

---

---

# TRAVAUX DIRIGÉS

## DE PHYSIQUE

---

---

CHARLES TUCHENDLER



MPSI 4 – LYCÉE SAINT-LOUIS

ANNÉE 2019/2020



# Table des matières

TD N° 2	ELECTRODINÉMIQUE EN RÉGIME CONTINU	1
Exercice n° 1 - Loi des mailles		1
Exercice n° 2 - Loi de Pouillet		1
Exercice n° 3 - Associations de résistances		2
Exercice n° 4 - Réseau de résistances		2
Exercice n° 5 - Lois de Kirchhoff et modèles de Thévenin et Norton		2
Exercice n° 6 - Caractéristiques et point de fonctionnement		2
Exercice n° 7 - Ponts diviseurs de tension ou de courant		3
Exercice n° 8 - Adaptation d'impédance		3
Exercice n° 9 - Courant à déterminer		3
Exercice n° 10 - Pont de Wheatstone		4
Exercice n° 11 - Diode		4
Exercice n° 12 - Caractéristique d'un générateur		5

# ÉLECTRODINÉMIQUE EN RÉGIME CONTINU

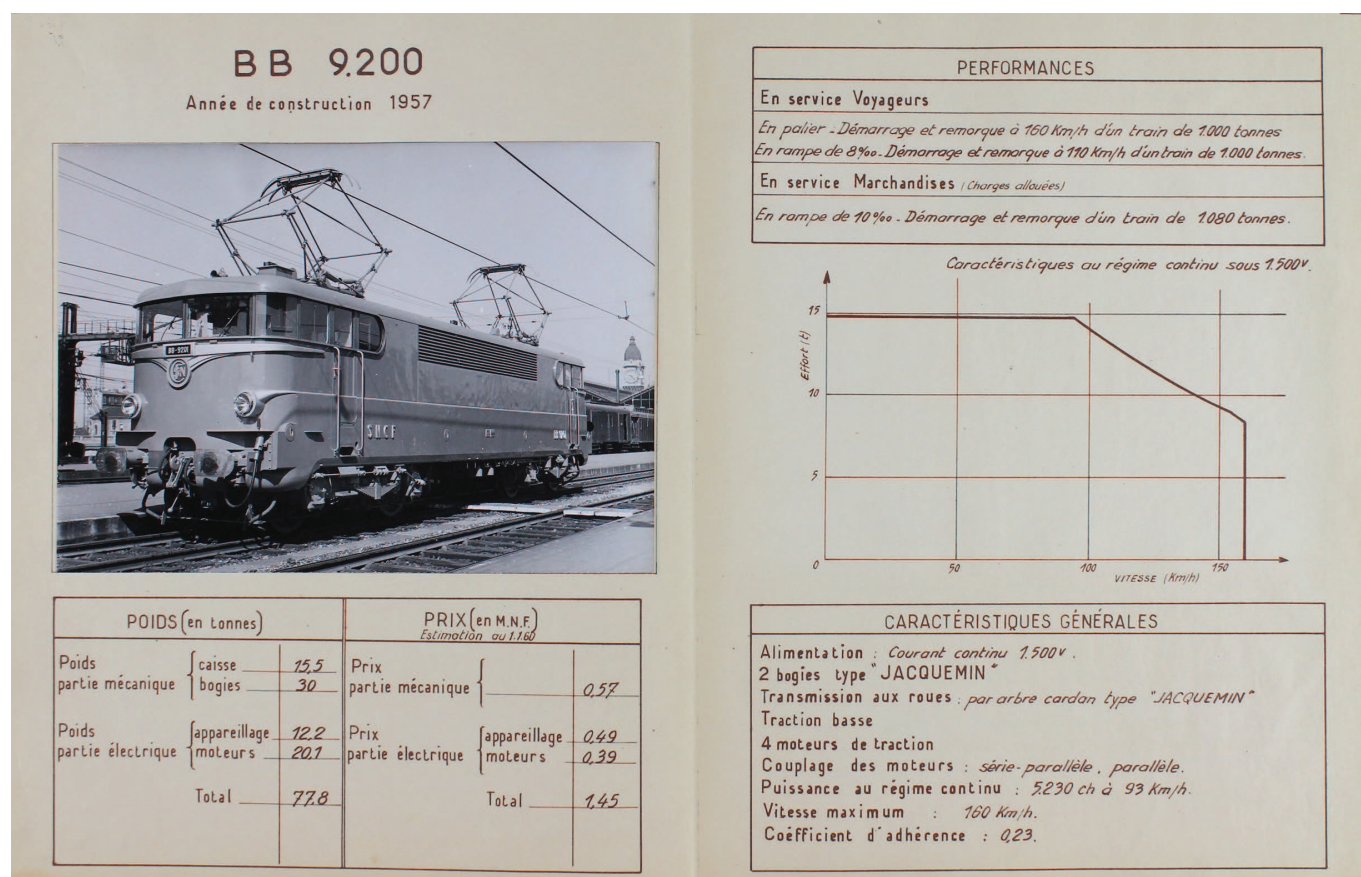


FIGURE 2.1 – Locomotive BB9200 de 1957 alimentée en courant continu.

