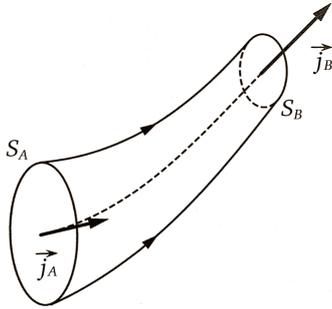
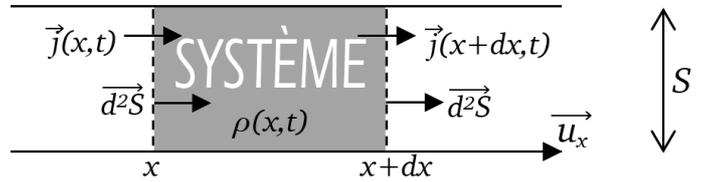


E3. CONDUCTION ÉLECTRIQUE – §1.4, 2.3, 3.1, 3.2, 5

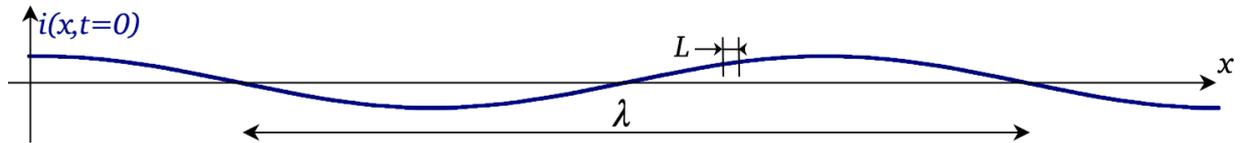
◇ tube de courant



◇ équation de conservation de la charge à une dimension

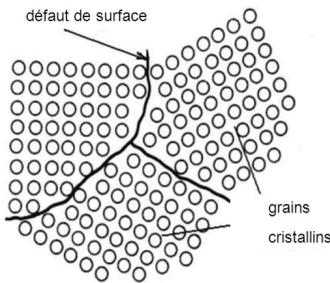


◇ ARQS (approximation des régimes quasistationnaires)

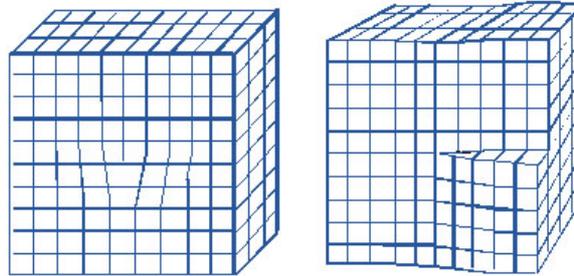


comparaison de la longueur d'onde λ à la longueur L d'un circuit

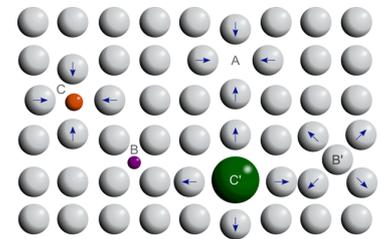
◇ Différents types de défauts cristallins



défauts de surface



défauts type dislocation

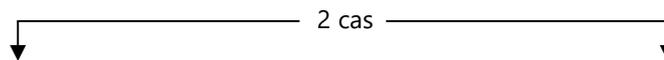


défauts ponctuels

Influence de ces défauts : modélisée par une force $\vec{f}_D = -\lambda \vec{v} = -\frac{m_e}{\tau} \vec{v}$ où τ représente le temps moyen entre deux chocs.

◇ Calcul de résistance : méthode

① On trace quelques lignes de courant, on place une surface équipotentielle $S (\perp \vec{j})$



Si les lignes de courant sont parallèles :

- ② On indique que le conducteur est un conducteur unidirectionnel, car les lignes de courant sont parallèles et que la conductivité est uniforme.
- ③ On calcule R en appliquant $R = \frac{\ell}{\gamma S}$

Si les lignes de courant ne sont pas parallèles :

- ② On exprime $I_{AB} = \Phi(\vec{j}, S)$
- ③ On en déduit \vec{j} et donc $\vec{E} = \eta \vec{j} = \frac{\vec{j}}{\gamma}$
- ④ On calcule $U_{AB} = \mathcal{E}(\vec{E}, \text{ligne de courant } A \rightarrow B)$
- ⑤ On applique $U_{AB} = RI_{AB}$ pour en déduire R

◇ Conducteur unidirectionnel

Nous appellerons conducteur unidirectionnel un conducteur dont la forme est un cylindre droit, au sens large du terme, pas forcément un cylindre de révolution, donc.

