

ELECTRICITÉ
LICENCE PREMIÈRE ANNÉE
PORTAIL RENÉ DESCARTES
FASCICULE DE TP

Aix Marseille Université
Année 2018-19

Table des matières

1	TP1 : Découverte des circuits électriques	3
1.1	Analyse qualitative	4
1.2	Mesures dans un circuit	5
2	TP2 : Découverte des lois de conservation	7
2.1	Caractéristique de résistance	7
2.2	Montage série	8
2.3	Montage parallèle	9
3	TP3 : Observation de la charge (ou de la décharge) d'un condensateur	11
3.1	Charge d'un condensateur	12
3.2	Décharge d'un condensateur	12
A	Vocabulaire et schémas en électricité	15
B	Fiche TP0 : mode d'emploi du multimètre en mode voltmètre ou ampèremètre	17
C	Représentation graphique	19
C.1	Introduction	19
C.2	Règles de représentation graphique	19
C.3	Choix du papier : millimétré, semi-log, log-log	21
C.3.1	Pourquoi ne pas toujours utiliser du papier millimétré ?	21
C.3.2	C'est quoi une échelle logarithmique ?	22
C.3.3	Comment utiliser une échelle logarithmique ?	22
C.3.4	Papiers "logs"	23
C.4	A retenir	23
D	Exploitation graphique	25
D.1	Représentation de valeurs expérimentales	25
D.2	Analyse graphique	25
D.2.1	Détermination graphique des coefficients a et b	26
D.2.2	Pentes et incertitudes	27
D.3	A retenir	27

Introduction à l'électricité

Un barrage hydraulique stocke de l'eau à une altitude importante dans un lac de rétention, qui sert à donner à une masse d'eau une énergie potentielle gravitationnelle importante. Pour utiliser cette énergie potentielle gravitationnelle afin de faire fonctionner un appareil, un moulin dans la vallée, par exemple, on crée une connexion entre le barrage et le moulin à l'aide d'un canal. L'eau se déplace le long du canal vers un point d'énergie potentielle gravitationnelle plus faible (une altitude plus faible), et ce faisant gagne de l'énergie cinétique (de la vitesse) : c'est ce qu'on appelle un courant d'eau. Ce courant d'eau est utilisé dans le moulin en transférant une partie du mouvement de l'eau aux pales du moulin grâce aux collisions de l'eau avec les pales du moulin. En résumé, la force d'attraction gravitationnelle ressentie par l'eau à l'entrée d'un canal descendant dans la vallée crée un courant d'eau et ce courant est utilisé pour faire tourner les pales d'un moulin : l'énergie potentielle gravitationnelle de l'eau est transformée/consommée pour créer de l'énergie mécanique, avec un intermédiaire qui est l'énergie cinétique.

Dans un circuit électrique, l'eau est remplacée par des particules chargées (porteurs de charge) ; la différence d'énergie potentielle gravitationnelle, par la différence d'énergie potentielle électrique ; le canal, par des fils métalliques conducteurs, et, le courant de l'eau, par le courant de particules chargées.

Dans le cas particulier d'un circuit électrique comportant une résistance chauffante telle qu'utilisée dans un four, les collisions entre l'eau et les pales du moulin sont remplacées par les collisions entre les particules chargées et le réseau atomique cristallin de la résistance chauffante : le réseau cristallin va se mettre à vibrer sous l'influence du courant de particules chargées et cette vibration est ce que l'on appelle la chaleur, c'est pourquoi la résistance d'un four chauffe lorsque l'on fait circuler un courant électrique dans celle-ci.

Chapitre 1

TP1 : Découverte des circuits électriques

Cadre : Dans cette séance vous allez découvrir les circuits électriques et les règles élémentaires qui les régissent. C'est une séance exploratoire. Elle a un objectif formatif, les éléments montrés et acquis doivent être assimilés pour pouvoir être utilisés dans des séances futures. Les mesures faites pourront être exploitées dans des séances de TD ultérieures.