## Exercice n° 1 - Électrons de conduction

Un fil de cuivre de section  $s = 2,5 \text{ mm}^2$  est parcouru par un courant électrique d'intensité constante  $I = 10 \text{ A}$ .

1. Combien d'électrons vont traverser une section de ce fil pendant une seconde ?
2. Dans quelle longueur  $\ell$  de fil ces électrons mobiles étaient-ils contenus si on admet que chaque atome de cuivre libère un électron ?
3. Commenter.

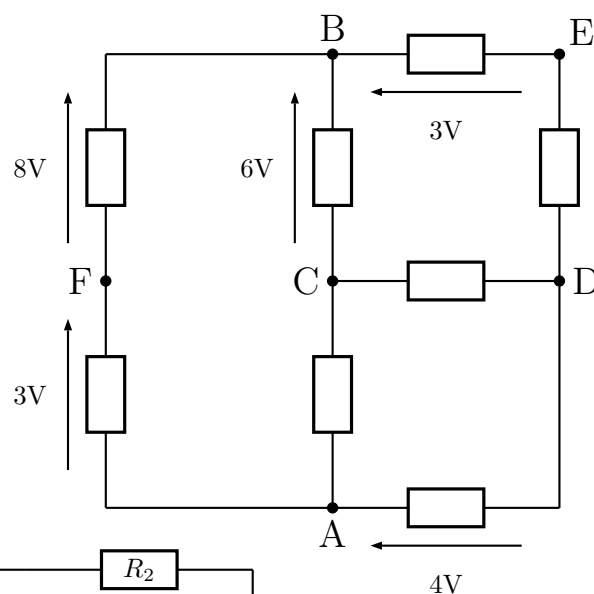
On donne :

- ★ nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- ★ masse volumique du cuivre :  $\rho = 8,9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- ★ masse molaire du cuivre :  $M = 63,5 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$
- ★ charge élémentaire :  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

## Exercice n° 2 - Loi des mailles

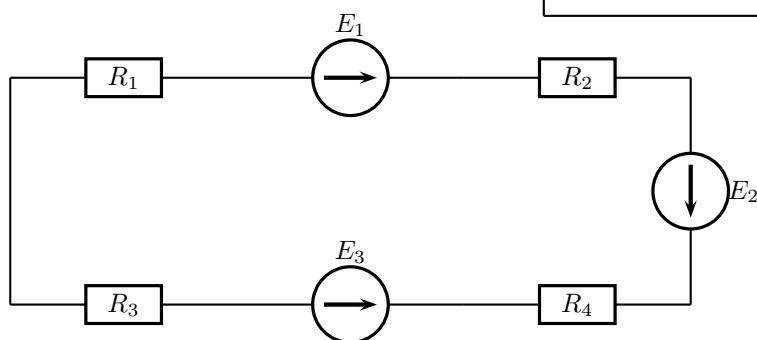
On considère le circuit suivant, dans lequel la nature des dipôles n'est pas précisée.

1. Dénombrer toutes les mailles qui peuvent être définies dans ce circuit.
2. Combien y a-t-il de mailles indépendantes ?
3. Déterminer les tensions  $u_{AC}$ ,  $u_{CD}$  et  $u_{DE}$ .



## Exercice n° 3 - Loi de Pouillet

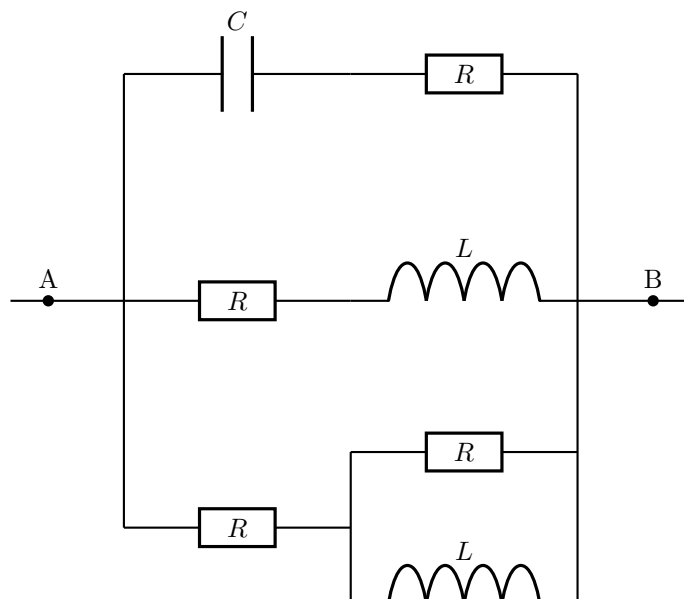
Dans le circuit suivant :



