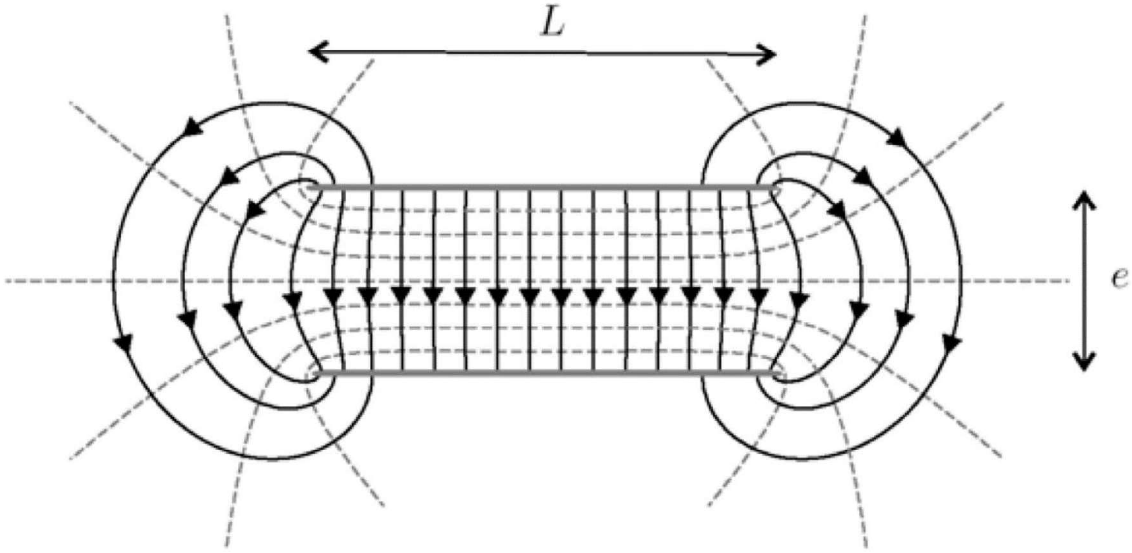
2.5. Evaluation du champ électrique à partir d'un réseau d'équipotentielles

Les lignes de champ et équipotentielle créées par un condensateur plan sont représentées ci-dessous. Elles ont été tracées à l'aide d'un logiciel de calcul numérique.

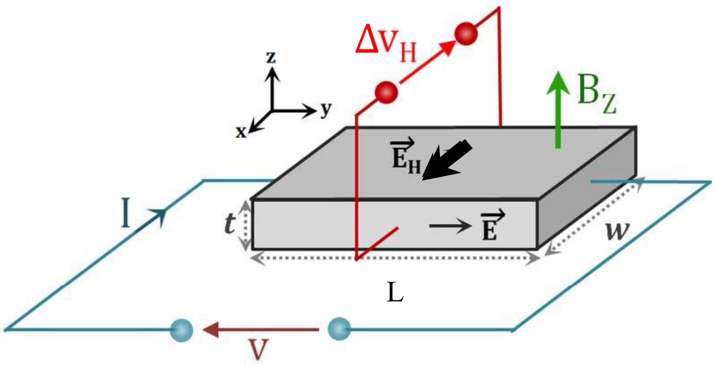
On se place tout d'abord dans la zone centrale du condensateur.
- ❖ Grâce au dessin, montrer que le champ électrique reste constant quand on se déplace verticalement
- ❖ Montrer qu'il est constant lorsqu'on se déplace horizontalement (tout en ne s'approchant pas trop des bords)
- ❖ En déduire que le champ électrique est uniforme dans la zone centrale du condensateur plan
- ❖ En déduire que la ddp entre deux équipotentielles est la même pour tout couple d'équipotentielle
- ❖ Montrer que le champ faiblit lorsqu'on sort du condensateur par les côtés
- ❖ A l'extérieur du condensateur, le champ augmente-t-il quand on s'approche des armatures ?

