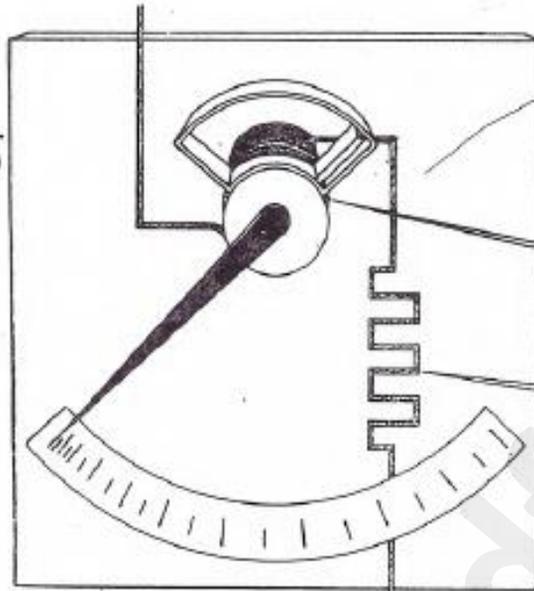
L'APPAREIL NOUS INDIQUE LES COURANTS DETERMINES
PAR CHACUNE DES TENSIONS APPLIQUEES

CES COURANTS DEPENDENT DIRECTEMENT DES TENSIONS APPLIQUEES

NOUS POUVONS GRADUER L'APPAREIL
DIRECTEMENT EN VOLTS.

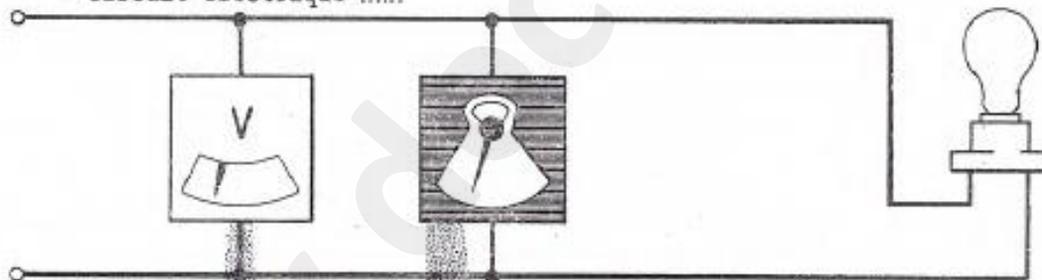
_Comment est constitué un voltmètre ferromagnétique?

Une palette fixe et
une palette mobile
(solidaire d'une aiguille
et d'un amortisseur)



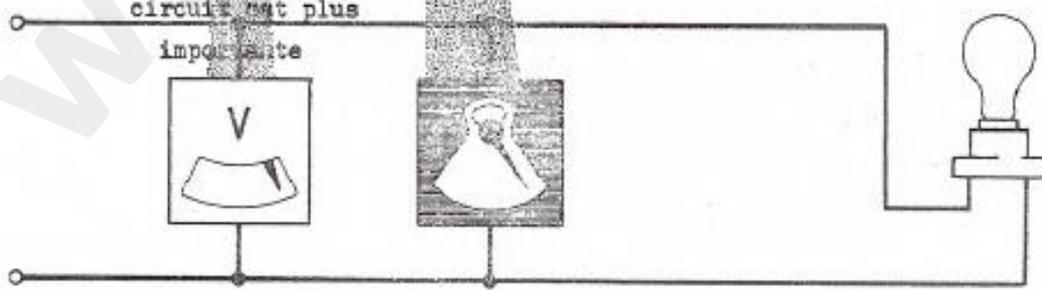
..... sont placées dans un bobinage comportant un grand nombre de spires de fil fin, en série avec une grande résistance.

Cet appareil étant placé en dérivation dans un circuit électrique



.... son aiguille dévie d'autant plus

que la tension aux bornes du circuit est plus importante

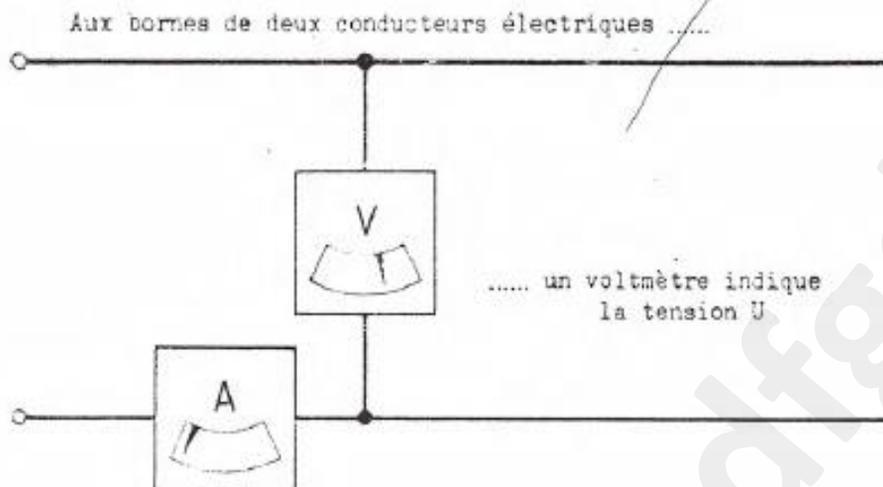


Exp. 15

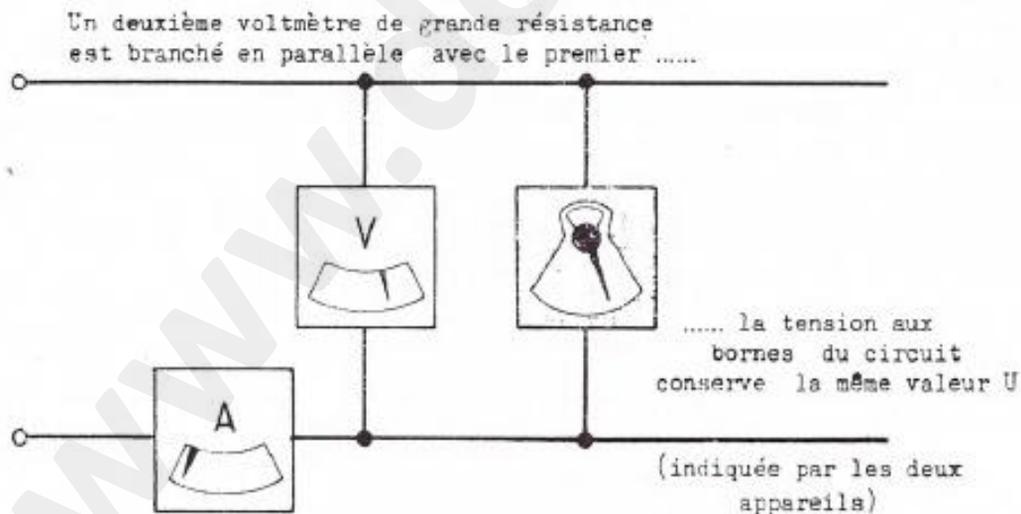
CET APPAREIL CONSTITUE UN VOLTMETRE FERROMAGNETIQUE

La résistance du voltmètre a-t-elle une influence sur la mesure effectuée?

