

LA NOTION DE DIPÔLE ÉLECTRIQUE

Thématique : *Circuits électriques*

↪ **Chapitre :** *Approche circuits*

↪ **Section :**

Type ressource : *Exposé* *Laboratoire virtuel / Exercice* *Qcm*

Dans ce cours, on introduit la notion de dipôle et on définit le courant i qui le traverse et la tension u à ses bornes. On en déduit l'expression de la puissance qui est absorbée ou fournie par le dipôle. La puissance absorbée est égale au produit $u \cdot i$ lorsque les sens de références des courants et tensions ont été choisis conformément à la convention récepteur. Elle est égale à l'opposé de ce produit (il s'agit alors de puissance fournie) lorsque ces sens de référence ont été choisis conformément à la convention.

- *pré requis : aucun*
- *niveau : 1 - Introduction et premier cycle*
- *durée estimée : 15 minutes*
- *auteur(s) : Damien Grenier, Francis Labrique (UCL)*
- *réalisation : Sophie Labrique*



1 Dipôles électriques

Dans ce cours, on introduit la notion de dipôle et on définit le courant i qui le traverse et la tension u à ses bornes. On en déduit l'expression de la puissance qui est absorbée ou fournie par le dipôle. La puissance absorbée est égale au produit $u.i$ lorsque les sens de références des courants et tensions ont été choisis conformément à la convention récepteur. Elle est égale à l'opposé de ce produit (il s'agit alors de puissance fournie) lorsque des ces sens de référence ont été choisis conformément à la convention générateur.

1.1 Notion de dipôle

L'électromagnétisme est naturellement présent dans la nature : électricité statique, phénomènes d'aimantation, foudre.... Les phénomènes correspondants peuvent être décrits au moyens d'équations aux dérivées partielles - les équations de Maxwell - dont la résolution peut s'avérer à ce point complexe qu'elle nécessite le recours à des méthodes numériques (méthodes par éléments finis par exemple).

Les dispositifs électriques artificiels sont conçus par l'homme de telle sorte que leur comportement soit beaucoup plus simple. Ils peuvent généralement être caractérisée par les courants électriques qui circulent dans leurs bornes d'accès et par les différences de potentiel mesurées entre celles-ci.

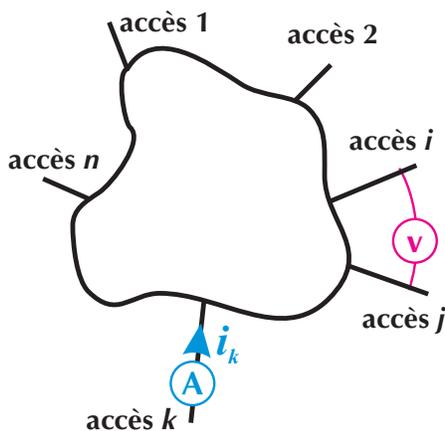


Figure 1. Multipôle (n-pôles)

La différence de potentiel (ou tension) u_{ij} entre une borne i et une borne j se mesure à l'aide d'un voltmètre. Elle s'exprime en volt (symbole : V). Le courant i_k qui entre (ou sort selon la convention choisie) de la borne k se mesure à l'aide d'un ampèremètre. Il se mesure en ampère (symbole : A).

Dans ce contexte, les composants électriques les plus simples sont des dipôles. La plupart des multipôles peuvent d'ailleurs être décomposés en dipôles élémentaires.

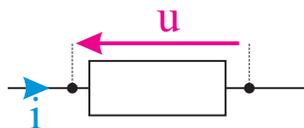


Figure 2. Dipôle

Un dipôle est caractérisé par le courant i qui le traverse et la tension u à ses bornes.

1.2 Courant traversant un dipôle

Le courant qui entre par un accès est égal au courant qui sort par l'autre accès.