1. Choisir une orientation pour l'intensité parcourant ce circuit.
2. Calculer son expression.

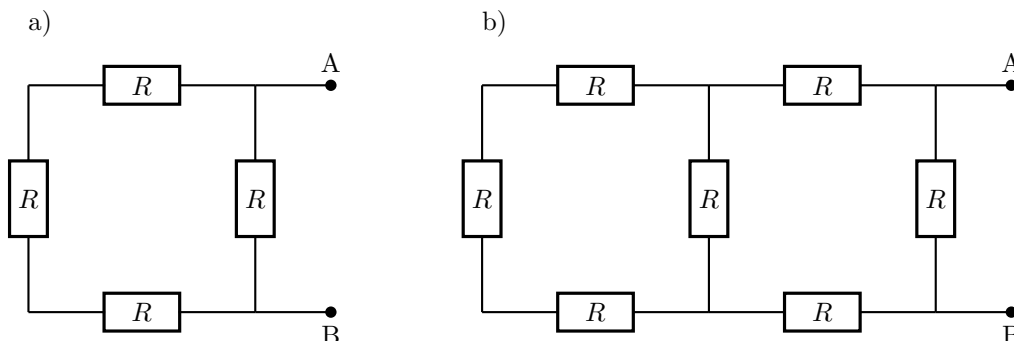
## Exercice n° 4 - Circuit équivalent en régime permanent continu

On considère le dipôle AB ci-dessous :



1. Donner le schéma électrique équivalent à ce dipôle en régime permanent continu.
2. En déduire la résistante équivalente qui lui est associé.

## Exercice n° 5 - Associations de résistances



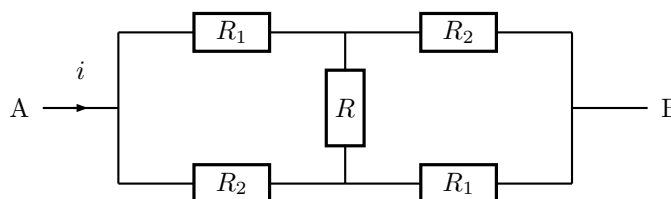
Calculer les résistances équivalentes des deux circuits ci-contre entre les points A et B.

Réponses : a)  $R_{eq} = \frac{3}{4}R$ , b)  $R_{eq} = \frac{11}{15}R$ .

## Exercice n° 6 - Réseau de résistances

Pour le circuit ci-contre :

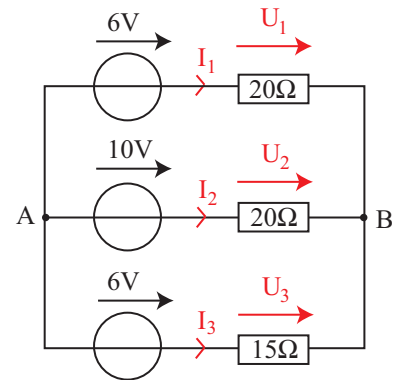
1. En utilisant les lois de Kirchhoff, déterminer la tension  $u_{AB}$  en fonction de  $i$  et des résistances du circuit.
2. En déduire la résistance équivalente entre A et B.



## Exercice n° 7 - Lois de Kirchhoff et modèles de Thévenin et Norton

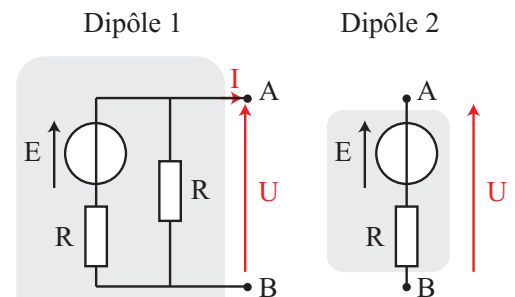
On considère le circuit ci-contre :

1. Est-il possible de préciser a priori le mode de fonctionnement de tous ces dipôles ?
2. Déterminer  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$  en utilisant les lois de Kirchhoff.
3. Exprimer la puissance reçue par chacun des dipôles et préciser leur mode de fonctionnement. Effectuer un bilan de puissance pour le circuit complet et commenter.
4. Montrer que ce circuit est équivalent, entre les bornes  $A$  et  $B$ , à un générateur réel dont on précisera les caractéristiques.

