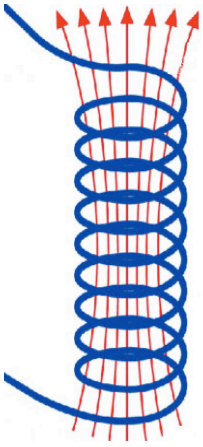
centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Document de travail

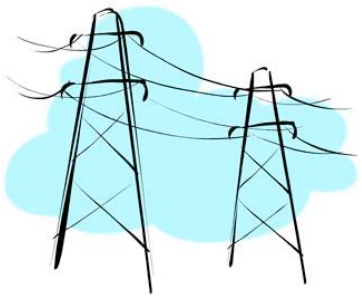


PRENDRE LE CHAMP



GUIDE DU MAÎTRE ET DU TTP

Mai 2011



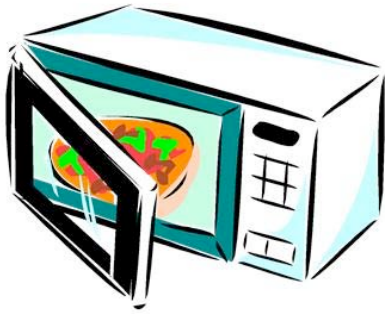


Table des matières

Introduction *3*

Pouvez-vous reconnaître ces composants? *3*

Résistor variable (laboratoire dirigé) *5*

Diode (laboratoire dirigé) *8*

Condensateur (laboratoire dirigé) *10*

Solénoïde (laboratoire dirigé) *13*

Transistor (laboratoire dirigé) *18*

Fabrication du circuit du gaussmètre *20*

Coupe des plaques de circuit 20
Préparation des solutions 21
Masque de la plaque du circuit du gaussmètre 22
Montage du support pour les plaques lors de la gravure 23
Résolutions de problèmes lors de la fabrication de la plaque 25
Équivalences métriques des forets impériaux 26
Capsules de sécurité 27
Conception du boîtier du gaussmètre 34

Webographie *37*

Annexe 1 (fournisseurs) *38*

Annexe 2 (DEL protégée) *39*

Introduction

NOTE : Cette SAE a été élaborée dans le cadre de sessions de formation. Elle peut nécessiter des adaptations avant de l'utiliser auprès d'élèves.

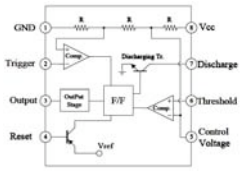
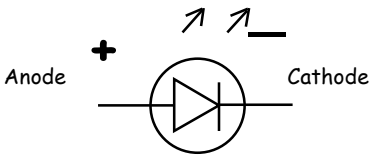
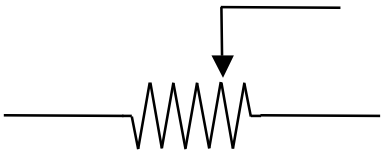
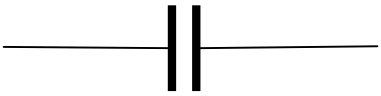
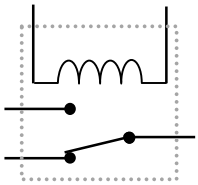
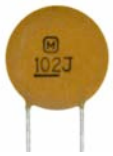
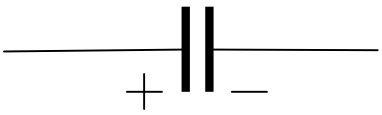
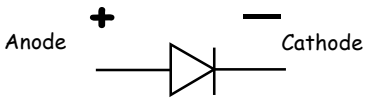
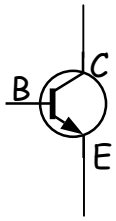
Avant d'aller de l'avant avec cette SAE, il serait préférable de consulter le coup d'œil ainsi que le canevas de la tâche « Prendre le champ ». Ces documents vous permettront d'avoir une vue d'ensemble de l'activité. De plus, ces documents situent la SAE dans le programme en énumérant, entre autres, les concepts et techniques touchés. Ces documents seront éventuellement disponibles, en ligne sur notre site web, à l'adresse suivante : http://www2.cslaval.qc.ca/cdp/pages/secondaire-4.html
Entre-temps, vous pouvez vous adresser à votre conseiller ou conseillère pédagogique.

Pouvez-vous reconnaître ces composants?

Pour mener à bien cet exercice d'une façon plus concrète, il est intéressant de présenter de vrais composants aux élèves. Déposer un exemplaire de chaque composant, dans un sac de plastique, sans les identifier. Un tel sac est donné à chaque équipe. Le but est de déposer le composant réel à côté de la photo correspondante dans l'exercice ci-dessous.

Comme les composants peuvent varier en forme et en dimension, les sacs ne seront pas tous identiques. Une fois le travail complété, les équipes peuvent circuler en classe afin d'aller voir le travail des autres équipes. Ceci permet de voir une plus grande variété de composants et de susciter des discussions constructives.

Associe le nom (au centre), par la lettre, au symbole de gauche et à la photo de droite.

	(J)	(A) Résistor fixe	(D)	
	(A)	(B) Résistor variable	(J)	
	(F)	(C) Condensateur céramique	(B)	
	(B)	(D) Condensateur électrolytique	(E)	
	(C)	(E) Diode ordinaire	(I)	
	(G)	(F) Diode électroluminescente	(C)	
	(D)	(G) Relais	(H)	
	(E)	(H) Solénoïde seul	(F)	
	(H)	(I) Transistor bipolaire	(A)	
	(I)	(J) Circuit intégré	(G)	

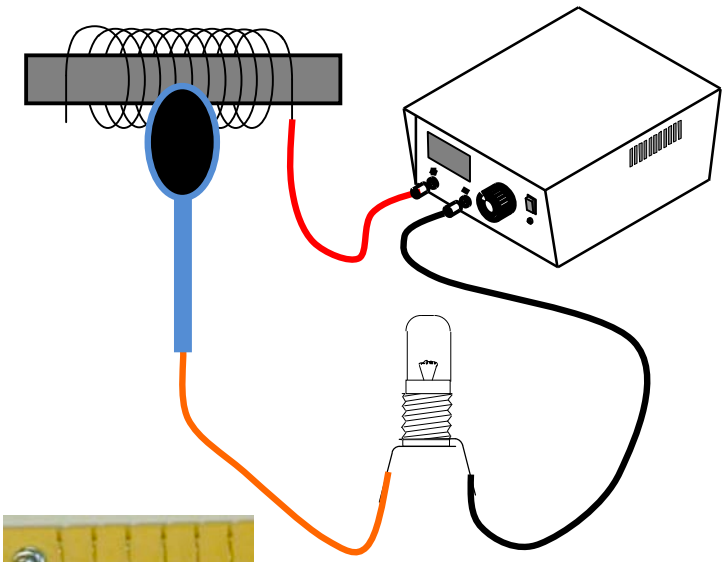
Résistor variable (laboratoire dirigé)

Utilisation d'un résistor variable (2 contacts)

Matériel 1

- 1 source de courant (10 volts)
- 3 fils à pinces alligators
- 1 petite cuillère en métal
- 1 ampoule incandescente de 12 volts **n° 1446** (non colorée)
- 1 enroulement de **4 mètres** de long d'un fil de nichrome[1] **n° 28** (voir fournisseur en annexe). Le support peut être un morceau de styrène de 3 mm d'épaisseur ayant une dimension de 8 cm par 28 cm (voir la photo de droite). Le styrène est encoché de façon à maintenir le fil en place. Le fil est enroulé et fixé par des vis à chaque extrémité. Ces vis servent de connecteur.

Schéma du montage 1





Observations (manipulation 1)
Lorsqu'on frotte la cuillère d'un bout à l'autre de l'enroulement de nichrome, l'intensité lumineuse de l'ampoule change.

[1] Alliage de nickel et de chrome utilisé comme élément chauffant.

Analyse du phénomène 1

Question 1

Par rapport au schéma, l'intensité lumineuse de l'ampoule est plus grande lorsque la cuillère touche la droite de l'enroulement.