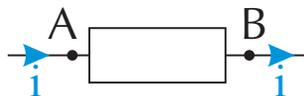


Figure 3. Courant dans un dipôle

Il correspond à la quantité de charge q qui le traverse par unité de temps :

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Un courant d'un ampère (1 A) correspond au passage d'un coulomb (1 Cb) par seconde. Le sens de référence de passage du courant peut être choisi de façon arbitraire : si le courant passe effectivement dans le sens choisi, sa valeur (son intensité) est positive ; s'il passe dans le sens contraire, elle est négative.
Note : Compte-tenu de ce que dans les conducteurs métalliques habituels, les porteurs de charge sont des électrons chargés négativement, la circulation de A vers B d'un courant positif de 1 A correspond physiquement au passage de B vers A, d'électrons totalisant ensemble une charge de -1 Cb par seconde.

1.3 Différence de potentiel aux bornes d'un dipôle

Le travail produit par le passage des charges à travers un élément se traduit par une différence de potentiel entre les bornes de l'élément.

L'absorption par l'élément d'une énergie électrique d'un Joule (1 J) consécutivement au passage d'une charge d'un Coulomb (1 Cb) de A vers B, provient d'une différence de potentiel u d'un volt mesurée entre A et B (le potentiel P_A de la borne A est d'1 V plus élevé que celui P_B de la borne B).

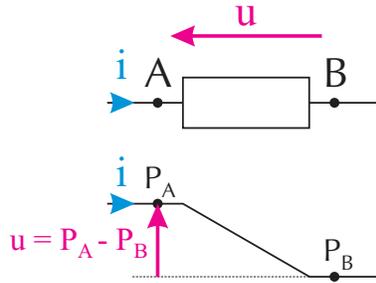


Figure 4. Différence de potentiel mesurée entre la borne A et la borne B

Si au contraire, l'élément fournit une énergie électrique d'un Joule (1 J) consécutivement au passage d'une charge d'un Coulomb (1 Cb) de A vers B, cela provient d'une différence de potentiel u d'un volt mesurée entre B et A (le potentiel de la borne A est inférieur d'1 V à celui de la borne B).

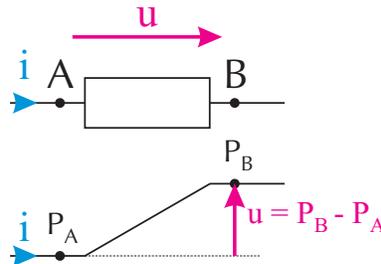


Figure 5. Différence de potentiel mesurée entre la borne B et la borne A

Ainsi, en cas d'absorption d'énergie, le potentiel de la borne d'entrée du courant est supérieure à celui de la borne de sortie. Lorsque le dipôle fournit de l'énergie, le potentiel de la borne d'entrée du courant est inférieure à celui de la borne de sortie.

La différence de potentiel qui existe aux bornes d'un dipôle est aussi appelée la tension aux bornes de cet élément. Le sens de référence de cette tension peut être choisi de façon arbitraire : si le potentiel de la borne "+" est effectivement supérieure à celle de la borne "-", la tension est positive ; s'il est inférieur, elle est négative.

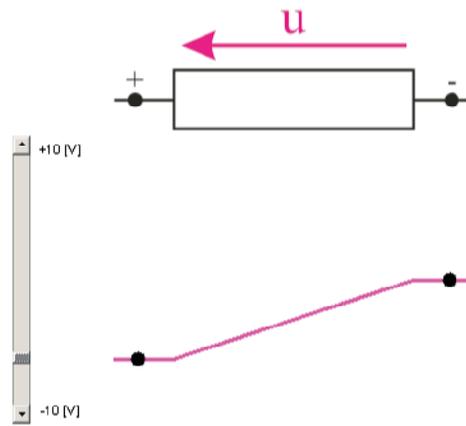


Figure 6. Tension aux bornes d'un dipôle

1.4 Puissance dans un dipôle

Par définition de la tension aux bornes d'un dipôle, l'énergie dW absorbée ou fournie par un dipôle sur un intervalle de temps dt est égale au produit de la charge dq qui y transite par la différence de potentiel u à ses bornes :

$$dW = u.dq$$

Par définition du courant traversant un dipôle, celui-ci est égal à :

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Il en résulte que la puissance p absorbée ou produite par le dipôle s'écrit :

$$dW = p.dt \Rightarrow u.dq = u.i.dt = p.dt \Rightarrow p = u.i$$

Pour savoir si le produit $u.i$ correspond à une énergie absorbée ou produite, il faut tenir compte des sens de référence choisis tant pour le courant qui traverse l'élément que pour la tension à ses bornes.

