**AE : transferts d’énergie et rendement.**

**Durée : 2 H**

Rappels de 2nde: loi des mailles.

**Vidéo**(uniquement la loi des mailles, arrêtez-vous ensuite) :

<https://lycee.hachette-education.com/pc/2de/#C16_VID_loi-noeuds-loi-maillesmp4>

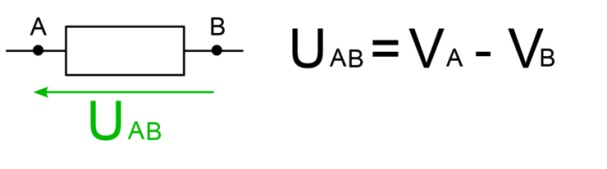
La loi des mailles permet de déterminer une tension inconnue dans un circuit **fermé.**

* Pour l’appliquer, il faut flécher les tensions aux bornes de chaque dipôle.

La tension est représentée par un segment fléché qui pointe vers la 1ère lettre du symbole de la tension

La tension UAB aux bornes du dipôle AB est représentée par la flèche qui pointe vers A.

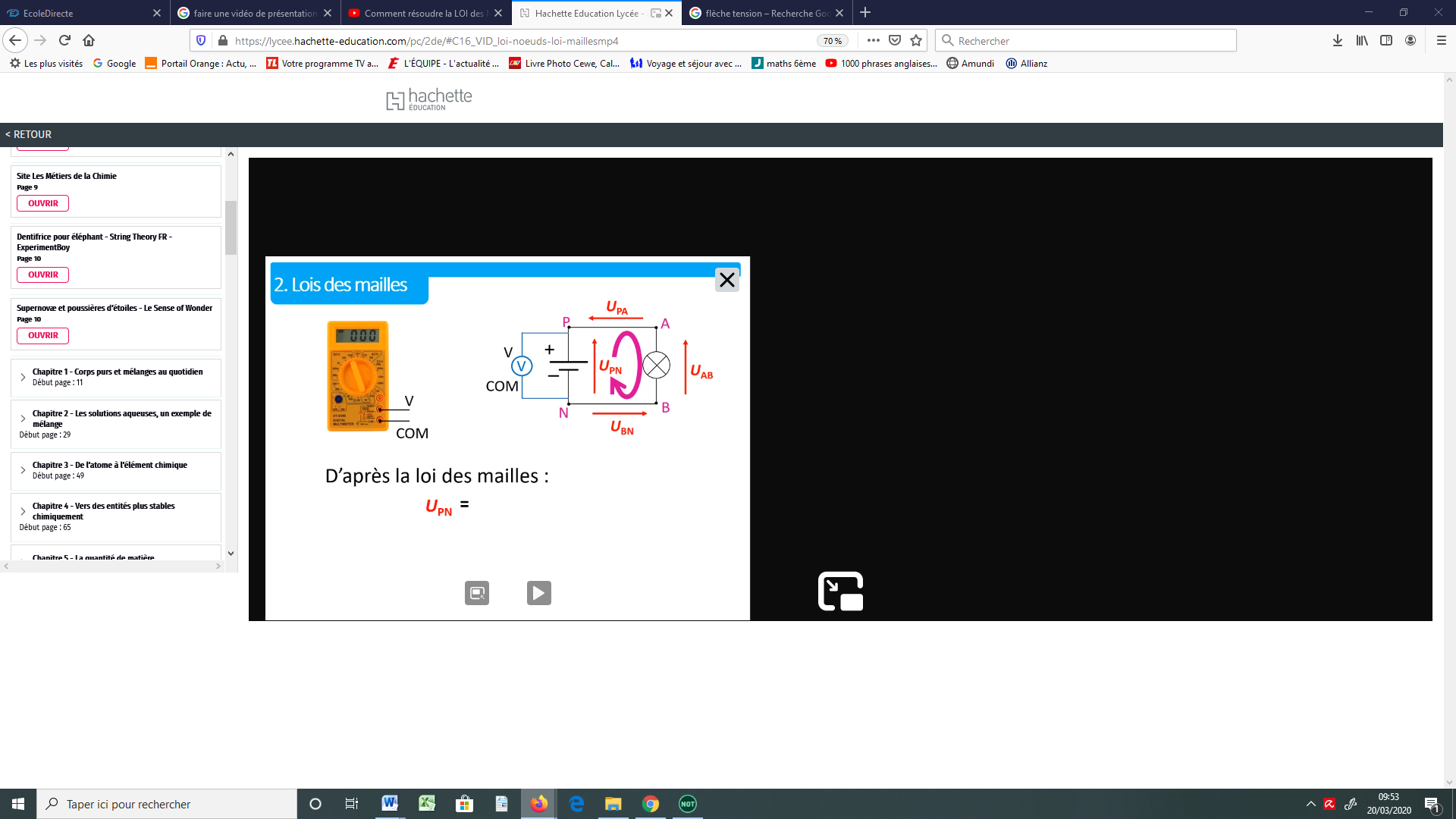
La tension UBA aux bornes du dipôle AB est représentée par la flèche qui pointe vers B.