Exp.
16



Exp.
17

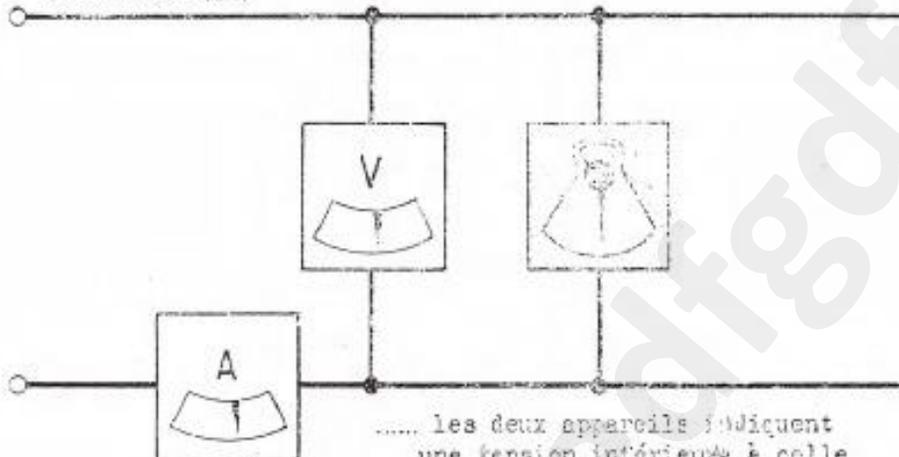


LA TENSION AUX BORNES DU
CIRCUIT EST TOUJOURS EGALE
A LA TENSION DE LA SOURCE

La résistance du voltmètre a-t-elle une influence sur la mesure effectuée?

Exp.
18

Si le voltmètre de grande résistance est remplacé par un autre de faible résistance



..... les deux appareils indiquent une tension inférieure à celle de l'expérience précédente

- L'intensité dans le circuit prend une valeur importante I
- La tension mesurée n'est plus égale à la tension de la source U , mais

à : $U - \text{chute de tension}$

$U - (R \text{ des conducteurs} \times I \text{ dans le circuit})$

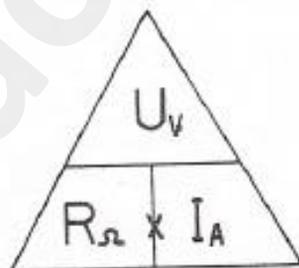
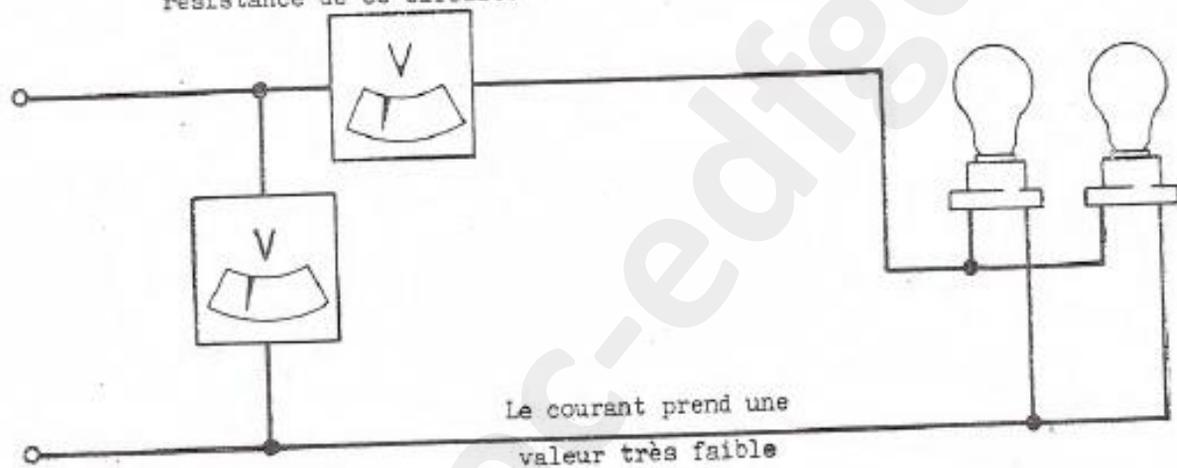
- Pour que la mesure soit exacte, le voltmètre ne doit donc pas modifier l'intensité du courant dans le circuit.

LA RESISTANCE D'UN VOLTMETRE DOIT AVOIR
UNE VALEUR TRES ELEVEE.

Est-il possible de brancher un voltmètre en série dans un circuit électrique ?

Exp.
19

Un voltmètre branché en série dans un circuit électrique, augmente la résistance de ce circuit.



- Le voltmètre produit une chute de tension très importante, et les lampes éclairent très faiblement.