Question 2

L'intensité lumineuse faiblit en déplaçant la cuillère vers la gauche parce que le courant électrique doit alors emprunter un chemin de plus en plus long. La conductibilité électrique diminue lorsqu'on augmente la longueur d'un conducteur.

Question 3

Si l'enroulement comprenait deux fois plus de tours, on pourrait encore plus limiter le courant dans le circuit en déplaçant la cuillère vers la gauche. Dans ce cas, l'intensité lumineuse de l'ampoule deviendrait de plus en plus faible jusqu'à possiblement complètement disparaître.

Question 4

En remplaçant l'enroulement de nichrome par un enroulement de cuivre, le phénomène ne serait possiblement plus perceptible à l'œil nu. Un multimètre pourrait cependant déceler une faible variation de l'intensité du courant électrique.

Utilisation d'un résistor variable (3 contacts)

Matériel 2

- 1 source de courant (10 V)
- 5 fils à pinces alligators
- 2 ampoules incandescentes non colorées de 12 V **(n° 1446)**
- 1 enroulement de fil de nichrome n° 28 de 4 mètres de long (voir fournisseur en annexe)
- 1 petite cuillère en métal

Schéma du montage 2



Observations (manipulation 2)

Lorsqu'on déplace la cuillère vers la gauche, l'intensité lumineuse de l'ampoule de gauche augmente progressivement tandis que celle de droite diminue graduellement.
Lorsqu'on déplace la cuillère vers la droite, l'intensité lumineuse de l'ampoule de droite augmente progressivement tandis que celle de gauche diminue graduellement.

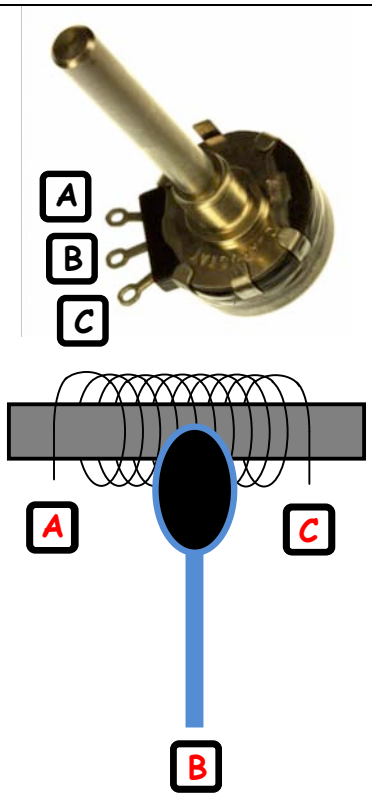
Une analogie intéressante peut être faite avec la « Balance » sur une chaîne stéréo.

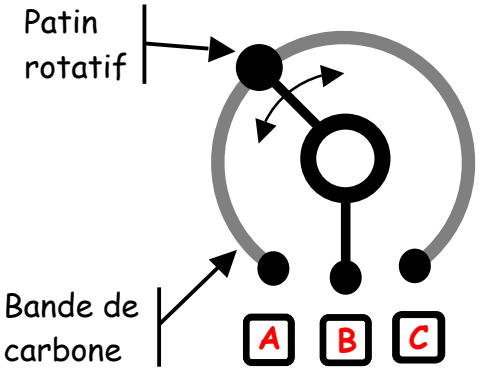
Analyse du phénomène 2

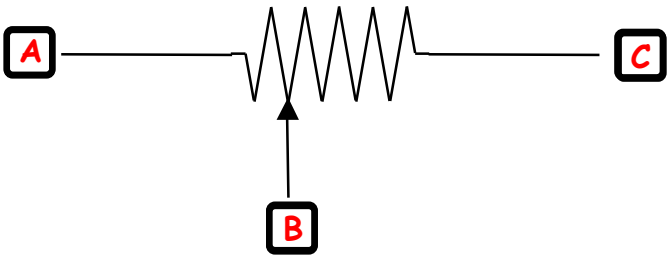
Question 1

Au point de contact cuillère – enroulement, le courant électrique peut emprunter deux parcours différents pour retourner à la source. Comme pour l'eau à l'approche d'une île, le courant électrique passera en plus grande quantité là où c'est le plus facile. Dans notre cas, le chemin est plus aisé du côté où le fil de nichrome est le plus court.

Conclusion

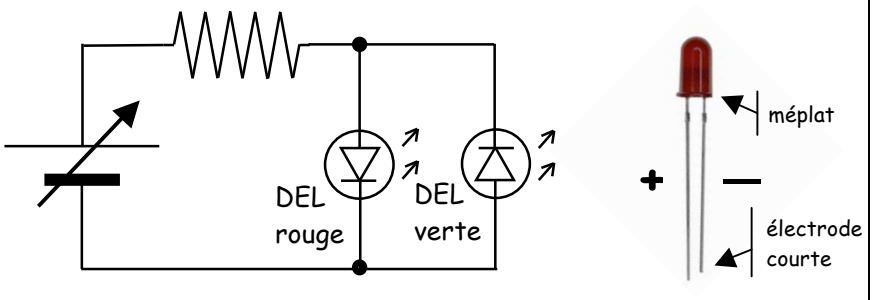






Diode (laboratoire dirigé)

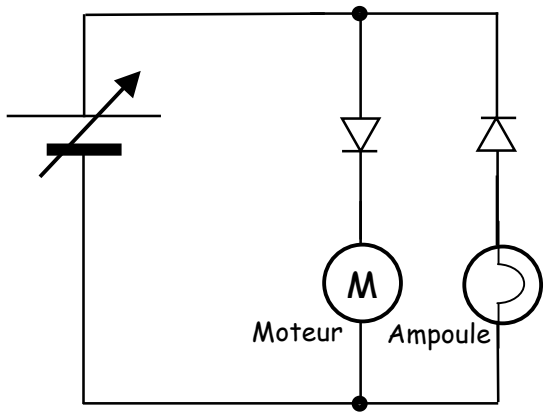
Utilisation d'une diode électroluminescente

Matériel 1	**Schéma du montage 1**
• 1 source (10 V) • 1 résistor (≈ 250 Ω) **(puissance variable, ¼ ou ½ watt par exemple)** • 5 fils à pinces alligators • 1 DEL rouge • 1 DEL verte	

Observations (manipulation 1)
Lors de la première configuration (celle sur le dessin ci-dessus), la DEL rouge est allumée et la verte est éteinte. En inversant la polarité de la source, la DEL rouge s'éteint et la verte s'illumine.

Analyse du phénomène 1
Question 1 *Les DEL se comportent de cette façon puisqu'elles ne laissent passer le courant électrique que d'un seul sens. La flèche, dans le symbole de la DEL, indique le sens conventionnel du courant (du + vers le -).* **Question 2** *L'électrode négative (cathode) de la diode se reconnaît à son méplat ainsi qu'à sa plus petite longueur.*

Utilisation d'une diode ordinaire

Matériel 2	Schéma du montage 2
• 1 source (10 V) • 6 fils à pinces alligators • 2 diodes ordinaires (Ex. 1N4006) • 1 moteur électrique de 12 volts • 1 ampoule de 12 volts (Ex. n° 1446)	

Observations (manipulation 2)

Lors de la première configuration (configuration sur le schéma de montage 2), le moteur fonctionne et l'ampoule est éteinte. En inversant la polarité de la source, l'ampoule s'allume et le moteur s'arrête.

Analyse du phénomène 2

Question 1

Ce circuit se comporte essentiellement de la même façon que le circuit précédent. Cependant, il comporte un plus grand nombre de composants puisqu'il y a une diode pour chaque composant de sortie (moteur et ampoule). L'énergie dissipée par les composants de sortie est aussi plus grande que dans le cas des DEL.