Vous devez donc garder une trace écrite et noter tout ce qui est nécessaire ; prendre des notes les plus détaillées possibles : comment vous avez procédé, ce que vous avez fait (observations visuelles et mesures). **En plus des réponses aux questions posées, votre prise de note doit comporter pour chaque expérience : un nom d'expérience, un schéma avec un titre, le résultat observé ou mesuré et une à deux lignes d'analyse et commentaire de l'expérience.** Lors des manipulations, vous devez faire vérifier vos branchements par l'enseignant avant d'allumer les sources de tension. En partant veuillez laisser la table dans l'état dans lequel vous l'avez trouvée : rangée.

Vous allez réaliser des montages électriques : Avant de mettre en fonctionnement, faire valider votre montage par l'enseignant.

Quand vous avez fini une expérience, avant de débrancher, vérifiez que vous avez fait toutes les observations et mesures utiles. Dans ce TP, nous allons utiliser uniquement des sources délivrant des courants/tensions continus.

Avant de commencer les manipulations lire la fiche TP0 : "mode d'emploi du multimètre en mode voltmètre ou ampèremètre" en fin de fascicule.

Ne pas dépasser une tension de 12 Volts avec la source de tension (notez les spécifications de l'ampoule).

Faites vérifier vos branchements par l'enseignant avant d'allumer les sources de tension.







Matériel	Symboles
3 ampoules	
3 résistances identiques + des résistances de valeurs différentes	
1 générateur	
des fils	
2 multimètres	 ou 

FIGURE 1.1 – Matériel disponible sur la table

1.1 Analyse qualitative

Vous allez réaliser 3 expériences qualitatives pour : apprendre à réaliser un montage électrique, observer des variations d'éclairement d'ampoules dans différentes situations, mettre en évidence les résultats que vous quantifierez par la suite.

1. Réalisez un circuit électrique fermé sans court-circuit en combinant simplement les éléments suivants : une ampoule et une source de tension. Branchez un voltmètre

permettant de contrôler la tension délivrée par le générateur.



Respectez les deux règles qui sont :

Un circuit électrique fonctionne si le circuit est fermé sans court-circuit.


Il est interdit de connecter les deux bornes d'un même dipôle par un fil : c'est un court-circuit.

2. Observez l'éclairement et ses variations lorsque la différence de potentiel (ddp) imposée par la source augmente progressivement jusqu'à 12 Volts. A partir de quelle valeur constate-t-on un début d'éclairement ? L'éclairement est relié à l'intensité électrique, déduire la variation du courant en fonction de celle de la tension aux bornes de l'ampoule.
3. Réalisez un circuit électrique fermé sans court-circuit avec 2 ampoules identiques. Il existe deux montages possibles que l'on nommera "série" et "parallèle". Réalisez

chacun des montages. Réglez la source sur une valeur égale à 12 V.



4. Comparez l'éclairement entre les 3 montages : celui avec une ampoule et les deux avec 2 ampoules, et commentez vos observations en explicitant les variations du courant. L'intensité a-t-elle varié dans vos circuits ? Comment ? Pourquoi ? Expliquez votre raisonnement à un enseignant.



5. Réalisez un circuit électrique fermé sans court-circuit avec 3 ampoules. Il existe plusieurs montages possibles. Choisissez en deux qui vous semblent pertinents. 
6. Comparez l'éclairement entre les 5 montages. Expliquez votre raisonnement à un enseignant.
7. Analyse globale des résultats qualitatifs : *On définit des montages dits série et parallèle. Un montage série est un montage où les dipôles sont branchés les uns à la suite des autres. Un montage parallèle ou en dérivation est un montage où les bornes des dipôles sont branchées au même point.*

Etes-vous capables avec les expériences faites d'identifier les circuits dont on parle et de compléter les phrases suivantes :

- Dans un circuit électrique fermé quand deux lampes sont en série, l'éclairement est...
- Dans un circuit électrique fermé quand deux lampes sont en parallèle, l'éclairement est...