Un parallélépipède rectangle, un cube, sont des cas particuliers de cylindres droits.

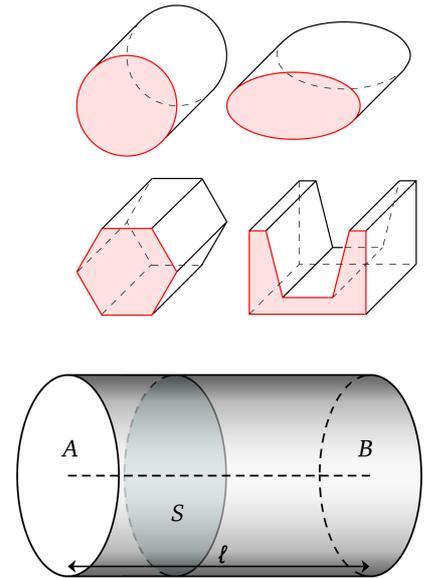
Toute surface parallèle aux bases du cylindre droit et s'appuyant sur sa surface latérale s'appelle une section droite.

Dans le cas particulier d'un cylindre de révolution, une section droite est un disque. À ce titre, on peut donc dire qu'un conducteur unidirectionnel est un conducteur à section droite constante.

Il est à noter que dans le cas d'un matériau homogène, les sections droites sont des surfaces équipotentielles, perpendiculaires aux lignes de champ, donc de courant.

On retiendra également que les lignes de courant sont des droites parallèles aux génératrices du cylindre.

Conclusion : lignes de courant parallèles \Leftrightarrow conducteur unidirectionnel.



Complément : étude de la conductivité

$$\gamma = \frac{\tau e^2 \nu}{m_e}$$

τ : temps moyen entre deux chocs, e : charge élémentaire, ν : nombre d'électrons libres par unité de volume, m_e : masse d'un électron.

◇ Influence de la nature du matériau

métal	Ag	Cu	Al	Pb	(paraffine)
γ à 25 °C (en $S \cdot m^{-1}$)	$67 \cdot 10^6$	$62 \cdot 10^6$	$48 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^{-15}$

Explication : $\nu \neq$ selon métaux. Exemple : $\nu(\text{Cu}) = 10,8 \cdot 10^{28} \text{ e}^-/\text{m}^3$ et $\nu(\text{Al}) = 8,4 \cdot 10^{28} \text{ e}^-/\text{m}^3$

Si de plus le métal n'est pas pur, les chocs sont plus nombreux $\Rightarrow \tau \searrow \Rightarrow \gamma \searrow$

Exemples :
 Cu + 1,1 % Ni : $\gamma(25^\circ\text{C}) = 33 \cdot 10^6 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$
 Al + 0,4 % d'impuretés : $\gamma(25^\circ\text{C}) = 36 \cdot 10^6 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$

◇ Influence de la température

- métaux

$T \nearrow \Rightarrow u \nearrow \Rightarrow$ chocs plus nombreux $\Rightarrow \tau \searrow \Rightarrow \gamma \searrow$

- supraconducteurs

Lorsque $T \rightarrow 0 \text{ K} \Rightarrow$ supraconductivité. Pour certains métaux et alliages, $R = 0$ en dessous d'une certaine température dite *critique* T_C . Exemples :

	Sn	Pb	Nb	Nb ₃ Sn	YBa ₂ Cu ₂ O ₇	Hg-Tl-Ba-Ca-Cu-O (2009)	H ₂ S sous 1,5 Mbar (2015)
T_C (K)	3,8	7,2	9,5	18,5	90	135	203
T_C (°C)	-269,4	-265,9	-263,7	-254,7	-183	-138	-70

Tl = Thallium

Comparer aux températures d'ébullition de l'hélium (-268,9 °C) et de l'azote (-195,8 °C)

- semiconducteurs intrinsèques

$T \nearrow \Rightarrow \nu \nearrow \Rightarrow \gamma \nearrow$