

Bases d'électrocinétique

Fiche n°

I Courant électrique

1 Définition

Un déplacement d'ensemble, ordonné, de particules chargées, est appelé courant électrique.

Exemples de particules chargées :

Electrons dans les fils électriques

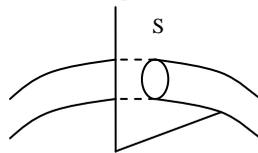
Ions en solution électrolytique

Par convention, le sens dit « conventionnel » ou « réel » du courant est le sens de déplacement des charges positives.

On prendra l'habitude de dessiner le sens conventionnel de i à côté des fils avec une petite flèche verte

2 Intensité du courant (cas d'un courant d'intensité constante)

Considérons un conducteur de section S , parcouru par un courant électrique. **Choisissons arbitrairement une orientation pour ce courant**, par exemple de la gauche vers la droite. L'intensité du courant électrique à travers ce conducteur avec l'orientation choisie, est égale à la quantité d'électricité qui traverse S par unité de temps, de la gauche vers la droite dans ce cas. Si une charge totale Q traverse de gauche à droite S pendant la durée Δt , l'intensité I à travers le conducteur est égale à (avec l'orientation choisie) :



Remarque : on utilise la notation I quand l'intensité est constante. Sinon, on utilise la notation « i ».

ATTENTION, cela ne veut pas dire que le sens réel du courant soit de gauche à droite ; choisir une orientation pour le courant n'a aucune influence sur le sens réel de ce courant car cela dépend en outre du signe des charges et du déplacement réel des charges dans le fil.

i est une grandeur algébrique qui peut être positive ou négative.

Voici quelques exemples :

Méthode : j'oriente i comme je le souhaite (par exemple de G à D). Je pose mon œil à côté en regardant dans la direction et le sens de i choisis en imaginant le plan de la section S qui m'empêche de regarder vers l'arrière. Et je regarde alors d'une part le signe des charges et d'autre part le sens de ces charges :

Si je vois sortir des charges positives qui « sortent », alors le courant i que j'ai orienté est Est-ce le sens « conventionnel » du courant ?

Si je vois des charges positives qui « rentrent », alors le courant i que j'ai orienté est Est-ce le sens « conventionnel » du courant ?

Si je vois des charges négatives qui « sortent », alors le courant i que j'ai orienté est Est-ce le sens « conventionnel » du courant ?

Si je vois des charges négatives qui « rentrent », alors le courant i que j'ai orienté est Est-ce le sens « conventionnel » du courant ?

Un déplacement de charges d'un certain signe dans un sens est exactement équivalent, au niveau macroscopique, au déplacement de charges de signe opposé en sens inverse.

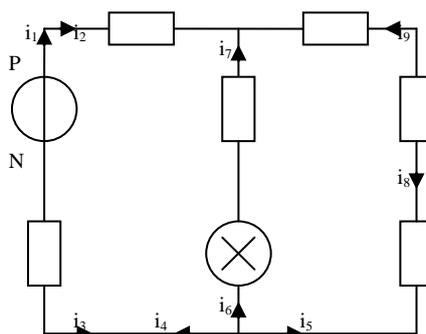
Finalement, une fois l'orientation de l'intensité choisie, si le sens réel du courant correspond à cette orientation, i est, si le sens réel du courant correspond au sens inverse de l'orientation de i , i est

Il n'y a pas lieu de changer d'orientation si elle ne correspond pas au sens réel du courant.

Pour indiquer le sens réel du courant, on indiquera à côté du i de l'orientation, $i > 0$ ou $i < 0$ selon le cas.

3 Intensité dans une branche

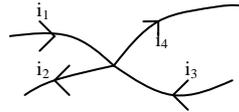
L'intensité, en chaque point d'une branche de circuit, tant que celle-ci ne présente pas de nœud, est rigoureusement la même.



4 Loi des nœuds

La charge totale d'un système est toujours conservée. Aussi, la quantité de charge « arrivant » à un nœud est égale à la quantité de charge qui en « part ».