1.5 Convention récepteur

Les sens de référence des tensions et courant ont été choisis conformément au schéma de la figure 7.

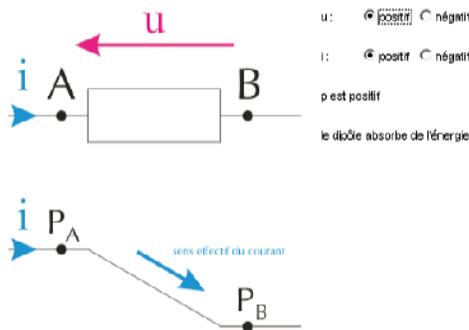


Figure 7. Convention récepteur

Avec le sens de référence choisi pour la tension, une tension u positive signifie que le potentiel P_A de la borne A est supérieur à celui P_B de la borne B. Avec le sens de référence choisi pour le courant, un courant i positif correspond à un mouvement de charges positives de A vers B. Le potentiel de la borne

d'entrée étant supérieur à celui de la borne de sortie du courant, le dipôle absorbe alors de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est positif.

Si u est positif et que i est négatif, le potentiel de la borne d'entrée du courant est inférieur à celui de la borne de sortie. Le dipôle fournit de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est négatif.

Lorsque u est négatif et que i est positif, le transfert de charge se fait de la borne au potentiel le plus faible vers la borne au potentiel le plus élevé. Le dipôle fournit de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est négatif.

Enfin, dernier cas, lorsque u et i sont négatifs, le transfert de charge se fait de la borne au potentiel le plus élevé vers la borne au potentiel le plus faible. Le dipôle absorbe de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est positif.

Avec la convention de la figure 7, un produit $p = u.i$ positif correspond à une absorption de puissance électrique par le dipôle. Un produit $p = u.i$ négatif correspond à la fourniture d'une puissance. On parle de convention récepteur. Cette convention est habituellement choisie pour tout dipôle prévu pour absorber de l'énergie électrique (tous les éléments passifs, dont les résistances, les inductances, les condensateurs, en fait toutes les charges électriques, résistances de chauffage, lampes, moteurs, etc.).

1.6 Convention générateur

Les sens de référence des tensions et courant ont été choisi conformément au schéma de la figure 8.

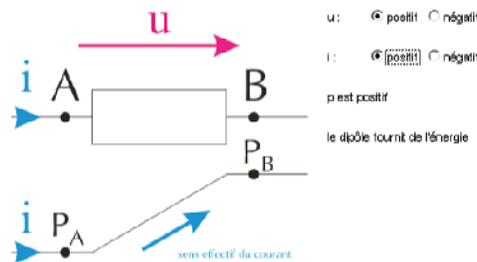


Figure 8. Convention générateur

Avec le sens de référence choisi pour la tension, une tension u positive signifie que le potentiel de la borne B est supérieur à celui de la borne A. Avec celui choisi pour le courant, un courant i positif correspond à un mouvement de charges positives de A vers B. Le potentiel de la borne d'entrée étant inférieur à celui de la borne de sortie du courant, le dipôle fournit alors de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est positif.

Si u est positif mais que i est négatif, le potentiel de la borne d'entrée du courant est supérieur à celui de la borne de sortie. Le dipôle absorbe de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est négatif.

Lorsque u est négatif et que i est positif, le transfert de charge se fait de la borne au potentiel le plus élevé vers la borne au potentiel le plus faible. Le dipôle absorbe de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est négatif.

Enfin, dernier cas, lorsque u et i sont négatifs, le transfert de charge se fait de la borne au potentiel le plus faible vers la borne au potentiel le plus élevé. Le dipôle fournit de la puissance électrique. Le produit $u.i$ est positif.

Avec la convention de la figure 8, un produit $p = u.i$ positif correspond à la fourniture de puissance électrique par le dipôle. Un produit $p = u.i$ négatif correspond à l'absorption d'une puissance. On parle alors de convention générateur. Cette convention est habituellement choisie pour tout dipôle prévu pour fournir de l'énergie électrique (sources de tensions et courants, en fait, les piles, batteries et autres générateurs électriques).