1.2 Mesures dans un circuit

Utilisez la fiche : "Mesure d'une intensité ou d'une tension".

1. Réalisez un circuit électrique fermé sans court-circuit en combinant simplement les éléments suivants : une résistance et une source de tension. Placez un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de la résistance et l'ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant qui traverse cette résistance. 
2. Mesurez l'intensité dans R lorsque la différence de potentiel (ddp) imposée par la source est égale à 6V puis à 12V. Que constatez-vous ?
3. Inversez les bornes de la résistance et comparez les mesures de l'intensité et le sens du courant. La résistance est-elle un composant polarisé ?
4. Réaliser un circuit électrique fermé sans court-circuit avec 2 résistances identiques appelées R_1 et R_2 . 
 - Placez un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de R_1 et l'ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant qui traverse cette résistance. Utilisez la fiche "Mesure d'une intensité ou d'une tension" pour orienter l'intensité du courant sur votre schéma.
 - Imposez une différence de potentiel de 6v puis 12V aux bornes de cette résistance. Relevez les valeurs affichées par l'ampèremètre. Mesurez les différences de potentiel aux bornes de R_2 . Notez le calibre utilisé pour ces mesures ainsi que l'incertitude de lecture donnée par le nombre de digits de l'affichage.
 - Comparez les mesures d'intensité d'une part et de tension d'autre part. Ecrivez une ou deux phrases permettant l'analyse de vos mesures.

5. Réalisez un circuit électrique fermé sans court-circuit avec 2 résistances identiques

appelées R_1 et R_2 .



- Placez un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de R_1 et l'ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant qui traverse cette résistance. Utilisez la fiche "Mesure d'une intensité ou d'une tension" pour orienter l'intensité du courant sur votre schéma.
 - Imposez une différence de potentiel de 6V puis 12V aux bornes de cette résistance. Relevez les valeurs affichées par l'ampèremètre. Mesurez les différences de potentiel aux bornes de R_2 .
 - Comparez les mesures d'intensité d'une part et de tension d'autre part. Ecrivez une ou deux phrases permettant l'analyse de vos mesures.
6. Réaliser un circuit électrique fermé sans court-circuit avec 3 résistances identiques appelées R_1 , R_2 et R_3 . Plusieurs montages sont possibles, choisissez en deux qui

vous semblent pertinents.



- Pour chaque circuit, pour chaque dipôle, mesurez l'intensité qui le traverse et la tension à ses bornes. Avant de faire les mesures expliquer ce que vous allez faire et les branchements à l'enseignant.
- Ecrire une ou deux phrases permettant l'analyse de vos mesures.

Quand vous avez fini, reprenez vos résultats et le travail que vous avez effectué. Rédigez quelques lignes de conclusion dans lesquelles vous expliquez vos analyses principales et vos déductions. Finissez sur une réflexion globale sur votre travail personnel.

Chapitre 2

TP2 : Découverte des lois de conservation

Cadre : L'objectif de ce TP est de vous faire découvrir quelques lois de conservation essentielles à la résolution de problèmes d'électricité. Vous devrez être très rigoureux dans vos expériences et vos observations pour déduire par vous-mêmes ces lois de conservation. Rem : les appareils de mesure ne sont pas indiqués sur les schémas. Précisez systématiquement comment vous faites la mesure et appelez votre enseignant pour valider le montage avant les mesures.

Vous devez garder une trace écrite et noter tout ce qui est nécessaire ; prendre des notes les plus détaillées possibles : comment vous avez procédé, ce que vous avez fait (observations visuelles et mesures). En plus des réponses aux questions posées, votre prise de note doit comporter pour chaque expérience : un nom d'expérience, un schéma avec un titre, le résultat observé ou mesuré et une à deux lignes d'analyse et commentaire de l'expérience.