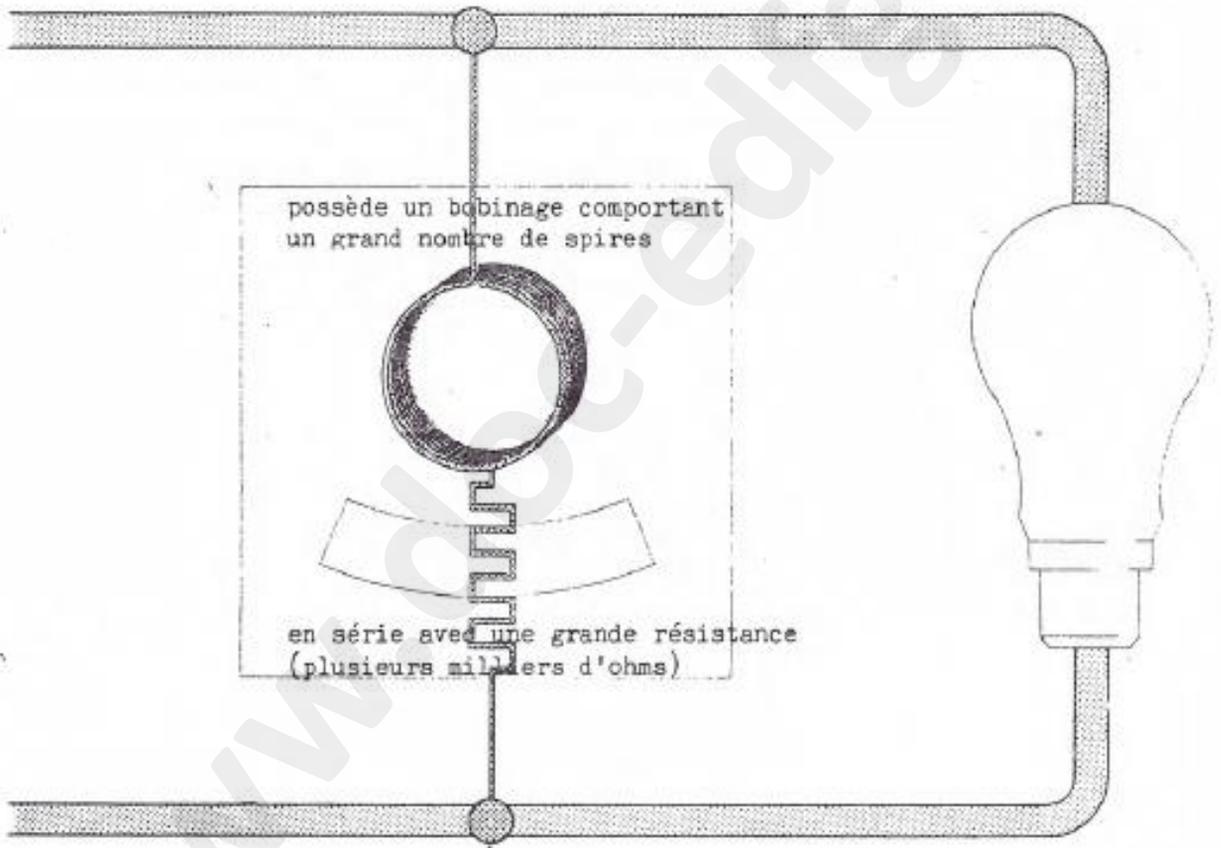
UN VOLTMETRE NE SE BRANCHE
PAS EN SERIE DANS UN CIRCUIT

CONCLUSION

LE VOLTMETRE

indique la tension
différence de potentiel (V)
en volt (V)

se branche en dérivation
dans un circuit



. ne se branche pas en série dans un circuit .

Nous venons de voir :

la mesure de l'intensité du courant : l'ampèremètre

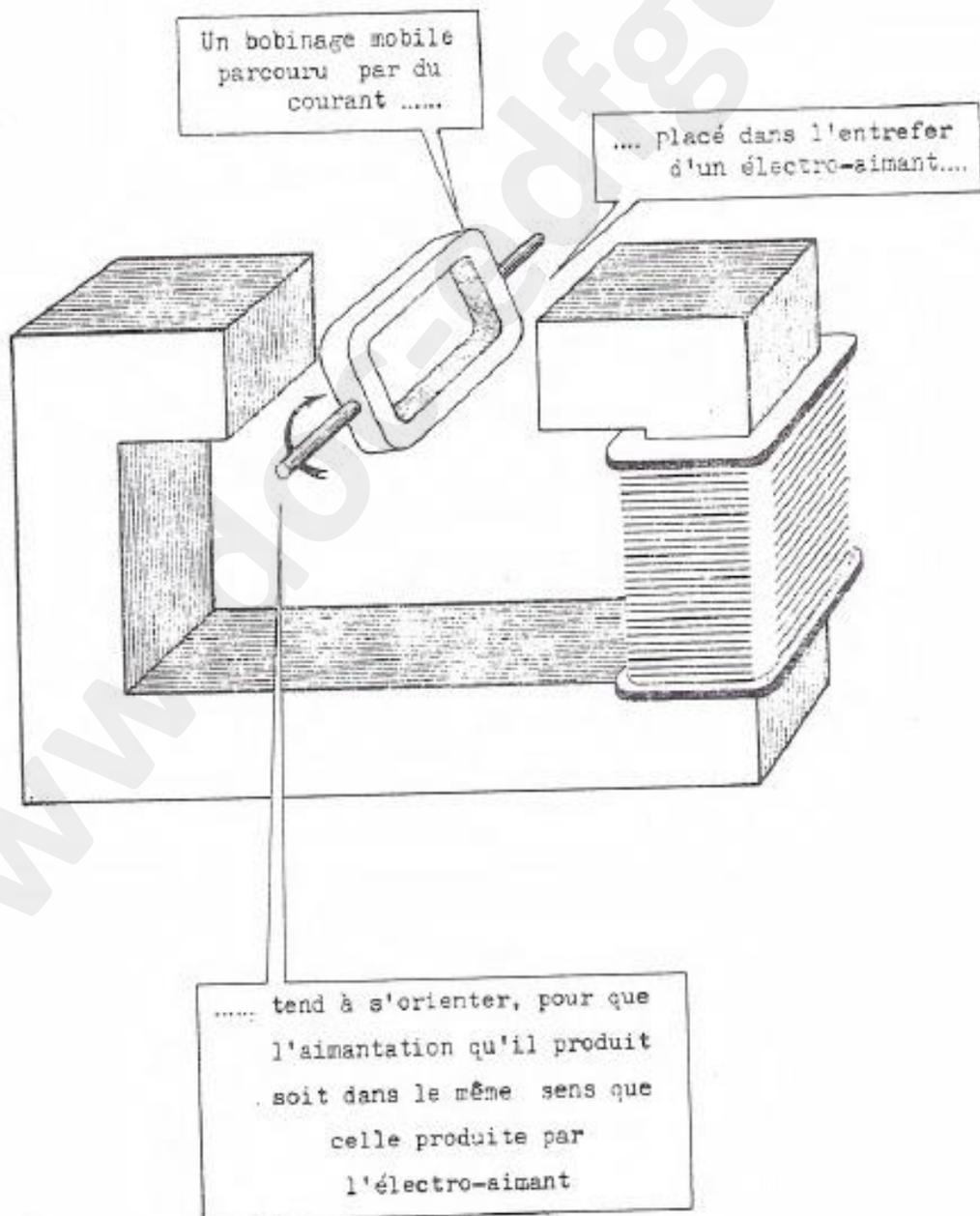
la mesure de la tension : le voltmètre

Nous abordons maintenant :

la mesure de la puissance : le wattmètre
(électrodynamique)

_Quel est le principe de fonctionnement des appareils de mesure électrodynamiques?