Conclusion (ce qui est important à retenir au sujet des diodes)

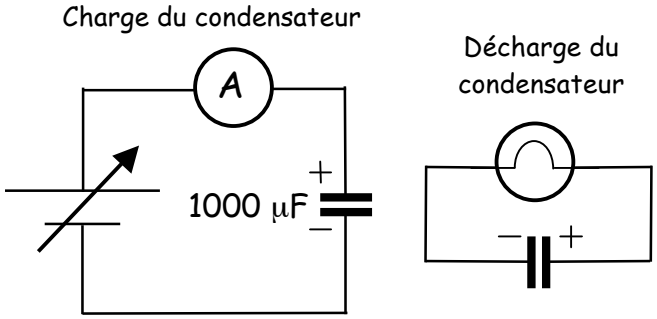
La diode ne laisse passer le courant que d'un seul sens.

L'utilisation de diode permet d'aiguiller le courant électrique à travers un circuit.

La DEL est une diode qui émet de la lumière visible ou invisible (ultraviolet, infrarouge).

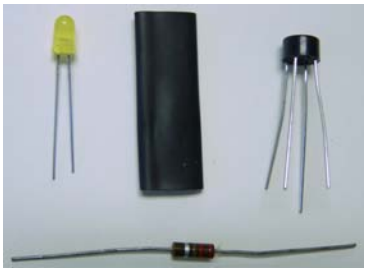
Condensateur (laboratoire dirigé)

Charge et décharge d'un condensateur

Matériel	Schéma du montage
• 1 source variable • 1 ampèremètre (mode mV) • 3 fils à pinces alligators • 1 DEL protégée (voir la note ci-dessous) ou 1 ampoule incandescente (2V #233) • 1 condensateur électrolytique (≈ 1000 μF, minimum 12 V)	

Note *: L'ampoule incandescente #233 fonctionne très bien lors de cette manipulation. Cependant, certains élèves pourraient la brancher directement sur la source à une tension bien supérieure à 2V. Dans ce cas, l'ampoule ne le supportera pas. Dans certains groupes, le nombre d'ampoules à changer peut devenir important! Voici comment il est possible d'éviter ce problème.*





L'utilisation d'un ensemble composé d'une DEL jaune, d'une gaine thermorétractable, d'un pont de diodes[2] *ainsi que d'un résistor peut remplacer efficacement cette ampoule. Ce petit circuit se comporte comme l'ampoule de 2V mais peut supporter une tension allant jusqu'à 12V. Nous appellerons ce circuit* ***«DEL protégée»****.*



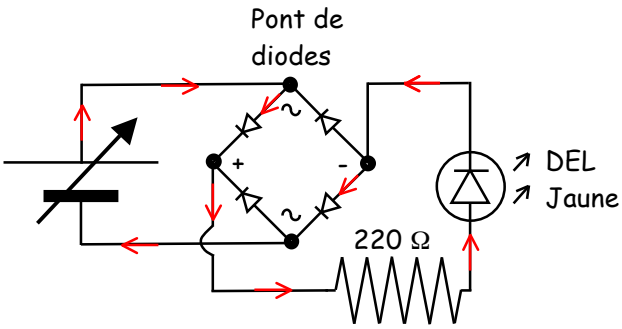
Cette DEL protégée n'est pas polarisée grâce à l'utilisation du pont. L'élève n'a donc pas à se soucier de la polarité de branchement comme c'est le cas avec une DEL seule. Le résistor n'est présent que pour limiter le courant passant dans la DEL. Une gaine thermorétractable enveloppe le tout de façon à rendre l'ensemble « studentproof ».

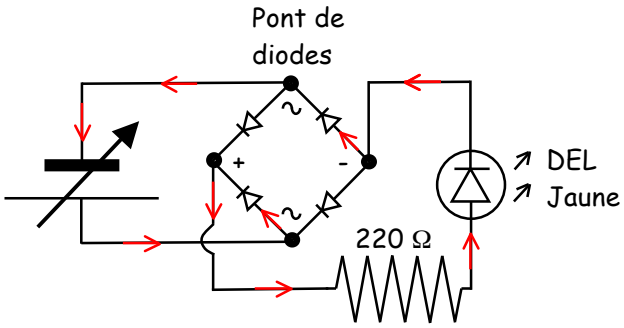
La gamme de fabrication complète de la DEL protégée est disponible à l'annexe 2 du présent document.

---

[2] *Un pont de diodes sert habituellement à redresser un courant alternatif en courant continu. Dans ce cas, d'autres composants sont aussi utilisés : condensateur, régulateur…*

En terminant, voici deux circuits qui démontrent la façon dont le courant circule dans le circuit en fonction de la polarité de la source.





Observations lors de la charge
Lors de la charge du condensateur, l'ampèremètre détecte le passage des charges de la source vers les plaques du condensateur. Dès que le condensateur est au même potentiel que la source, les charges cessent de se déplacer.

Observations lors de la décharge
Lors de la décharge, les charges quittent la plaque où elles sont entassées afin de se répartir sur l'autre plaque. Le courant engendré échauffe le filament de l'ampoule pendant une fraction de seconde (génère l'émission de lumière par la DEL pendant environ une seconde).

Analyse du phénomène

Question 1

Au cours de la charge, l'ampèremètre nous indique le débit de charges qui quittent la source pour aller s'accumuler sur les plaques du condensateur.

Question 2

L'intensité du courant chute dès que l'on arrête de monter la tension de la source, car le condensateur se charge et devient au même potentiel que la source. Le vent se déplace toujours d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression. Tout comme les charges électriques se déplacent toujours d'une zone à haute tension vers une zone à basse tension. Dès que la tension du condensateur atteint la tension de la source, tout mouvement de charges s'arrête (I = 0 A).

Question 3

La tension aux bornes du condensateur est de 10 V à la fin de la charge. Il s'agit alors de la tension de la source.

Question 4

Comme l'ampoule (DEL protégée) n'a fonctionné que pendant un très court laps de temps lors de la décharge, on peut affirmer que la quantité de charges emmagasinées par le condensateur est relativement faible.

Question 5

La charge et la décharge d'une pile (batterie) sont beaucoup plus lentes que celles d'un condensateur. Cependant, la quantité de charges accumulées est plus grande dans le cas de la pile (batterie).

Conclusion (ce qui est important à retenir au sujet des condensateurs)

Le condensateur permet d'accumuler des charges électriques (électrons).

Pour qu'un condensateur puisse se charger, il faut que sa source soit à une tension supérieure à la tension de ses bornes.

La quantité de charges qu'il peut accumuler est beaucoup plus petite que celle d'une pile (batterie).

Il se charge et se décharge rapidement.

Solénoïde (laboratoire dirigé)

Utilisation d'un relais

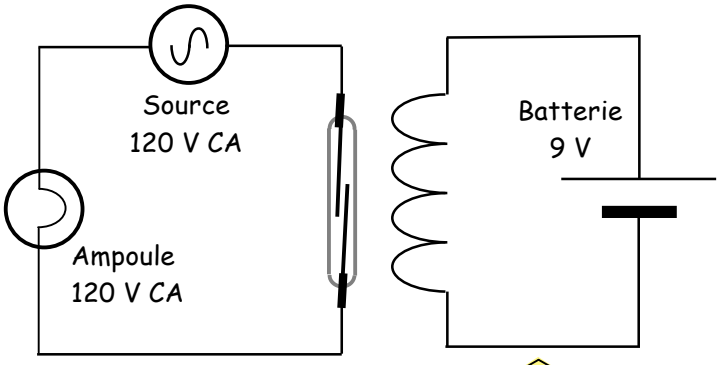
Dans ce montage, le choix de la variété des sources de courant est volontaire (courant alternatif et continu, basse et haute tension). Dans le circuit ci-dessous, le relais sert à «relayer» la commande. Dans ce contexte, il unit des circuits totalement différents. À partir d'un circuit composé d'une petite source de courant (batterie 9 V) et de petits conducteurs, on peut commander un circuit beaucoup plus robuste alimentant des appareils d'une plus grande puissance.