Lors des manipulations, vous devez faire vérifier vos branchements par l'enseignant avant d'allumer les sources de tension. En partant veuillez laisser la table dans l'état dans lequel vous l'avez trouvée : rangée.

2.1 Caractéristique de résistance

Réaliser un circuit électrique fermé sans court-circuit en combinant simplement une résistance et une source de tension.

1. Placez un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de la résistance et un ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant qui traverse la résistance. Utiliser la fiche "Mesure d'une intensité ou d'une tension" pour orienter l'intensité du courant

sur votre schéma.



2. Imposez une différence de potentiel aux bornes de la résistance égale à 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 et 10 V. Relevez à chaque fois la valeur affichée par l'ampèremètre afin de faire un tableau comme indiqué ci-dessous.

Notez le calibre utilisé pour ces mesures ainsi que l'incertitude de lecture donnée par le nombre de digits de l'affichage.

Tension aux bornes de R (V)	0	1	2	3	...	10
Intensité (A)						

- Tracez le graphe donnant la variation de la tension aux bornes de la résistance en fonction de l'intensité qui la traverse pour votre série de mesures sur le papier millimétré fourni dans cet énoncé.
- La courbe obtenue passe-t-elle par l'origine ?
- Déterminer l'équation $V=f(I)$.
- Débranchez la résistance et connectez-la sur le multimètre utilisé dans le mode 'ohmmètre'. Relevez la valeur affichée ainsi que sa précision. En quoi cette mesure est-elle reliée aux mesures précédentes ?

Vous avez trouvé la caractéristique $I(V)$ d'une résistance qui relie l'intensité qui la traverse et la tension à ses bornes et vous en avez déduit la valeur de la résistance.

- Calculez l'incertitude sur votre mesure de résistance. (Remarque : pour cela, vous vous servirez de l'exemple donné en Annexe)
- Les valeurs, annoncée par le constructeur, mesurée à l'ohmmètre, et, mesurée en charge, sont-elles concordantes ?

2.2 Montage série

Faites un montage série comportant deux résistances R_1 et R_2 et une source de tension continue. Vous prendrez $R_1 = 1\text{k}\Omega$ et R_2 prendra les valeurs successives suivantes : $1\text{k}\Omega$, 470Ω , 220Ω , 100Ω . Soit U_{AB} , U_{AC} , U_{CB} les tensions aux bornes du générateur, de R_1 et

de R_2 , respectivement. Le générateur alimente le circuit en 12V.



- Pour chaque valeur de R_2 : Avec un voltmètre, mesurez U_{AB} , U_{AC} , U_{CB} . Avec un ampèremètre, mesurez I . Reportez les valeurs dans un tableau comme indiqué ci-dessous. Notez le calibre utilisé pour ces mesures ainsi que l'incertitude de lecture donnée par le nombre de digits de l'affichage.

	U_{AB}	U_{AC}	U_{CB}	I
$R_2 = R_1 = 1\text{k}\Omega$				
$R_2 = 470\Omega$				
$R_2 = 220\Omega$				
$R_2 = 100\Omega$				

- Selon vous, quelle relation relie les tensions d'une maille électrique ?
- Pour chaque valeur de R_2 et en utilisant un seul papier millimétré :
 - Tracez la courbe $U_{AB} = f(I)$.
 - Déterminez la valeur de la résistance équivalente du circuit.
 - Comment les résistances s'associent-elles dans un circuit série ?

2.3 Montage parallèle

Faites un montage parallèle comportant deux résistances R_1 et R_2 et une source de tension continue. Vous prendrez $R_1 = 1\text{k}\Omega$ et R_2 prendra les valeurs successives suivantes : $1\text{k}\Omega$, 470Ω , 220Ω , 100Ω . Soit I , I_1 , I_2 les intensités traversant R_1 et de R_2 , respectivement. Le générateur alimente le circuit en 12V (vous prendrez un voltmètre pour vous en

assurer). 