UBA

* Ensuite, la loi des mailles s’applique en faisant le tour de la maille dans un sens choisi (peu importe lequel) et écrivant que la somme algébrique (càd qu’on peut mettre des + ou des – devant les tensions) de toutes les tensions rencontrées est nulle ; pour la somme algébrique, on mettra « + » si la flèche tension est dans le sens de parcours de la maille et « - » dans le cas contraire.

Exemple :



Dans la maille PABN, orientée comme indiquée ci-dessus, en partant du point N :

UPN – UPA – UAB – UBN = 0.

*Ici, on met des « – » dès que l’on rencontre une flèche qui va dans le sens contraire de celui de parcours de la maille.*

Si on cherche par exemple la tension UAB, on aurait alors UAB = UPN – UPA– UBN.

rq : UPA = 0 puisque la tension aux bornes d’un fil (supposé de résistance nulle) est égale à 0.

**Question : et si on avait choisi d’orienter la maille dans l’autre sens ?**

En partant du point N (mais cette fois on se dirige vers B) : UBN + UAB + UPA – UPN = 0.

On retrouve alors la même expression UAB = UPN – UPA– UBN.

BILAN : démarche pour appliquer la loi des mailles.

1/ Bien flécher les tensions : pas de sens imposé mais le nom de la tension dépend du sens de la flèche

2/ Le sens de parcours de la maille n’a pas d’importance, on choisit celui que l’on veut ; par contre, une fois choisi, les signes devant les tensions sont imposés.

3/ Exploiter la relation mathématique pour extraire la tension inconnue.

Nous allons maintenant passer au TP proprement parlé.

1. **Tracé de la caractéristique d’une pile.**

Document 2 :

La caractéristique tension-intensité est la courbe représentant la tension aux bornes d’un dipôle ne fonction de l’intensité qui le traverse.

Document 1 : montage.

A

P

R = 10 Ω

B

N

Rh (entre 0 et 100 Ω)

La résistance avec une flèche dessus (entre N et B) est une résistance variable, appelée aussi rhéostat (la tension à ses bornes sera notée URh) ; les valeurs de Rh sont modifiées manuellement.

Document 3 : résultats des mesures.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UPN (V) | 4,48 | 4,41 | 4,35 | 4,25 | 4,18 | 4,13 | 4,04 | 3,94 |
| URh (V) | 0 | 3,91 | 3,35 | 2,75 | 2,18 | 1,63 | 1,04 | 0,44 |

Questions :

1/Tracer la caractéristique de la pile en détaillant votre démarche (tracé des flèches tension, loi des mailles, loi d’Ohm sont des expressions à faire figurer dans votre compte-rendu).

Raisonnement :

On cherche donc à voir comment évolue la tension de la pile en fonction du courant qui la traverse.

On veut donc tracer UPN = f(I).

Nous avons les valeurs de la tension UPN ; il nous reste à déterminer celles de I.

Nous connaissons la loi d’Ohm : U(aux bornes de R) = R x I ce qui donne ici **UAB  = R.I**

Nous connaissons R (10 Ω) mais pas UAB ; il faut donc déterminer UAB **à l’aide de la loi des mailles** puis calculer I en faisant l’opération UAB / R.

Restera ensuite à tracer UPN  en fonction de I.

* A vous de jouer ☺

2/ On peut modéliser une source réelle de tension (non idéale) comme l’association d’une source idéale de tension (E) associée à une résistance (r) que l’on appellera résistance interne.

**U = E – r.I**

Montrer que l’allure de votre courbe est compatible avec celle d’un générateur **non idéal de tension** ; en déduire les valeurs de E et de r caractérisant la pile étudiée.

Correction :

1/ Parcours de la maille dans le sens NPAB :

A

P

La flèche tension entre P et A est inutile puisqu’il n’y a pas de dipôle donc la tension est nulle.

UPN

UAB (sera notée UR)

B

N

UBN (sera notée URh)

Loi des mailles : UPN – UR – URh = 0 ce qui donne UR = UPN – URh.