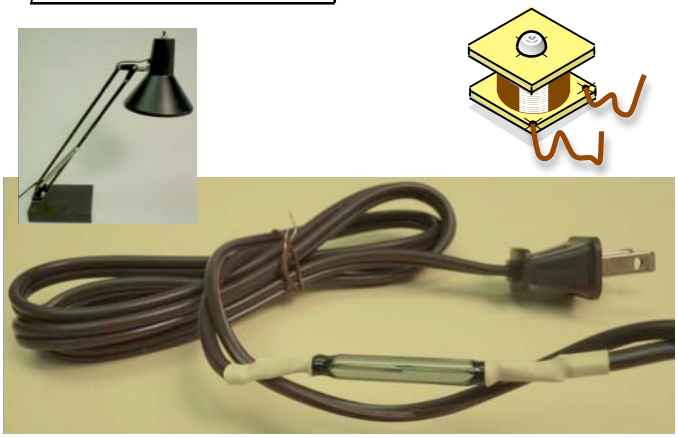
Matériel 1

- 1 montage 120 V comprenant
  - 1 source 120 V CA
  - 1 interrupteur magnétique
  - 1 ampoule 120 V CA

  Dans les faits, il s'agit d'une rallonge électrique modifiée par l'ajout d'un interrupteur magnétique (à lames) et d'une lampe de travail branchée sur la rallonge (voir photos ci-jointes).
- 1 aimant
- 1 batterie 9 V
- 1 électroaimant (du MIM) **formé d'un fil de cuivre AWG 28 (voir fournisseur en annexe)**
- 2 fils à pinces alligators

Schéma du montage 1





Manipulations 1

(ATTENTION 120 VOLTS) Vérifier le montage 120 V afin de vous assurer que l'interrupteur magnétique est intact et qu'il n'y a aucun fil à nu.

Observations (manipulation 1)

Dans un premier temps, lorsqu'on approche l'aimant de l'interrupteur magnétique, celui-ci se ferme et laisse passer le courant dans le circuit à haute tension (120 V). À ce moment, l'ampoule est parcourue par un courant qui l'échauffe et la rend lumineuse.

Dans un deuxième temps, le champ magnétique de l'aimant est remplacé par celui généré par le faible courant circulant dans le solénoïde.

Analyse du phénomène 1

Question 1

La tension du circuit primaire à courant continu est de 9 V CC.

Question 2

$U = R \cdot I \rightarrow I = U / R$

Question 3

En supposant que la résistance du corps est de 1000 Ω, voici les deux calculs.

Batterie 9 V CC comme source		**Secteur à 120 V CA comme source**	
Données	***Équation***	***Données***	***Équation***
$I = ?$	$I = U / R$	$I = ?$	$I = U / R$
$R = 1000\ \Omega$		$R = 1000\ \Omega$	
$U = 9\ V$		$U = 120\ V$	
Calcul	***Réponse***	***Calcul***	***Réponse***
$I = 9\ V / 1000\ \Omega$ ou V/A	$I = 0{,}009\ A$	$I = 120\ V / 1000\ \Omega$ ou V/A	$I = 0{,}12\ A$

La tension de 120 V est plus dangereuse puisqu'elle engendre un courant électrique plus important (0,12 A comparativement à 0,009 A) donc un débit de charges plus grand. C'est cette forte intensité de courant qui échauffe les tissus lors d'une électrocution.

Question 4

Mouiller nos doigts rend la résistance du corps plus petite. Le courant a alors plus de facilité à passer et sera donc plus important. Reprenons le calcul fait pour la source à 120 V et supposons que la résistance du corps a été diminuée de 50 % par la présence des doigts mouillés.

$I = 120\ V / 1000\ \Omega$ ou V/A $\rightarrow I = 0{,}12\ A$

$I = 120\ V / 500\ \Omega$ ou V/A $\rightarrow I = 0{,}24\ A$

L'intensité du courant est alors multipliée par 2, il y aura donc plus de libération de chaleur et plus de danger.

Question 5

Pour supporter une forte intensité électrique, un tel interrupteur doit être robuste, c'est-à-dire formé de gros conducteurs. (Le but est qu'il conduise tellement bien le courant que la tension à ses bornes devienne presque nulle.)

Question 6

La principale raison pour laquelle on utilise des relais dans le circuit de démarrage d'une voiture ou dans le circuit de contrôle d'un ascenseur est identique. À partir d'un circuit à faible puissance formé de petits conducteurs, on veut contrôler un circuit beaucoup plus robuste alimentant des appareils comme un moteur d'ascenseur ou un démarreur de voiture. Imaginer la grosseur des interrupteurs de ces dispositifs si ce n'était pas le cas. Nous pourrions voir apparaître de gros boutons dans l'ascenseur, et une clef énorme dans la voiture!!!

De plus, il y a une dimension sécuritaire à l'utilisation de relais dans ces circuits. Comme la puissance du circuit primaire est plus petite, les risques d'électrocution sont moins grands.

Conclusion 1 (ce qui est important à retenir au sujet des relais)

Le relais sert principalement à «relayer» une commande entre deux circuits aux caractéristiques différentes.

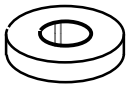
Le relais permet aussi de contrôler un circuit à forte puissance à partir d'un circuit dont la puissance est plus faible.

- *L'utilisation du relais permet l'emploi d'interrupteur de contrôle plus petit et augmente la sécurité de l'utilisateur en réduisant les risques d'électrocution.*

Induction électromagnétique

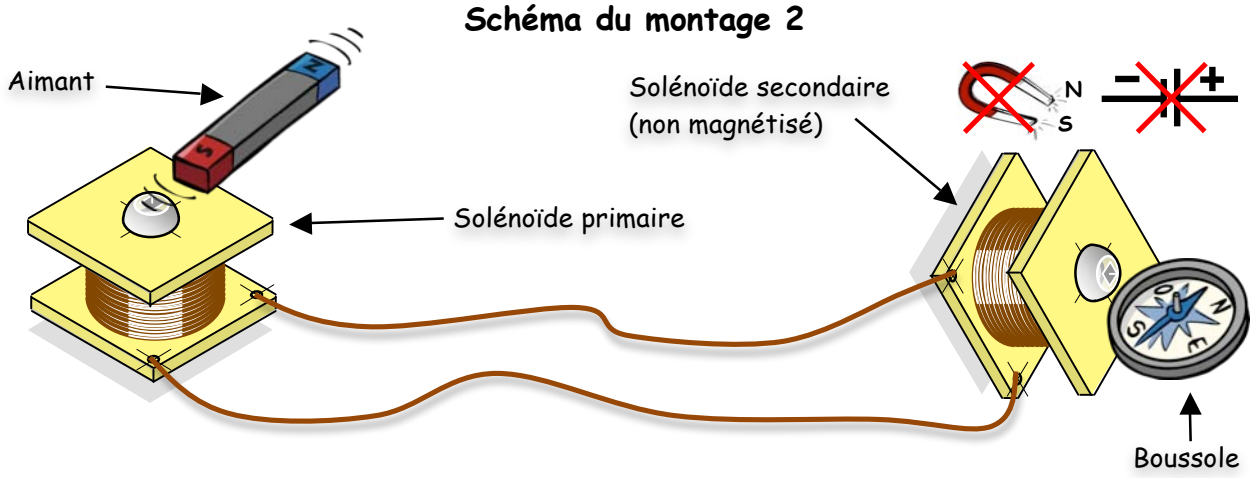
Matériel 2

- 2 solénoïdes formés d'un fil de cuivre AWG 28 (électroaimant du MIM, voir la note ci-dessous)
- 1 aimant puissant (terres rares) **(voir fournisseurs en annexe, ils ont une forme torique)**



- 1 **petite** boussole **(d'environ 15 mm de diamètre, elles sont plus sensibles que les grosses à faible distance)**
- 2 longs (≈ 1 mètre) fils à pinces alligators (ou deux fils à pinces alligators moins longs mis bout à bout)

Schéma du montage 2

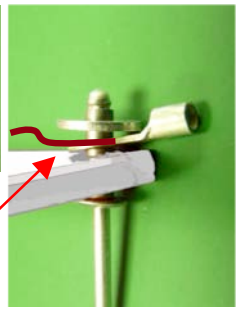


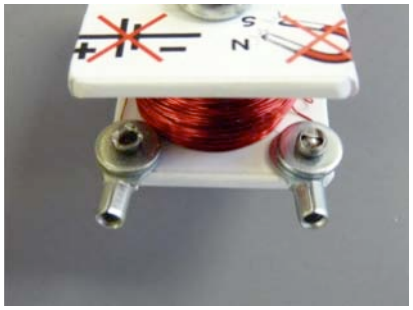
Observations 2a (lorsque l'aimant est agité le plus près possible du primaire)
La boussole réagit en oscillant.
Observations 2b (lorsque l'aimant est immobile, le plus près possible du primaire)
La boussole ne bouge plus.