1. Pour chaque valeur de R_2 : Avec un ampèremètre, mesurez I , I_1 et I_2 . Reportez les valeurs dans un tableau comme indiqué ci-dessous. Notez le calibre utilisé pour ces mesures ainsi que l'incertitude de lecture donnée par le nombre de digits de l'affichage.

	I	I_1	I_2	$I_1 + I_2$
$R_2 = R_1 = 1\text{k}\Omega$				
$R_2 = 470\Omega$				
$R_2 = 220\Omega$				
$R_2 = 100\Omega$				

2. Selon vous, quelle relation relie les intensités aux noeuds des circuits électriques ?
3. Pour chaque valeur de R_2 et en utilisant un seul papier millimétré :
 - Tracez la courbe $U_{AB} = f(I)$.
 - Déterminez la valeur de la résistance équivalente du circuit.
 - Comment les résistances s'associent-elles dans un circuit parallèle ?

Chapitre 3

TP3 : Observation de la charge (ou de la décharge) d'un condensateur

Cadre : L'objectif de ce TP est de vous faire découvrir expérimentalement les régimes transitoires en électricité. Pourquoi appelle-t-on cela "régime transitoire" ? Quels sont les éléments électriques, passifs, qui permettent d'observer ce type de régime ?...

Rem : les appareils de mesure ne sont pas indiqués sur les schémas. Précisez systématiquement comment vous faites la mesure et appelez votre enseignant pour valider le montage avant les mesures.

Vous devez garder une trace écrite et noter tout ce qui est nécessaire ; prendre des notes les plus détaillées possibles : comment vous avez procédé, ce que vous avez fait (observations visuelles et mesures). En plus des réponses aux questions posées, votre prise de note doit comporter pour chaque expérience : un nom d'expérience, un schéma avec un titre, le résultat observé ou mesuré et une à deux lignes d'analyse et commentaire de l'expérience.

Lors des manipulations, vous devez faire vérifier vos branchements par l'enseignant avant d'allumer les sources de tension. En partant veuillez laisser la table dans l'état dans lequel vous l'avez trouvée : rangée.

Vous allez réaliser le circuit de la figure 3.1 avec différentes valeurs de composants. L'unité pour la valeur des capacités est le Farad, de symbole F ($F = \text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$).

Observations préliminaires :

- Fixer $R = 1\text{M}\Omega$, $C = 10\mu\text{F}$.
- Le circuit étant ouvert (interrupteur connecté ni au point 1 ni au point 2), fixer la tension U du générateur à une valeur quelconque entre 5 et 10V.
- Fermer le circuit en mettant l'interrupteur sur la position 1, et observer l'évolution de V_C .
- Reproduire l'expérience avec $R = 100\text{k}\Omega$. Quelle(s) différence(s) observez-vous ?

Vous venez d'observer le phénomène de charge du condensateur, et allez maintenant réaliser des mesures concernant sa charge ou sa décharge, au choix.

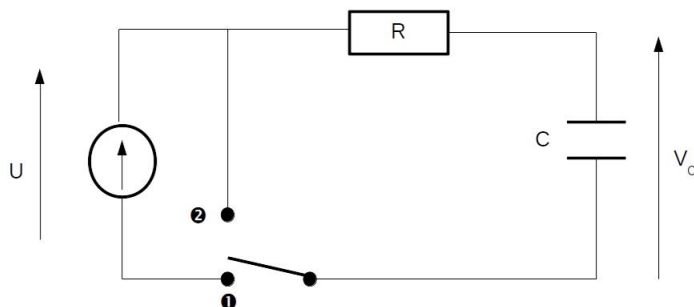


FIGURE 3.1 – Circuit électrique utilisé pour observer la charge ou la décharge d'un condensateur