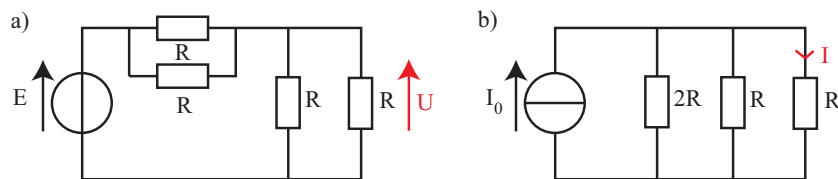


## Exercice n° 8 - Caractéristiques et point de fonctionnement

1. Donner un schéma équivalent plus simple du dipôle  $D_1$  et tracer sa caractéristique.
2. On ferme le dipôle  $D_1$  sur le dipôle  $D_2$ . Déterminer le point de fonctionnement.
3. On considère le dipôle  $D_3$  obtenu en mettant  $D_1$  et  $D_2$  en parallèle entre  $A$  et  $B$ . Donner un schéma équivalent simple de  $D_3$  entre  $A$  et  $B$  et tracer sa caractéristique.



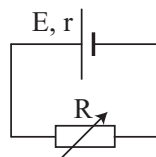
## Exercice n° 9 - Ponts diviseurs de tension ou de courant



Calculer la tension  $U$  et l'intensité  $I$  dans les circuits ci-contre.

Réponses : a)  $U = \frac{E}{2}$ , b)  $I = \frac{2}{5}I_0$ .

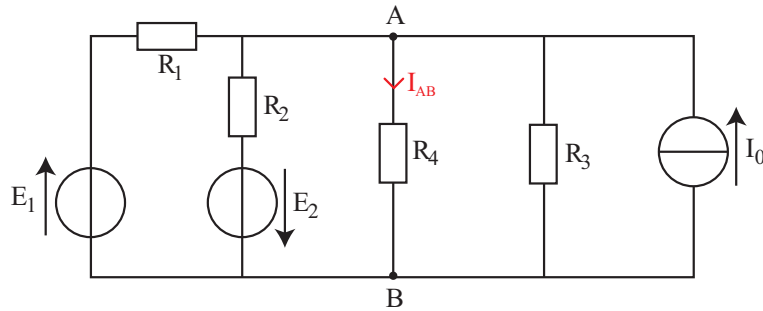
## Exercice n° 10 - Adaptation d'impédance



Un générateur de force électromotrice  $E$  et de résistance interne  $r$  alimente une résistance  $R$  variable. Déterminer la valeur  $R'$  de  $R$  pour laquelle la puissance consommée par la résistance variable est maximale.

Réponse :  $R' = r$ .

## Exercice n° 11 - Courant à déterminer



Montrer, en utilisant les équivalences entre les modèles de Thévenin et Norton, que le courant  $i_{AB}$  dans le montage ci-contre est donné par :

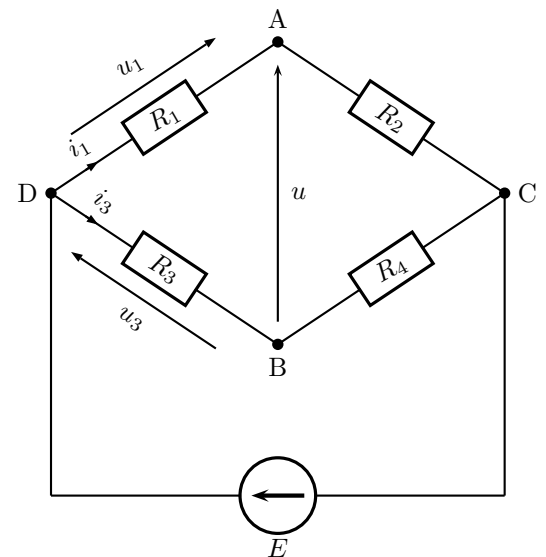
$$i_{AB} = \frac{I_0 + \frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}{1 + \frac{R_4}{R_1} + \frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3}}$$

## Exercice n° 12 - Pont de Wheatstone

Un pont de Wheatstone est un montage électrique permettant de déterminer une résistance inconnue. On considère le pont représenté sur la figure ci-dessus.