Note : Voici comment il est possible d'ajouter des bornes de connexion sur le solénoïde du moteur à interrupteur magnétique (MIM) de la SAE «Hydroglisseur».



L'extrémité dénudée du fil de cuivre est en sandwich entre la rondelle et la cosse.







Analyse du phénomène 2

Question 1

La boussole qui réagit en oscillant nous indique qu'un courant est induit dans le solénoïde secondaire.

Question 2

Non, la présence d'un aimant immobile près du solénoïde primaire ne génère aucun courant dans le circuit. S'il n'y a pas de rémanence dans le noyau du solénoïde secondaire, la boussole pointe alors vers le nord magnétique.

Question 3

Pour induire un courant dans notre circuit, il faut constamment agiter l'aimant près du solénoïde primaire. C'est précisément ce qui se produit à l'intérieur d'un alternateur à aimants permanents. La rotation du rotor, composé d'aimants permanents, change constamment la configuration du champ magnétique (champ magnétique variable).

Question 4

Sur le schéma du montage 2, c'est le solénoïde primaire qui capte le champ magnétique variable engendré par l'agitation de l'aimant. À l'intérieur du gaussmètre, c'est donc le solénoïde qui détectera les champs magnétiques variables.

Question 5

Non, le gaussmètre est incapable de détecter le champ magnétique d'un aimant immobile. De la même façon, un électroaimant immobile alimenté par un courant continu ne sera pas détectable. Par contre, un électroaimant immobile alimenté par un courant alternatif sera détectable puisqu'il génère un champ magnétique variable.

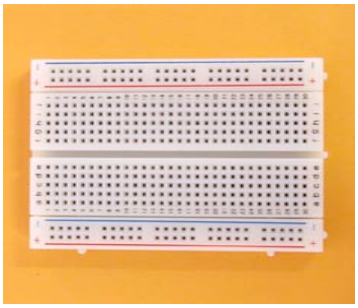
Conclusion 2 (ce qui est important à retenir au sujet de l'induction électromagnétique)

- *Pour qu'il y ait induction électromagnétique dans le solénoïde, il faut être en présence d'un champ magnétique variable.*
- *C'est le solénoïde du gaussmètre qui captera le champ magnétique variable généré par les appareils ou les installations électriques.*

Transistor (laboratoire dirigé)

Amplification d'un transistor

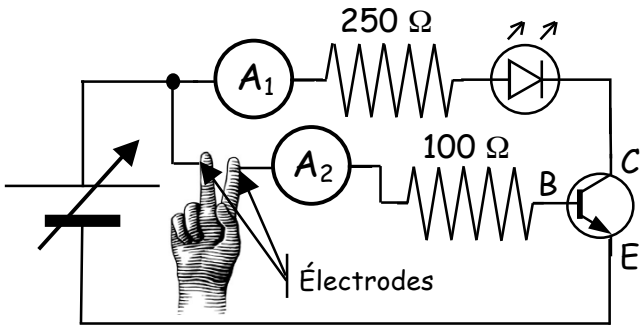
Le circuit ci-dessous est un peu difficile à monter avec des fils à pinces alligators. Il serait possible de diminuer la complexité de la tâche en utilisant un panneau de montage comme celui montré sur la photo de droite. Pour vous en procurer un, consulter la liste des fournisseurs en annexe.



Matériel

- 1 source variable de courant
- 1 ampèremètre (mode : 20 mA)
- 1 transistor NPN **(2N4401)**
- 1 résistor de ≈250 Ω
- 1 résistor de ≈100 Ω
- 7 fils à pinces alligators
- 1 DEL
- 1 main moite

Schéma du montage



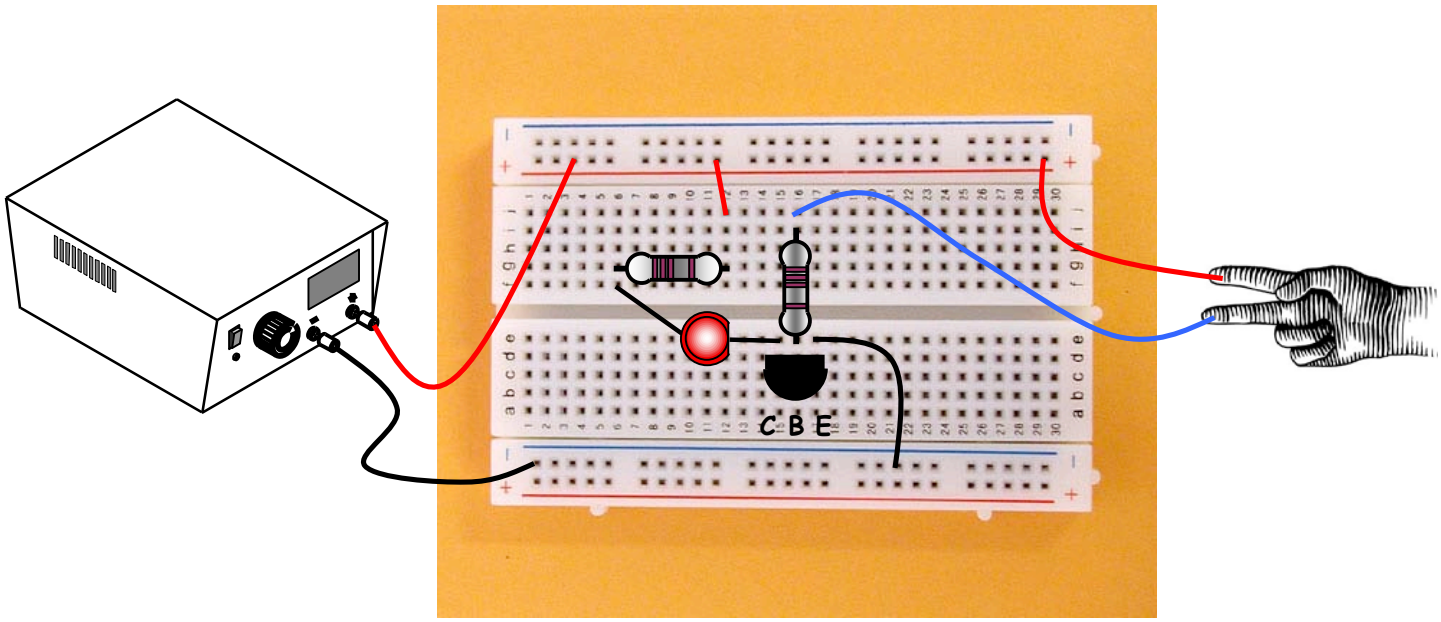


Tableau de données	
Intensité de courant de l'ampèremètre en position «A_1» (ampère)	*Ex : 0,161 mA*
Intensité de courant de l'ampèremètre en position «A_2» (ampère)	*Ex. 0,006 mA*

Analyse du phénomène

Question 1

L'intensité du courant est plus grande lorsque l'ampèremètre est en position «A_1».

Question 2

Voici un exemple de calcul possible.
Intensité plus grande / Intensité plus petite = A_1 / A_2 = 0,161 mA / 0,006 mA = 26,8

Question 3

Le rapport calculé à la question précédente correspond à la capacité d'amplification du transistor (gain du transistor dont le symbole est β). Concrètement, le courant passant par le collecteur (I_c) est environ 27 fois plus grand que le courant passant par la base (I_b). ***Le courant passant par vos doigts est amplifié 27 fois.*** *($\beta = I_c / I_b$)*

Question 4

Dans le circuit du gaussmètre, le transistor servira à amplifier le signal détecté par le solénoïde. Ce signal amplifié alimentera par la suite la DEL, l'avertisseur sonore et le voltmètre.