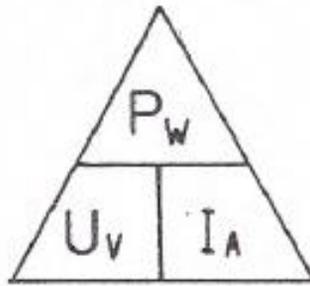
Exp.
20



De quoi dépend la puissance électrique ?

A la fois de la tension et de l'intensité du courant

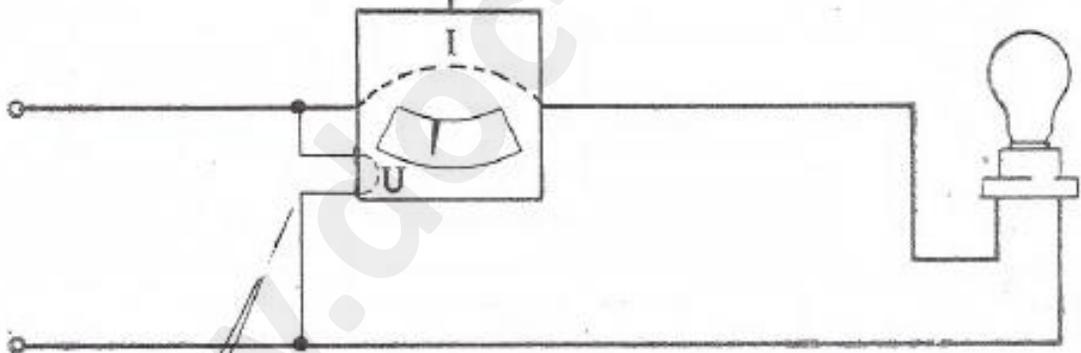
$$P_W = U_V \times I_A$$



Pour mesurer la puissance électrique, l'appareil doit mesurer à la fois :

Exp.
21

• l'intensité du courant dans le circuit,
- un élément sera branché en série



• la tension aux bornes du circuit
- un élément sera branché en dérivation

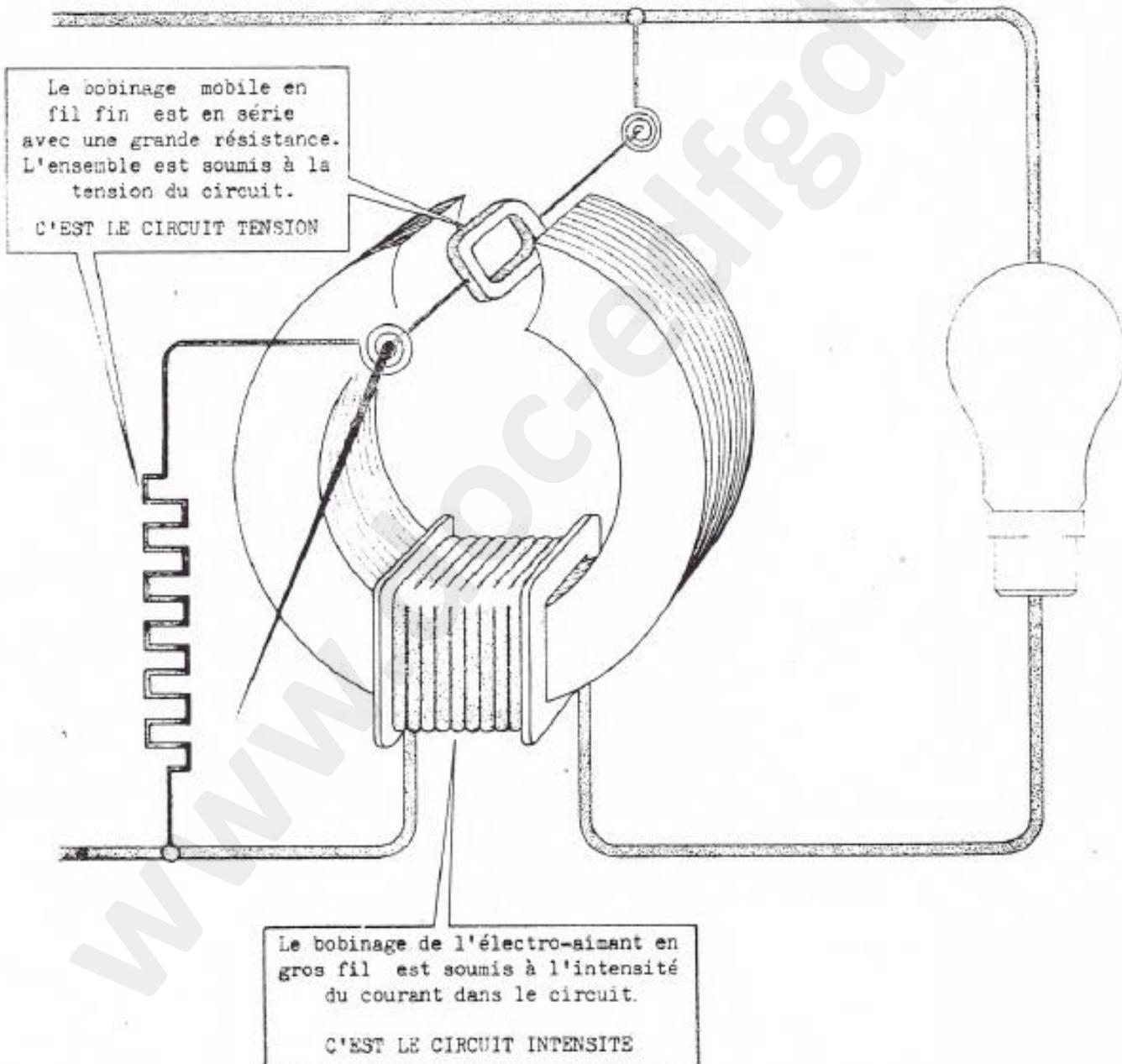
Cet appareil qui indique en **watt**
la puissance **P** absorbée par un circuit
s'appelle un **wattmètre**