Raisonnons avec les intensités algébriques en considérant le nœud suivant avec les orientations de courant imposées :



On peut alors écrire, en utilisant les i_1 , i_2 , i_3 et i_4 :

Sachant que $i_1 = 3 \text{ A}$, $i_2 = 22 \text{ A}$, $i_3 = -6 \text{ A}$, calculer i_4 . Indiquer en vert le sens réel du courant dans les quatre fils. Calculer la quantité de charge positive « arrivant » au nœud toutes les 10 ms et la quantité de charge qui en « part ».

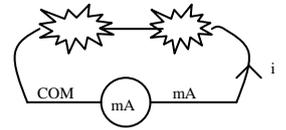
5 Mesure d'une intensité

Pour mesurer directement une intensité, on utilise un ampèremètre qu'il faut placer *en série* dans le circuit à l'endroit où on désire mesurer l'intensité du courant.

Il faut choisir un calibre adapté (courant continu/alternatif et valeur adaptée au calibre en commençant par les grands). Les bornes du multimètre à utiliser pour l'ampèremètre sont les bornes « mA » et « COM ».

L'ampèremètre affiche une valeur algébrique qui correspond au courant algébrique qui le traverse en rentrant par sa borne « mA » et en sortant par sa borne « COM ».

Exemple : avec l'orientation des bornes suivantes, l'ampèremètre affiche « - 3 mA ». Avec l'orientation choisie pour i , dites si $i > 0$ ou $i < 0$ et faire figurer le sens réel du courant sur le schéma.



On peut également trouver i de manière indirecte en mesurant une tension aux bornes d'un conducteur ohmique (voir TP).

II Tension aux bornes d'un dipôle

1 Définition

La tension aux bornes d'un dipôle AB lorsqu'elle est notée u_{AB} est la différence entre le potentiel (électrique) V_A du point A et le potentiel (électrique) V_B du point B ; et vice versa lorsqu'on considère u_{BA} .

On symbolise la tension u_{AB} , par convention, sur un schéma électrique, au moyen d'une flèche orientée de B vers A (pointe de la flèche sur A).



2 Loi des mailles

Elle correspond à une simple manipulation mathématique des potentiels A des points d'une maille.

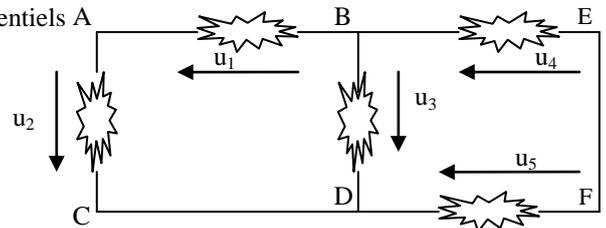
Dans la maille de gauche :

$$(V_A - V_B) + (V_B - V_C) + (V_C - V_A) =$$

$$\text{Soit } u_{AB} +$$

$$\text{Soit}$$

Dans la maille de droite :



Attention, le choix arbitraire d'orientation des tensions n'a aucune influence sur le signe réel de ces tensions. Il n'y a pas lieu de changer d'orientation de tension si elle ne correspond pas à une tension positive.

3 Mesure d'une tension

On utilise un voltmètre qu'il faut placer *en dérivation* dans le circuit.

Choisir un calibre adapté (tension continue/alternative et valeur adaptée au calibre en commençant par les grands).

Les bornes du multimètre à utiliser pour le voltmètre sont les bornes « COM » et « V ».

Le voltmètre affiche la valeur « potentiel de sa borne V – potentiel de sa borne COM ». En déduire, sur le schéma ci-dessus, la place des deux bornes à brancher aux pôles A et B pour mesurer la tension u_{AB} .

On peut également utiliser l'une des entrées de l'oscilloscope sachant que celui-ci affiche à son écran la tension égale à la différence entre le potentiel de sa borne rouge (« rouge CH1 » ou « rouge CH2 ») – le potentiel d'une de ses bornes noires (« masse »).