Conclusion (ce qui est important à retenir au sujet des transistors)

- *Le transistor est un composant électronique capable d'amplifier l'intensité du courant électrique (I).*
- *Le facteur d'amplification du transistor s'appelle le gain.*
- *Le champ magnétique variable induit un courant dans le solénoïde. Ce courant est ensuite amplifié par le transistor.*

Fabrication du circuit du gaussmètre

Coupe des plaques de circuit

Matériel requis :

- Scie à ruban avec lame pour la coupe du métal (18 dents au pouce)
- Crayon permanent
- Règle
- Plaque de circuit photosensible (8 X 12)
- Lunettes de sécurité
- Masque

Façon de procéder :

1. Installer la lame pour la coupe du métal sur la scie à ruban.
2. Mesurer et diviser la plaque afin d'obtenir 18 sections.
3. Faire la coupe de la plaque à la scie à ruban.
4. Poncer les plaques (si nécessaire).

Recommandations lors de la coupe ou du ponçage:

1. Fermer le « clapet » reliant la scie au dépoussiéreur. Ceci a pour but d'éviter que d'éventuelle étincelles enflamment la sciure de bois contenue dans le dépoussiéreur.
2. S'il n'y a pas de clapet, ne pas utiliser le dépoussiéreur lors de la coupe et assurer une bonne ventilation du local.
3. Porter un masque et des lunettes de sécurité lors de la coupe.
4. Prendre les mêmes précautions si l'utilisation de la ponceuse est nécessaire.

À noter : Fermer le « clapet » de la scie et laisser le dépoussiéreur en marche, assure une certaine ventilation de la pièce via les autres machines-outils.

Préparation des solutions

Matériel requis :

- Lunettes de sécurité
- Balance
- Pèse matière (godet de pesée)
- Spatule
- Ballon jaugé de 1L
- Cylindre gradué 100 mL
- Compte-gouttes (ou pipette de transfert)
- Bécher 1000 mL
- Plaque chauffante agitatrice + aimant (barreau magnétique)
- Eau distillée

1. **Solution de développement « Développeur » :**

   Solution aqueuse de NaOH (environ 0,3 mol/L)

2. **Solution pour la gravure : Persulfate de sodium**

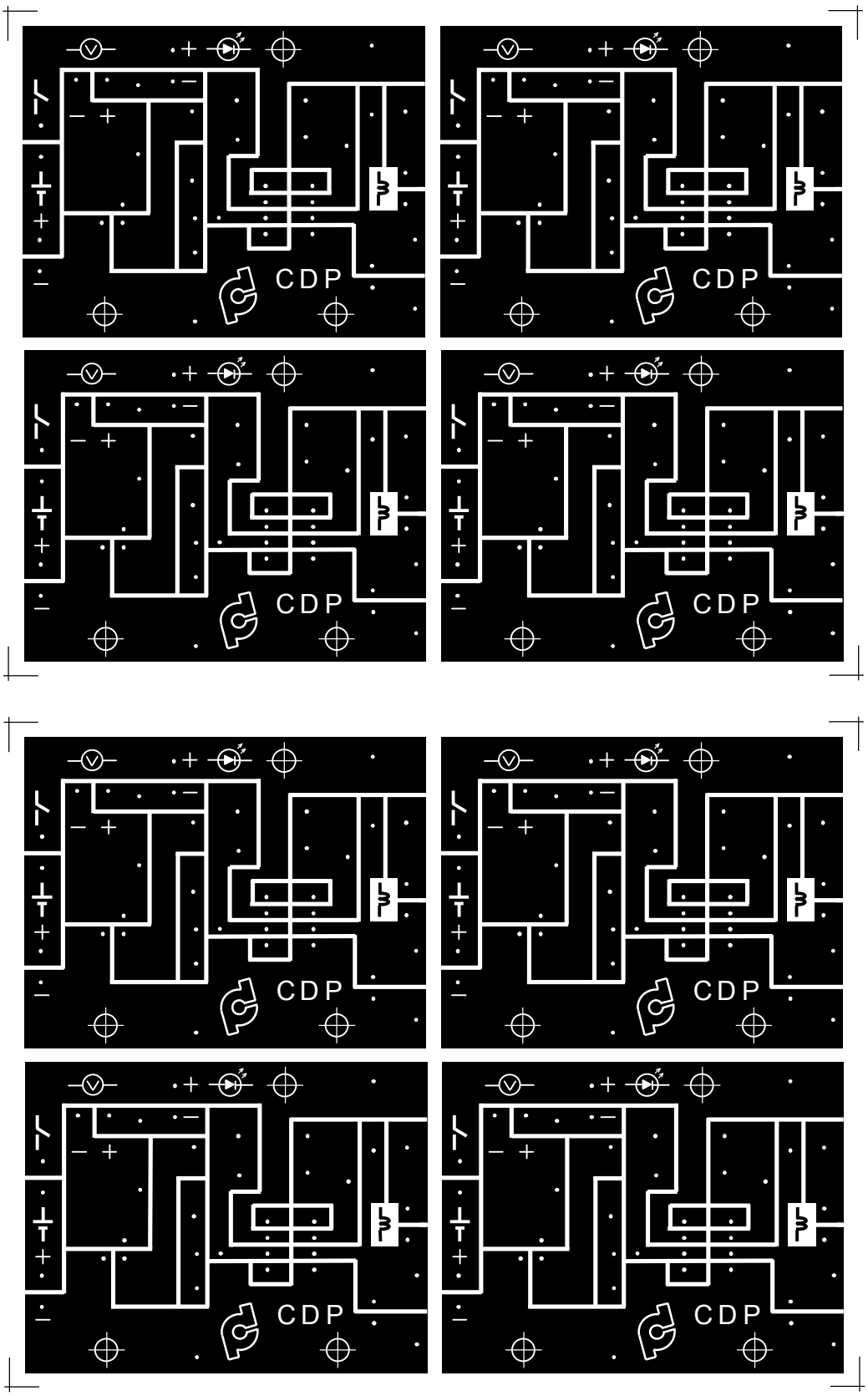
   Recette : 250 g dans 1000 mL d'eau distillée

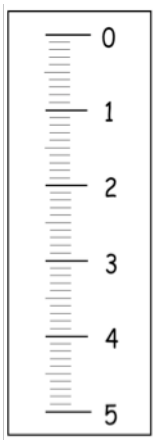
3. **Étamage : Étain liquide**

   Achat chez un fournisseur d'électronique

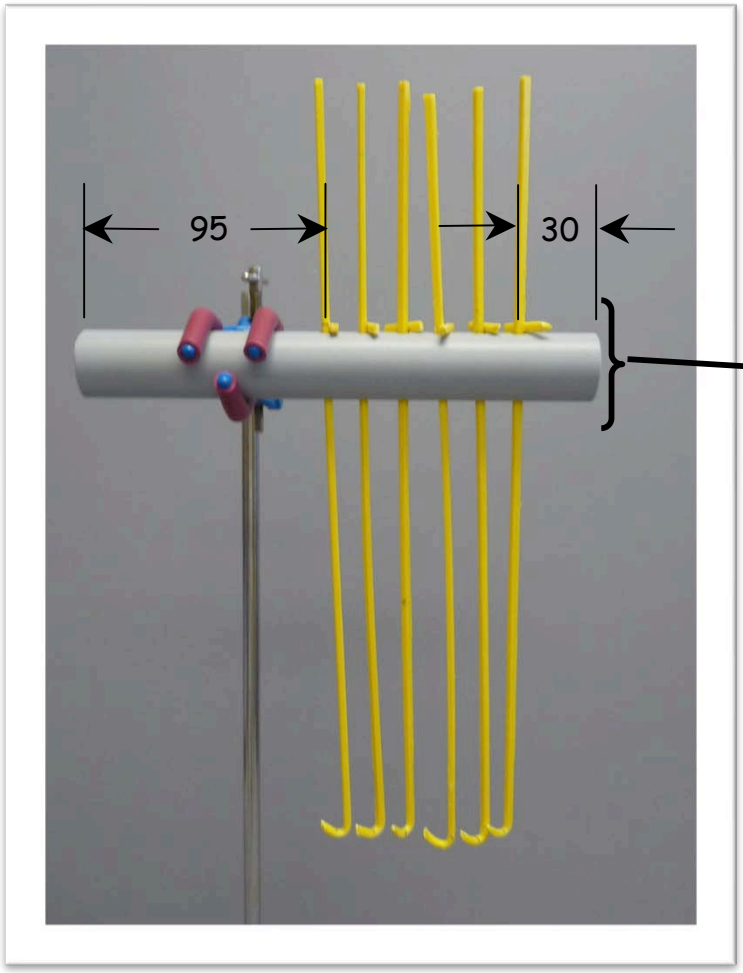
Masque de la plaque du circuit du gaussmètre