LE WATTMETRE COMPORTE DEUX CIRCUITS :

L'UN "AMPEREMETRIQUE" SE BRANCHE EN SERIE DANS LE CIRCUIT
L'AUTRE "VOLTMETRIQUE" SE BRANCHE EN DERIVATION

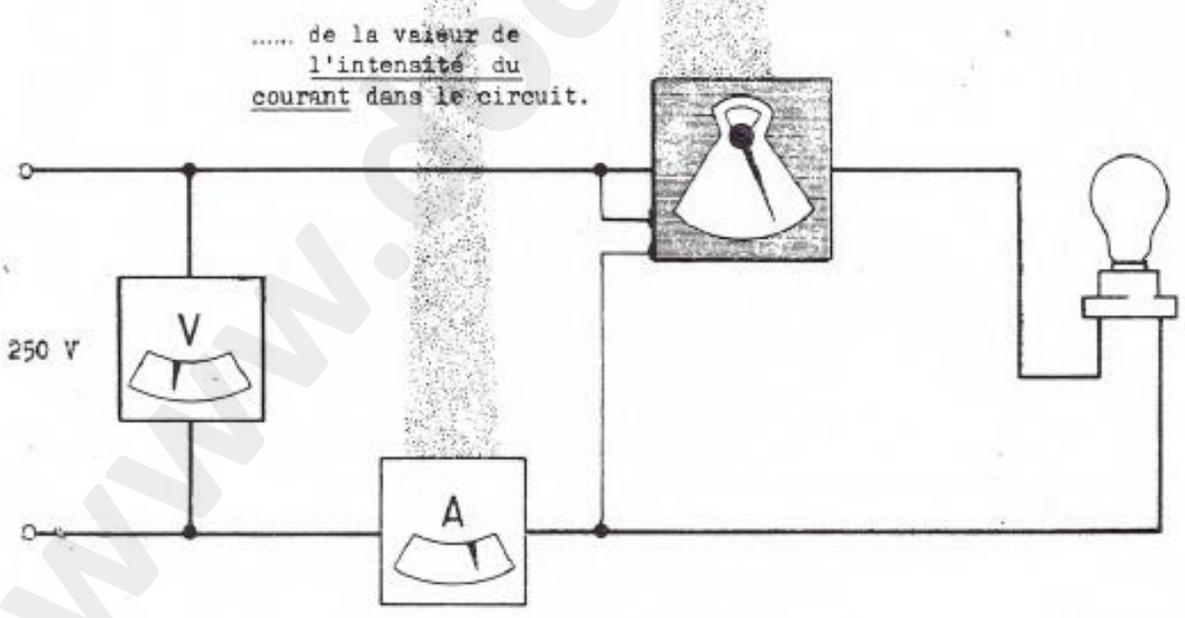
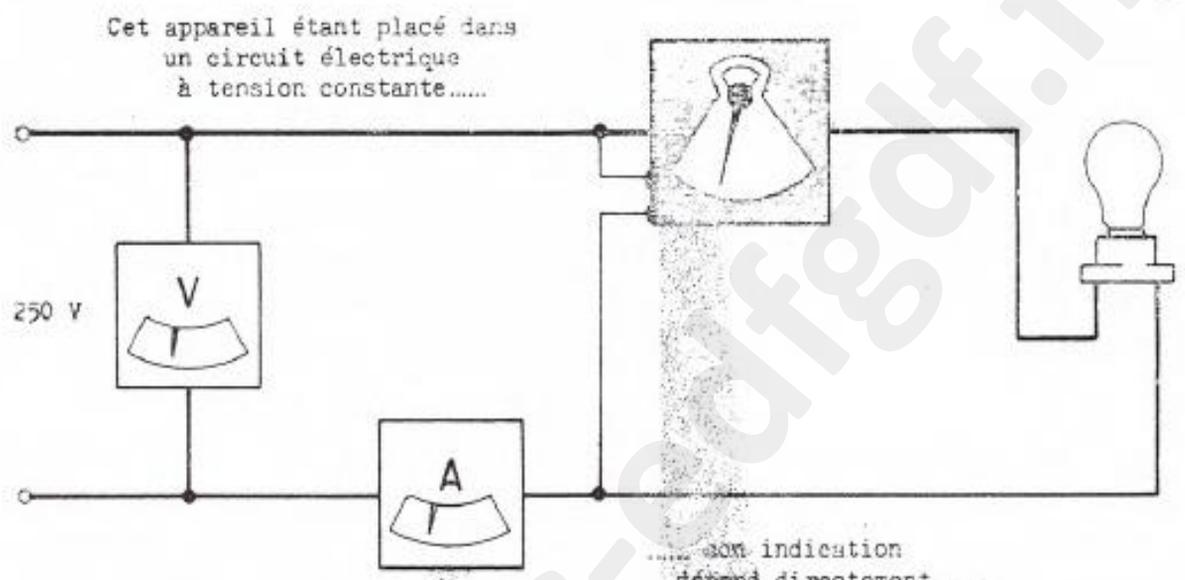
Comment est constitué un wattmètre électrodynamique ?

Exn.
22



- De quoi dépend l'indication de cet appareil ?