On peut également utiliser une interface multimédia reliée à un ordinateur. Là encore, sur l'écran s'affiche la tension égale à la différence entre le potentiel de sa borne rouge (« mesure ») – le potentiel de sa borne noire ou bleue (« référence »)

Avant de brancher un voltmètre et/ou un ampèremètre et/ou un oscilloscope et/ou un ordinateur, faire toujours figurer sur le schéma électrique le nom des bornes (COM, V, mA, rouge CH1, masse ...) permettant de visualiser la bonne tension demandée et non son opposée.

Exemples :

Sur le schéma de la page 2 en bas, indiquer les bornes d'un voltmètre pour mesurer u_{BA} . Indiquer les bornes de l'entrée CH1 (rouge CH1 et masse) d'un oscilloscope pour mesurer u_{CF} . Indiquer les bornes de l'entrée H de l'interface graphique pour mesurer u_{CA} .

III Loi des dipôles

1 Généralités

Il est important de connaître la loi qui relie la tension aux bornes d'un dipôle AB à l'intensité qui le traverse.

Comme on l'a vu, il convient de spécifier très clairement, lors de l'établissement de ces lois, laquelle des tensions u_{AB} ou u_{BA} et laquelle des intensités algébriques $i_{A \rightarrow B}$ (intensité orientée arbitrairement de A vers B en passant par le dipôle) ou $i_{B \rightarrow A}$ (intensité orientée arbitrairement de B vers A en passant par le dipôle) doivent intervenir. Deux « conventions » sont adoptées. On devrait parler plutôt d'« orientation relative ».

2 Convention récepteur – convention générateur

Suivant l'orientation relative choisie du courant traversant un dipôle et de la tension à ses bornes, on parle de « convention récepteur » ou de « convention générateur ».

- **convention récepteur** : la flèche de la tension et la flèche du courant sont en sens opposé :



Attention !!! Cela ne veut pas dire du tout que si u est positive, i est négative ou autre horreur de ce genre !

Le calcul du produit algébrique $u_{AB} * i_{A \rightarrow B}$ à une date t correspond alors physiquement à la **puissance algébrique P reçue** (d'où l'expression « convention récepteur ») P par le dipôle à cette date.

En multipliant cette puissance P par la durée Δt , on obtient l'**énergie algébrique E reçue** (car convention récepteur) et utilisée par le dipôle pendant cette durée.

Si cette puissance « reçue » et donc cette énergie « reçue » sont positives (donc si u_{AB} et $i_{A \rightarrow B}$ ont même _____) cela signifie que le dipôle consomme réellement une puissance et une énergie, c'est un vrai récepteur.

Au contraire, si cette puissance « reçue » et donc cette énergie « reçue » est négative (donc si u_{AB} et $i_{A \rightarrow B}$ ont _____) cela signifie que le dipôle cède en réalité une puissance et une énergie au circuit ; c'est en réalité, dans ce cas un vrai générateur.

$$P = u_{AB} * i_{A \rightarrow B} \quad \text{Unités :}$$

$$E = u_{AB} * i_{A \rightarrow B} * \Delta t$$

- **convention générateur** : la flèche de la tension et la flèche du courant sont dans le même sens :



Attention !!! Cela ne veut pas dire du tout que si U est positive, i est négative ou autre horreur de ce genre !

Le calcul du produit algébrique $u_{BA} * i_{A \rightarrow B}$ à une date t correspond alors physiquement à la **puissance algébrique P cédée** (d'où l'expression « convention générateur ») P par le dipôle à cette date.

En multipliant cette puissance P par la durée Δt , on obtient l'**énergie algébrique E cédée** (car convention récepteur) au circuit par le dipôle pendant cette durée.

Si cette puissance « cédée » et donc cette énergie « cédée » sont positives (donc si u_{AB} et $i_{A \rightarrow B}$ ont même _____) cela signifie que le dipôle cède réellement une puissance et une énergie, c'est un vrai générateur.