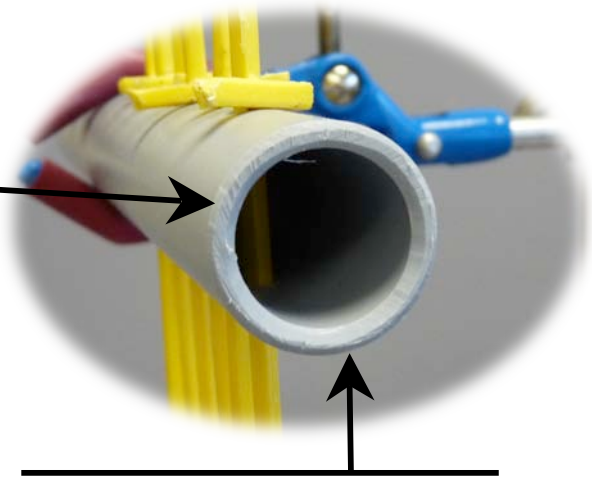
Assurez-vous que cette page est bien à l'échelle après l'impression en mesurant la règle ci-jointe.
Lors de l'impression avec «Acrobat Reader», il est important de ne pas choisir l'option «Mise à l'échelle» du menu «Imprimer».



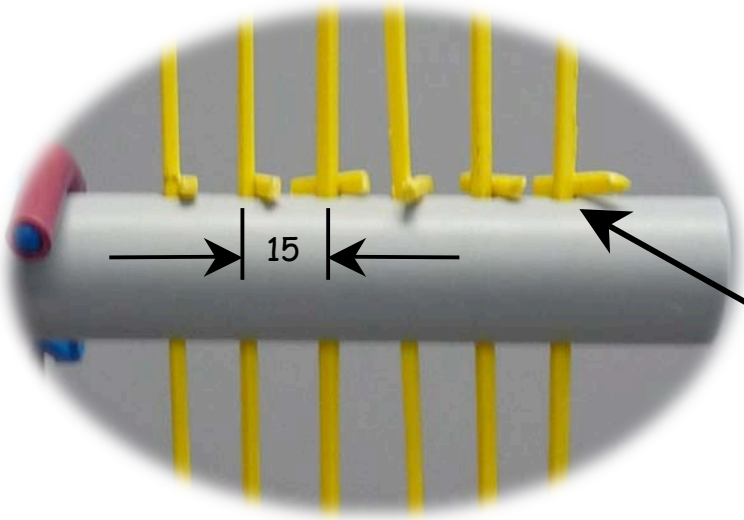


Montage du support pour les plaques lors de la gravure



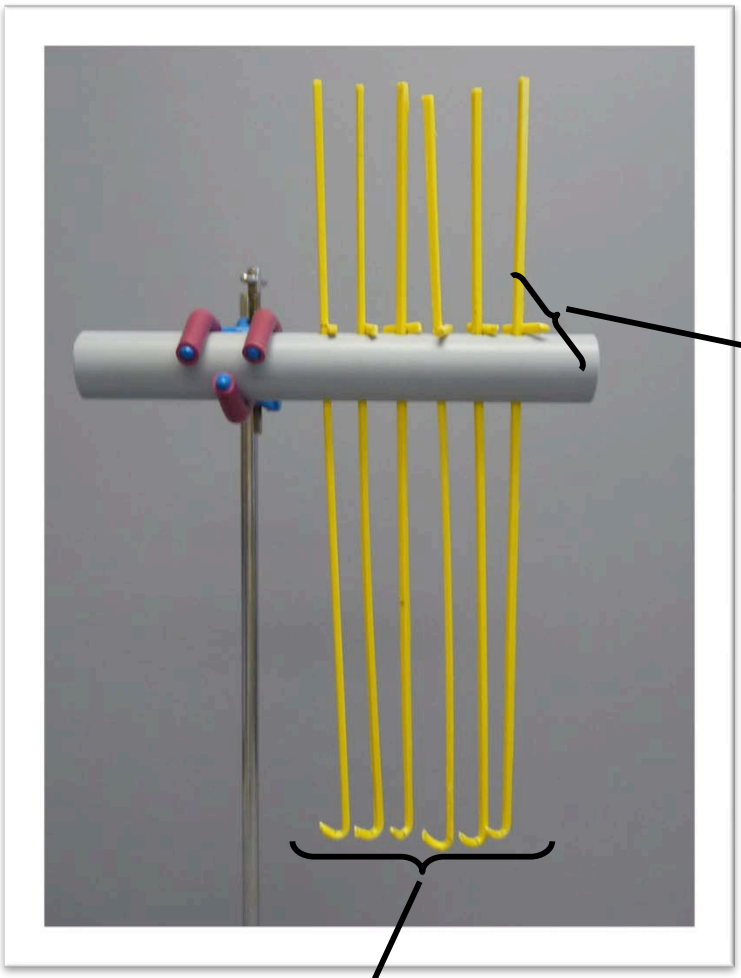


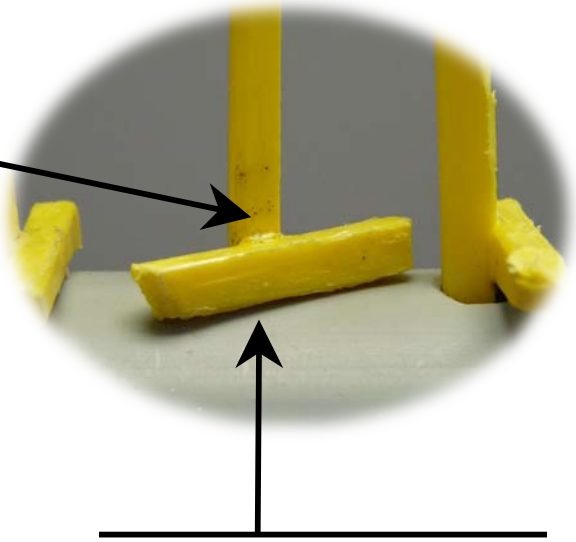
Tuyau en PVC
Diamètre 21 mm int. (3/4 po. int.)
200 mm de long



Perçage de part en part du tuyau de 5 mm (3/16" po.)

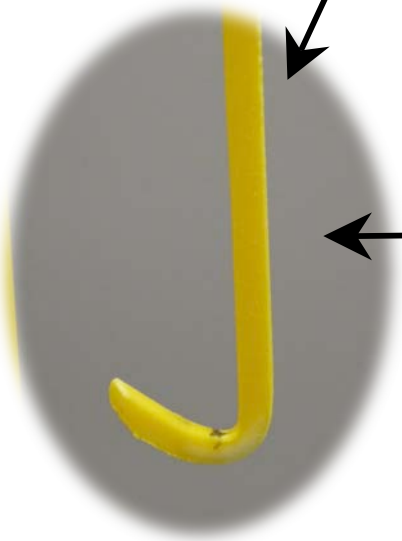
Faire 6 perçages.





Découper des pièces de polystyrène d'environ 15 mm.
Ces pièces serviront de butées.

Coller les butées à environ 210 mm de la partie coudée de la tige.



Tige de polystyrène de dimension :
350 mm X 3 mm X 3 mm

Plier la tige à 25 mm du bout inférieur à l'aide de l'élément linéaire chauffant.