Exp.
23



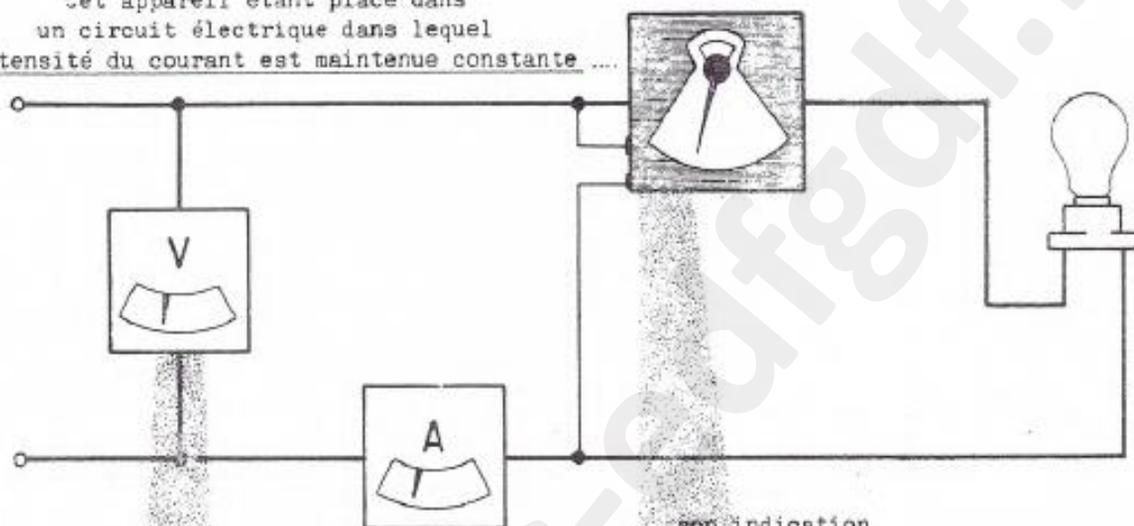
L'INDICATION DE L'APPAREIL DEPEND DIRECTEMENT DE L'INTENSITE DU COURANT

LORSQUE L'INTENSITE DU COURANT EST NULLE L'APPAREIL INDIQUE ZERO

De quoi dépend l'indication de cet appareil ?

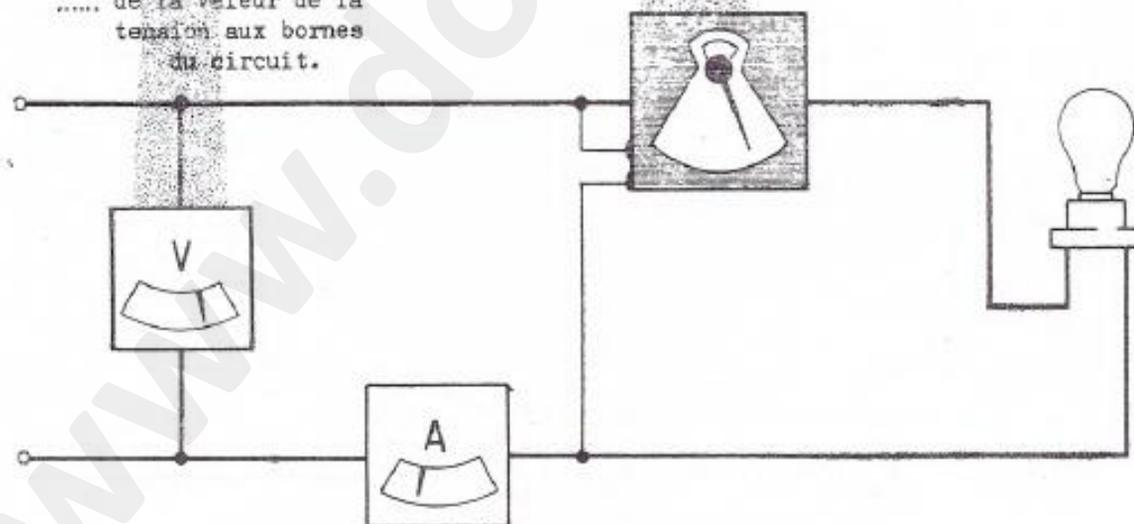
Exr.
24

Cet appareil étant placé dans un circuit électrique dans lequel l'intensité du courant est maintenue constante



..... son indication dépend directement

..... de la valeur de la tension aux bornes du circuit.

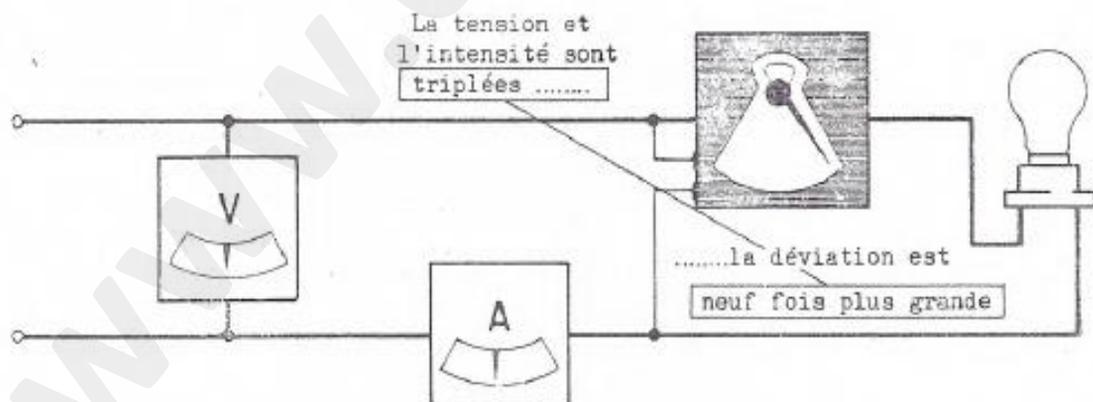
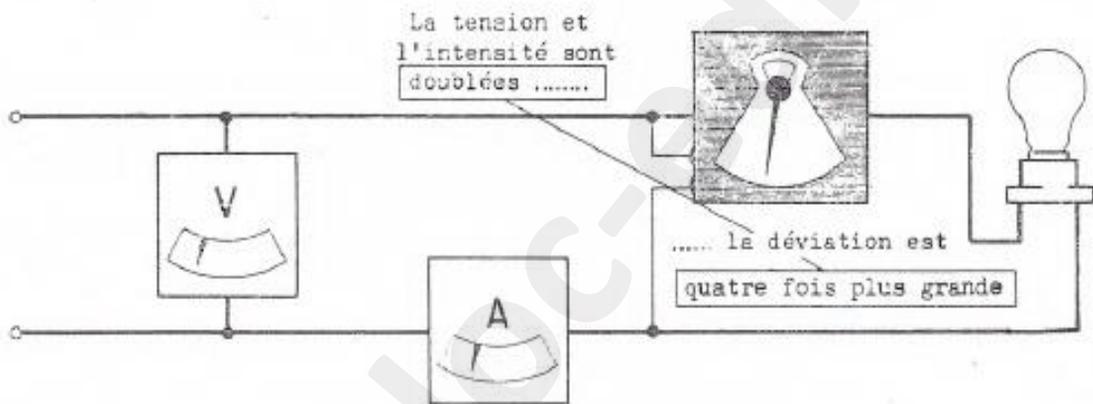
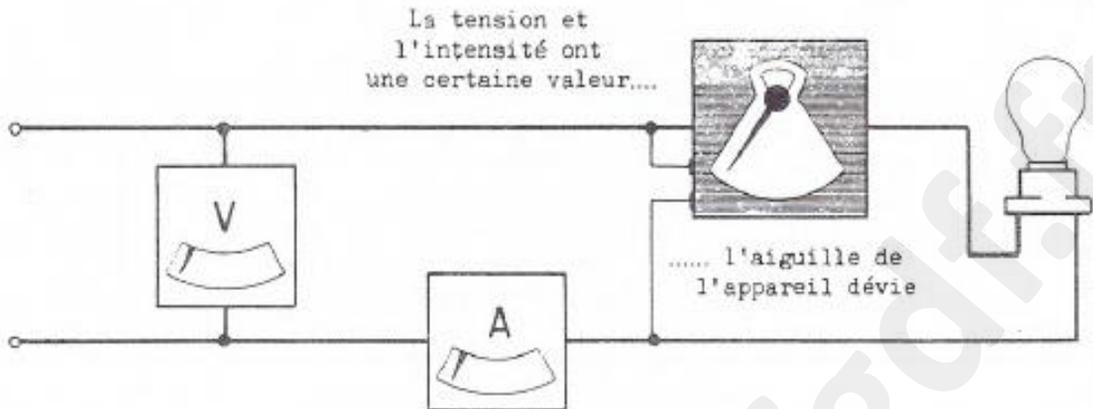