Au contraire, si cette puissance « cédée » et donc cette énergie « cédée » est négative (donc si u_{AB} et $i_{A \rightarrow B}$ ont _____) cela signifie que le dipôle capte en réalité une puissance et une énergie ; c'est en réalité, dans ce cas un vrai récepteur.

$$P = u_{BA} * i_{A \rightarrow B}$$

$$E = u_{BA} * i_{A \rightarrow B} * \Delta t$$

Bien sûr, si un dipôle a une énergie positive reçue lorsqu'il est en convention récepteur, le calcul de l'énergie cédée, en convention générateur, sera négative. Et vice-versa car la réalité physique (vraie récepteur ou vrai générateur) ne dépend pas de l'orientation adoptée !

3 Différents dipôles

a Le générateur de tension constante

symbole

On indique ses bornes P et N. **La tension u_{PN} est toujours positive et constante** choisie par l'expérimentateur sur le boîtier de l'appareil.

Le courant sort réellement par la borne P du générateur de tension. Cela ne signifie pas pour autant qu'on doit orienter le courant à l'extérieur de ce dipôle de P vers N. Attention, la valeur de ce courant n'est a priori pas connue à l'avance.

Ce dipôle est un vrai générateur : il cède une puissance et une énergie au circuit car

On a décidé d'orienter i et la tension aux bornes du générateur de deux manières différentes. Déterminer le signe de i et de u dans chacun des deux cas. Justifier.

b Le générateur de courant constant

symbole

On indique ses bornes par P et N. **Le courant sort réellement par la borne P** et a une valeur constante choisie par l'expérimentateur sur le boîtier de l'appareil.

La tension u_{PN} est positive mais on ne peut connaître a priori sa valeur.

Ce dipôle est un vrai générateur : il cède une puissance et une énergie au circuit car

c Le dipôle ohmique

Symbole :

C'est un dipôle dont la loi s'écrit **en convention récepteur** :

$$u_{AB} = R \cdot i_{A \rightarrow B}$$

Unités :

si convention générateur, la loi s'écrit :

R est appelée la résistance du dipôle ohmique. C'est **une grandeur toujours positive**.

La loi n'indique pas de signe particulier pour u_{AB} et $i_{A \rightarrow B}$. Mais comme $R > 0$, alors forcément, P est _____ donc ce dipôle est _____ car

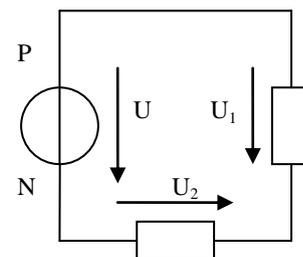
Applications directes :

Dans le schéma ci-contre, orienter le courant de manière à avoir une convention générateur pour le générateur de tension.

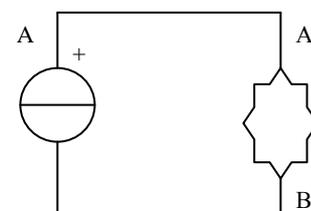
Indiquer le signe de U , et prévoir celui de i . Justifier.

Ecrire la loi d'ohm en utilisant les tensions indiquées. Prévoir le signe de ces tensions.

On souhaite mesurer directement i et u_2 . Refaites un dessin du circuit dans lequel vous introduirez un ampèremètre et un voltmètre en précisant sur le schéma le nom des bornes de ces deux appareils.



On considère le montage ci-contre. Orienter la tension aux bornes du générateur afin d'avoir une tension positive. Justifier. Le générateur de courant impose $I = 0,800$ mA. Indiquer le sens réel du courant. A la date $t = 0$ s., on ferme l'interrupteur. I est constant. Calculer la charge totale qui est passée en A' depuis $t = 0$ s aux différentes dates du tableau suivant dans le sens de A vers A' . Même chose pour la charge totale passée en B' dans le même sens de circulation.



t(ms)	0	5	10	15	20	25
Q passant en A'						
Q passant en B'						