3.1 Charge d'un condensateur

Protocole de mesure :

- Le circuit étant ouvert (interrupteur connecté ni au point 1 ni au point 2), fixer la tension U du générateur
- Fermer le circuit sur la position 1 pour provoquer la charge du condensateur.
- Observer la tension V_C . Lorsqu'elle n'évolue plus, noter sa valeur $V_{C_{MAX}}$.
- Calculer alors les valeurs suivantes de tension, que vous noterez sur une feuille :

$0.37 \times V_{C_{MAX}}$	$0.13 \times V_{C_{MAX}}$	$0.05 \times V_{C_{MAX}}$	$0.02 \times V_{C_{MAX}}$	$0.007 \times V_{C_{MAX}}$
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

- Ouvrir le circuit, et décharger le condensateur en court-circuitant ses deux pattes
- Prendre le chronomètre. Basculer le commutateur vers la position 1, et démarrer le chronomètre simultanément.
- Noter les temps pour lesquels vous mesurez les tensions calculées précédemment. Vous allez répéter le protocole de mesure détaillé ci-dessous pour différentes conditions :

1. $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 10\mu F$
2. $U = 10V, R = 1M\Omega, C = 10\mu F$
3. $U = 5V, R = 2M\Omega, C = 10\mu F$
4. $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 1\mu F$

Exploitation des résultats :

- Sur une feuille de papier millimétré, tracer $V_C = f(t)$ pour $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 1\mu F$. L'allure de la courbe vous est-elle familière ?
- Sur une feuille de papier semi-logarithmique, tracer $V_C = f(t)$ en portant les tensions sur l'échelle logarithmique, ce pour : $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 10\mu F$, et, $U = 5V, R = 2M\Omega, C = 10\mu F$. Que signifie le fait que "ces courbes ont une allure linéaire sur une échelle semi-logarithmique" ? Au final, de quels paramètres semble dépendre le temps de charge du condensateur dans le circuit étudié ?

3.2 Décharge d'un condensateur

Protocole de mesure :

- Le circuit étant ouvert (interrupteur connecté ni au point 1 ni au point 2), fixer la tension U du générateur
- Fermer le circuit sur la position 1 pour provoquer la charge du condensateur.
- Observer la tension V_C . Lorsqu'elle n'évolue plus, noter sa valeur $V_{C_{MAX}}$.
- Calculer alors les valeurs suivantes de tension, que vous noterez sur une feuille :

$0.37 \times V_{C_{MAX}}$	$0.13 \times V_{C_{MAX}}$	$0.05 \times V_{C_{MAX}}$	$0.02 \times V_{C_{MAX}}$	$0.007 \times V_{C_{MAX}}$
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

- Prendre le chronomètre. Basculer le commutateur vers la position 2, et démarrer le chronomètre simultanément.
 - Noter les temps pour lesquels vous mesurez les tensions calculées précédemment.
- Vous allez répéter le protocole de mesure détaillé ci-dessous pour différentes conditions :

1. $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 10\mu F$
2. $U = 10V, R = 1M\Omega, C = 10\mu F$
3. $U = 5V, R = 2M\Omega, C = 10\mu F$
4. $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 1\mu F$

Exploitation des résultats :

- Sur une feuille de papier millimétré, tracer $V_C = f(t)$ pour $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 1\mu F$. L'allure de la courbe vous est-elle familière ?
- Sur une feuille de papier semi-logarithmique, tracer $V_C = f(t)$ en portant les tensions sur l'échelle logarithmique, ce pour : $U = 5V, R = 1M\Omega, C = 10\mu F$, et, $U = 5V, R = 2M\Omega, C = 10\mu F$. Que signifie le fait que "ces courbes ont une allure linéaire sur une échelle semi-logarithmique" ? Au final, de quels paramètres semble dépendre le temps de charge du condensateur dans le circuit étudié ?