Vous allez donc ajouter une ligne au tableau de valeurs et la remplir en calculant UR pour chaque colonne ; ensuite, vous calculez I.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UPN (V) | 4,48 | 4,41 | 4,35 | 4,25 | 4,18 | 4,13 | 4,04 | 3,94 |
| URh (V) | 0 | 3,91 | 3,35 | 2,75 | 2,18 | 1,63 | 1,04 | 0,44 |
| UR (V) | 0 | 0,50 | 1,0 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 |
| I = UR/R (A) | 0 | 50.10-3 | 100.10-3 | 150.10-3 | 200.10-3 | 250.10-3 | 300.10-3 | 350.10-3 |

Une fois le tableau rempli, il faut tracer UPN (en V) en fonction de I (en A donc convertir si vous l’avez laissé en mA).

**Equation de la droite : UPN = 4,5 – 1,5 x I avec I en A et U en V.**

2/ La courbe obtenue est celle d’un générateur non idéal de tension car on voit que la tension n’est pas constante (on n’obtient pas une droite horizontale).

La pile n'est donc pas un générateur idéal de tension : la tension délivrée à ses bornes baisse lorsque l'intensité du courant débité augmente.

Détermination de E et r de la pile étudiée :

E correspond à la valeur de UPN lorsque I est nulle ; c’est donc graphiquement l’ordonnée à l’origine.

r correspond au coefficient directeur de la droite (en valeur absolue).

On a donc graphiquement E = 4,5 V et r = 1,5 Ω.

1. **Conversions d’énergie au sein d’une pile.**

Au sein de la pile, se produit une conversion d’énergie chimique en énergie électrique ; on dit que la pile est un convertisseur électrochimique.

Reprenons l’équation de la caractéristique d’une pile :

U = E – r.I nous allons maintenant x par I chaque terme

U.I = E.I – r.I.I

ce qui peut s’écrire aussi :

U.I = E.I – r.I² (\*)

Définition : la puissance électrique Pél d’un convertisseur est définie comme le produit de la tension U à ses bornes et de l’intensité I du courant électrique qui le traverse : Pél = U.I avec P en W, U en V et I en A.

Si on analyse chaque terme de (\*)

U.I = puissance électrique fournie par la pile au circuit électrique

E.I = puissance chimique disponible en amont (contenue dans la pile)

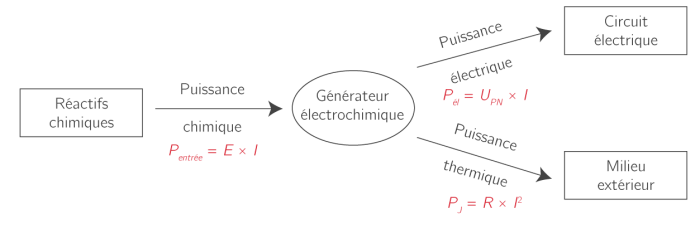
r.I² = puissance perdue par effet Joule (sous forme thermique) à cause de la résistance interne de la pile « r » : en effet, pour un conducteur ohmique (càd une résistance), toute la puissance électrique reçue est convertie en puissance thermique.



Le rendement, noté η, est une notion que l’on a déjà vu en chimie ; en chimie, η représentait le rapport entre la masse de produit obtenu réellement et celle que l’on aurait dû avoir s’il n’y avait aucune perte.

En électricité, la signification est identique : η représente le rapport entre l’énergie disponible en sortie du convertisseur et celle que l’on aurait dû avoir s’il n’y avait pas de pertes.

Le rendement de ce dispositif peut donc s’exprimer comme η = = = =



**Application :**

Soit une pile caractérisée par E = 4,5 V et r = 2,0 Ω alimentant une lampe.

1. Calculer la puissance dissipée par effet Joule par la pile dans le cas où U = 4,3 V.
2. Faire un bilan de puissance au sein de la pile et en déduire le rendement.
3. Calculer l’énergie électrique fournie au circuit électrique (ici, la lampe) pendant une durée de fonctionnement de 10 min. Pour répondre, on donne la relation entre énergie, puissance et durée : l’énergie électrique Eél consommée ou produite par un convertisseur pendant une durée Δt est donnée par la relation : Eél = Pél.Δt ; l’énergie est en J, P en W et la durée en s.

Correction :

1. PJ = r.I²

Il faut calculer I : comme U = E – rI, on a I = (E – U)/r 🡪 **I = 0,10 A**

On a donc PJ = 2,0.10-2 W

1. P\_chimique\_dispo = EI = 0,45 W

P\_élec\_fournie = UI = 0,43 W (évidemment < à P\_chimique\_dispo)

On retrouve donc bien PJ = P\_chimique\_dispo – P\_élec\_fournie.

Calcul du rendement :

η = P\_élec\_fournie / P\_chimique\_dispo = 96 % qui correspond bien à U / E.

1. E(électrique) = P(élec).Δt = U.I.Δt = 4,3 x 0,10 x (10 x 60) = 2,6.102 J.