- Déterminer littéralement en fonction de  $E$  et des résistances du circuit :
  - l'intensité  $i_{\text{tot}}$  délivrée par la source de f.é.m.  $E$ .
  - l'intensité  $i_1$  circulant dans la résistance  $R_1$ ,
  - l'intensité  $i_3$  circulant dans la résistance  $R_3$ .
- Déterminer littéralement en fonction de  $E$  et des résistances du circuit :
  - la tension  $u_1$  aux bornes de  $R_1$ ,
  - la tension  $u_3$  aux bornes de  $R_3$ .
- Déterminer alors la tension  $u$ .
- La résistance à déterminer est la résistance  $R_1$ . Les résistances  $R_3$  et  $R_4$  sont des résistances fixes connues. La résistance  $R_2$  est une résistance variable dont on connaît la valeur. Le pont est équilibré quand la tension  $u$  mesurée est nulle. À quelle condition sur les résistances, le pont est-il équilibré ? Déterminer alors  $R_1$  en fonction des autres résistances du circuit.

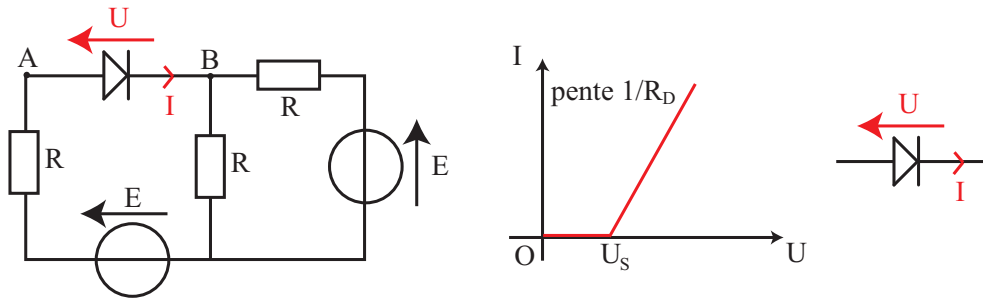
A.N. :  $R_3 = 100 \, \Omega$  ;  $R_4 = 5,00 \, \text{k}\Omega$  ;  $R_2 = 1827 \, \Omega$ .





## Exercice n° 13 - Diode

On s'intéresse au circuit ci-dessous, constitué de composants linéaires et d'une diode dont la caractéristique modélisée est présentée dans la figure en convention récepteur.



1. Etablir les équations caractéristiques de la diode en fonction de la valeur de la tension  $U$ . Donner la représentation du générateur réel équivalent à la diode lorsqu'elle est passante.
2. Quelle est la méthode la plus adaptée au calcul de la tension  $U$ ? Effectuer ce calcul.
3. Déterminer le point de fonctionnement de la diode selon les valeurs données à la f.e.m.  $E$  des générateurs.

Réponses : 2)  $U = \frac{E}{2} - \frac{3}{2}RI$ , 3)  $(U, I) = \left( \frac{ER_D + 3RU_s}{2R_D + 3R}, \frac{E - 2U_s}{2R_D + 3R} \right)$ .

## Exercice n° 14 - Caractéristique d'un générateur

On se propose de déterminer les caractéristiques (f.é.m. et résistance interne) d'une pile vendue dans le commerce.

1. Proposer un montage permettant de mesurer et de faire varier l'intensité débitée par cette pile et la tension à ces bornes.  
Tracer très grossièrement l'allure générale de la caractéristique  $u = f(i)$  de cette pile.  
Placer la f.é.m.  $e$  sur le graphique.
2. Que dire de la résistance d'entrée d'un voltmètre pour que celui-ci perturbe le moins le circuit?  
Donner un ordre de grandeur de cette résistance d'entrée.
3. On a obtenu le tableau de mesures suivant :

$u$ (en V)	4,2	3,7	3,3	2,7	2,1	1,6	1,0	0,70	0,36
$i$ (en A)	0,025	0,040	0,059	0,086	0,103	0,130	0,151	0,165	0,178

- (a) Avec combien de chiffres significatifs sont données les mesures de tension?
  - (b) Déterminer par régression linéaire sa f.é.m. et sa résistance interne avec le même nombre de chiffres significatifs. On précisera la valeur du coefficient de corrélation avec 4 chiffres significatifs.
4. En considérant que l'erreur absolue est de l'ordre d'une unité du dernier chiffre significatif, calculer l'erreur absolue et l'erreur relative pour  $e$ .
  5. Faire un schéma de la modélisation de Thévenin et de Norton de la pile étudiée. Préciser la valeur du courant électromoteur correspondant.