L'INDICATION DE L'APPAREIL DEPEND DIRECTEMENT DE LA TENSION

SI LA TENSION APPLIQUEE A L'APPAREIL EST NULLE CELUI-CI INDIQUE ZERO

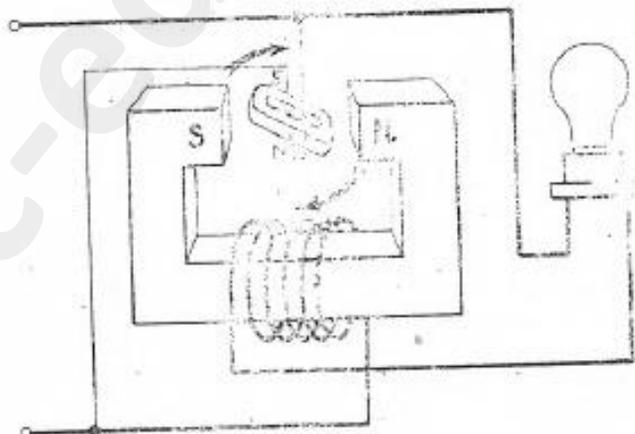
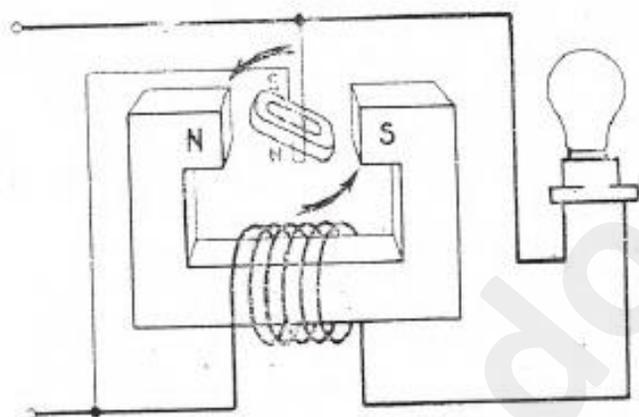
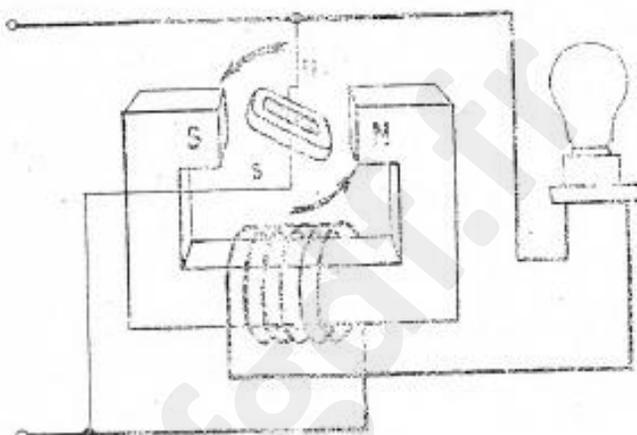
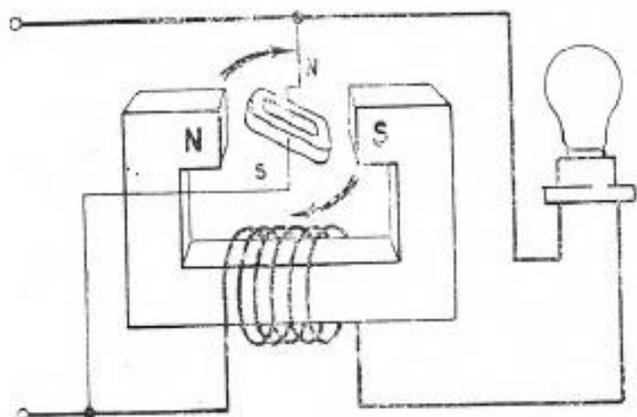
-De quoi dépend l'indication de cet appareil ?

Exp.
25



L'INDICATION DE L'APPAREIL DEPEND DE LA TENSION MULTIPLIEE
PAR L'INTENSITE

L'INDICATION DE L'APPAREIL DEPEND DE LA PUISSANCE



- L'équipage mobile (circuit tension) tend toujours à s'orienter pour que son aimantation soit dans le même sens que celle produite par l'électro-aimant (circuit intensité).
- L'inversion du courant dans un des circuits produit l'inversion du sens de l'aimantation.
- Le cadre pour s'orienter tourne dans un sens ou dans l'autre.