Les deux armatures sont séparées de $1{,}6\ mm$ et la différence de potentiel est de $16\ V$.
- ❖ Estimer le champ électrique en différentes zones de l'espace



3. Approche descriptive de l'effet Hall

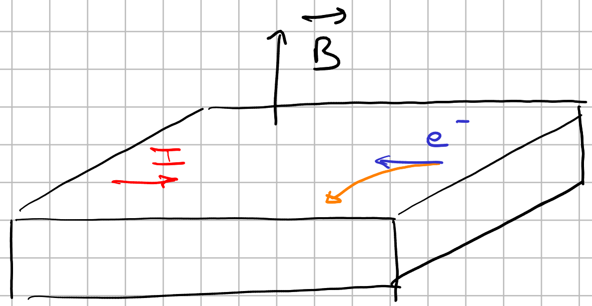
On considère un tronçon rectangulaire de conducteur d'épaisseur t, de largeur w, et de longueur L. Le conducteur ohmique est soumis à un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ selon sa longueur. Un champ magnétostatique uniforme $\vec{B}$ est appliqué verticalement.

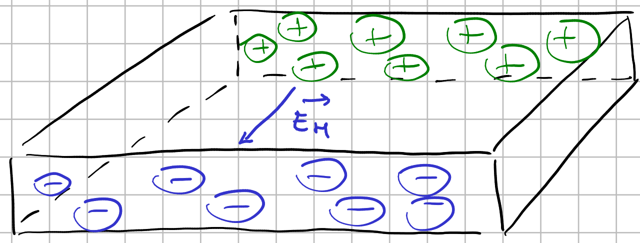


- ❖ Expliquer *qualitativement* le mouvement des électrons dans le tronçon lors du régime transitoire.
- ❖ Les électrons ne pouvant pas sortir du conducteur, ils s'accumulent sur une face. En déduire l'existence à l'intérieur du conducteur d'un champ électrostatique $\overrightarrow{E_H}$, dit ***champ de Hall***, dirigé selon la largeur du conducteur. On précisera son sens.

On se place en régime stationnaire, et on suppose tous les champs uniformes dans le conducteur.
Le champ de Hall compense exactement la force magnétique sur les électrons (c'est la raison pour laquelle ils ne sortent pas du conducteur).
- ❖ En déduire l'expression du champ de Hall en fonction de $\vec{j}$ et $\vec{B}$.

A ce champ de Hall est associé un potentiel électrostatique. La différence de potentiel entre les deux faces latérales du conducteur s'appelle ***la tension de Hall*** ΔV_H.
- ❖ Exprimer ΔV_H en fonction de $\|\overrightarrow{E_H}\|$, et montrer que $\Delta V_H = C_H \frac{IB}{t}$, en exprimant la constante de Hall C_H en fonction de n (densité de porteurs) et q (charge d'un porteur).





régime transitoire

régime stationnaire

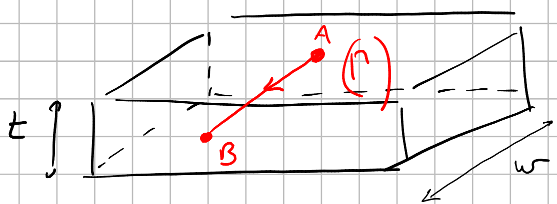
$\vec F_{Lorentz\ sur\ e^-} = (-e)\,\vec v \wedge \vec B$

→ <u>Régime statio</u> $= \underbrace{\vec F_{magn}}_{(-e)\vec v \wedge \vec B} + \underbrace{\vec F_{élec\ Hall}}_{(-e)\vec E_H} = \vec 0$ $\Big\}$ $\vec E_H = -\vec v \wedge \vec B$

<u>Syst</u> : un e^-

Or $\vec j = n(-e)\vec v$ d'où $\boxed{\vec E_H = \frac{\vec j \wedge \vec B}{ne}}$

→ <u>ΔV_H</u> : Rel° intégrale entre $\vec E_H$ et ΔV_H



ldchp

$$\underbrace{\int_{A\,(\Gamma)}^{B} \vec E_H \cdot d\vec l}_{\|\vec E_H\| \times w} = \underbrace{V_A - V_B}_{\text{"}\Delta V_H\text{"}}$$

Or $\|\vec E_H\| = \frac{\|\vec v\|\,\|\vec B\|}{ne}$

et $\|\vec j\| = \frac{I}{w \times t}$

d'où $\boxed{\Delta V_H = \frac{I B}{n e t}}$

$\boxed{C_H = \frac{1}{ne}}$

Rq : $\boxed{C_H = -\frac{1}{np}}$

$\Delta V_H = C_H \frac{IB}{t}$