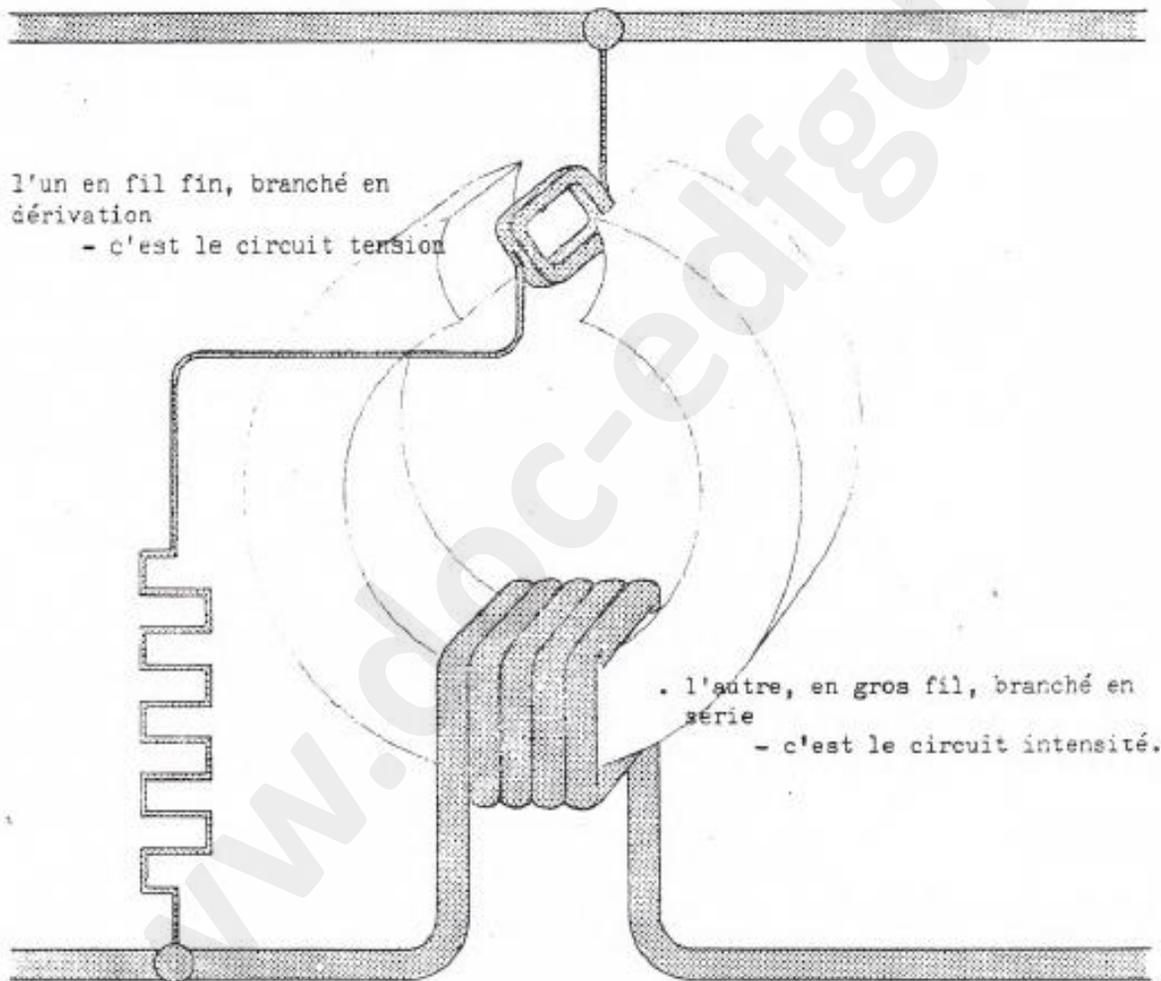
L'AIGUILLE DU WATTMETRE PEUT DEVIER
DANS LE SENS DE LA GRADUATION OU
EN SENS INVERSE SELON LE
BRANCHEMENT DE L'APPAREIL

CONCLUSION

LE WATTMETRE

- indique la Puissance (P)
en watts (W)
- comporte deux circuits :

- l'un en fil fin, branché en dérivation
 - c'est le circuit tension



- l'autre, en gros fil, branché en série
 - c'est le circuit intensité.

- son aiguille peut dévier dans le sens de la graduation ou en sens inverse, selon le branchement des circuits tension et intensité.

Quelles sont les précautions à prendre lors du branchement de ces trois appareils ?

Exp.
27

• AMPÈREMÈTRE

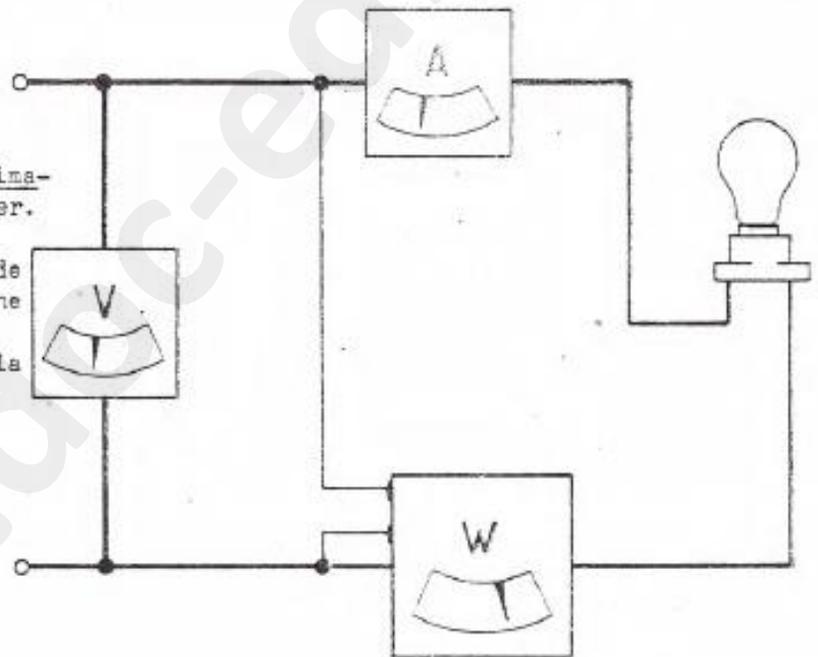
- Connaître la valeur approximative de l'intensité du courant à mesurer

• une intensité plus grande que le calibre entraîne la détérioration de l'équipage mobile.

VOLTMÈTRE

- Connaître la valeur approximative de la tension à mesurer.

• Une tension plus grande que le calibre entraîne la détérioration de l'équipage mobile et la fusion du bobinage en fil fin.



• WATTMÈTRE

- Connaître les valeurs approximatives de la tension et de l'intensité du courant appliquées à l'appareil.

Une tension plus grande que celle indiquée sur l'appareil produit les mêmes effets que sur le voltmètre.
Une intensité plus grande que celle indiquée sur l'appareil produit les mêmes effets que sur l'ampèremètre.