L'angle de pliage doit être d'environ 45°

Poncer le bout afin de l'amincir.

Résolutions de problèmes lors de la fabrication de la plaque

Problème	Cause du problème	Résolution du problème
Le développement de la plaque ne se fait pas ou se fait mal	1. Temps d'insolation trop court.	▪ Augmenter le temps d'insolation.
	2. Temps de développement trop court.	▪ Augmenter le temps de développement.
	3. Solution « développeur » périmée ou saturée.	▪ Changer la solution.
	4. Plaque périmée.	▪ Changer de lot de plaque.
Développement flou	1. Mauvaise netteté du masque.	▪ Vérifier l'impression de l'imprimante.
		▪ Vérifier la superposition des transparents (acétates).
	2. Mauvais contact (espace) entre le masque et la plaque.	▪ Améliorer le pressage.
		▪ Vérifier si le masque est bien fixé dans le cadre.
	3. Mauvais positionnement de la lampe U.V.	▪ Positionner la lampe de façon à ce que les rayons U.V. frappent la surface perpendiculairement.
Circuit coupé après la gravure	1. Coupure sur le masque due à une mauvaise photocopie.	▪ Photocopier le masque sur un autre photocopieur.
		▪ Souder un pont (bout de fil) sur la plaque pour rétablir la conduction du circuit.
	2. Égratignure de la résine photosensible avant l'étape de la gravure.	▪ Souder un pont (bout de fil) sur la plaque pour rétablir la conduction du circuit.
Frontières isolantes trop larges ou zones conductrices perforées après la gravure	1. Masque pas suffisamment opaque.	▪ Contrôler l 'opacité lors de l'impression.
		▪ Superposer deux masques pour augmenter l'opacité.
	2. Temps d'insolation trop long.	▪ Diminuer le temps d'insolation.
	3. Temps de gravure trop long.	▪ Diminuer le temps de gravure.
Développement adéquat mais gravure non suffisante	1. Temps de gravure trop court.	▪ Augmenter le temps de gravure.
	2. Persulfate de sodium saturé.	▪ Changer la solution.

(Source : *jacques.boudier.pagesperso-orange.fr/.../cours/cours_01.pdf)*



Équivalences métriques des forets impériaux



No.	Diamètre impérial (po.)	Diamètre impérial en (mm)	Diamètre métrique (mm)
1	1/16"	1,59	1,5
2	5/64"	1,98	2
3	3/32"	2,38	2,5
4	7/64"	2,78	3
5	1/8"	3,18	3
6	9/64"	3,57	3,5
7	5/32"	3,97	4
8	11/64"	4,37	4,5
9	3/16"	4,76	5
10	13/64"	5,16	5
11	7/32"	5,56	5,5
12	15/64"	5,95	6
13	1/4"	6,35	6,5
14	9/32"	7,14	7
15	19/64"	7,54	7,5
16	5/16"	7,94	8
17	21/64"	8,33	8,5
18	11/32"	8,73	8,5
19	23/64"	9,13	9
20	3/8"	9,53	9,5
21	25/64"	9,92	10
22	13/32"	10,32	10,5
23	27/64"	10,72	11
24	7/16"	11,11	11
25	29/64"	11,51	11,5
26	15/32"	11,91	12
27	31/64"	12,30	12,5
28	1/2 "	12,70	12,5



centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Capsule de sécurité

(1) Soudure à l'étain, au plomb ou autres







1. Attention aux brûlures que pourrait causer le fer à plus de 200 °C. (Ne pas porter de gants de caoutchouc ou de latex, ces substances pouvant fondre sur la main.)
2. Porter des lunettes de sécurité pour se protéger contre les projections d'étain.
3. Utiliser un support à fer pour éviter d'enflammer ses vêtements, ses cheveux, le papier, les plastiques, etc.
4. Ne pas secouer le fer pour le nettoyer : utiliser l'éponge prévue à cette fin.
5. Éviter de porter à la bouche ou de couper avec les dents l'étain et le plomb qui sont très toxiques. (Il ne faut ni manger ni boire en soudant.)
6. Ne jamais souder des composants sous tension.
7. Bien aérer les lieux ou utiliser la hotte prévue à cette fin pour limiter l'inhalation des vapeurs de soudure, car elles sont toxiques.
8. Utiliser une poire à dessouder pour enlever une soudure fautive.
9. Se laver les mains après le travail et nettoyer la table de travail pour éviter tout risque d'intoxication.







S'assurer que les modifications à cette capsule ne compromettent pas la sécurité des élèves. La personne fautive devra assumer ses choix.

centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Capsule de sécurité

(7) Scie à ruban







1. Porter des lunettes de sécurité pour se protéger contre les projections.
2. Attacher ses cheveux et rouler ses manches pour éviter qu'ils soient happés par le mécanisme.
3. Ne pas porter de bracelets, colliers, bijoux, etc.
4. Nettoyer la surface de travail de tout débris pouvant mener à des gestes dangereux ou nuire au bon fonctionnement de la scie.
5. Utiliser une lame bien aiguisée, sans quoi des efforts non nécessaires pourraient causer des blessures.
6. Prendre son temps de façon à bien penser à chacun de ses gestes. Maintenir les mains à plus de 5 cm de la ligne de coupe.
7. Utiliser un poussoir pour les petites pièces afin de garder les mains loin de la lame.
8. Respecter le périmètre de sécurité tracé sur le sol. La proximité d'une autre personne pourrait déconcentrer l'utilisateur.
9. Actionner le dépoussiéreur ou porter un masque antipoussière.
10. Porter des protecteurs acoustiques pour éviter les troubles auditifs si l'exposition au bruit atteint 85 décibels durant une période de 8 heures consécutives.



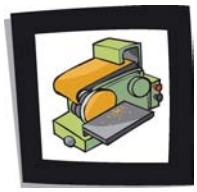



S'assurer que les modifications à cette capsule ne compromettent pas la sécurité des élèves. La personne fautive devra assumer ses choix.

centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Capsule de sécurité

(8) Ponceuse à disque et à ruban







1. Porter des lunettes de sécurité pour se protéger contre les projections.
2. Attacher ses cheveux et rouler ses manches pour éviter qu'ils soient happés par le mécanisme.
3. Ne pas porter de bracelets, colliers, bijoux, etc.
4. Nettoyer la surface de travail de tout débris pouvant mener à des gestes dangereux ou nuire au bon fonctionnement de la ponceuse.
5. Prendre son temps de façon à bien penser à chacun de ses gestes.
6. Respecter le périmètre de sécurité tracé sur le sol. La proximité d'une autre personne pourrait déconcentrer l'utilisateur.
7. Il est obligatoire que le dépoussiéreur soit en marche lorsqu'on utilise la ponceuse à disque et à ruban. Si on se trouve en présence d'un contaminant pouvant causer un cancer (ex. silice), le masque est également obligatoire.
8. Appeler le responsable de l'atelier si la courroie se désaligne.
9. Porter des protecteurs acoustiques pour éviter les troubles auditifs si l'exposition au bruit atteint 85 décibels durant une période de 8 heures consécutives.






S'assurer que les modifications à cette capsule ne compromettent pas la sécurité des élèves. La personne fautive devra assumer ses choix.

centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Capsule de sécurité

(9) Perceuse d'établi (à colonne)






1. Porter des lunettes de sécurité pour se protéger contre les projections.
2. Attacher ses cheveux et rouler ses manches pour éviter qu'ils s'enroulent sur le mandrin.
3. Ne pas porter de bracelets, colliers, bijoux, etc.
4. Attention, risque de blessures graves! Fixer fermement les matériaux à la table à l'aide de serres pour éviter qu'une pièce s'accroche à la mèche et se mette à tourner à grande vitesse.
5. Ajuster la hauteur de la table, régler la profondeur et nettoyer la surface de travail avant de démarrer la perceuse.
6. Utiliser une mèche bien aiguisée sans quoi des efforts non nécessaires pourraient faire casser la mèche et causer des blessures.
7. Enlever la clé du mandrin immédiatement après avoir serré l'outil de perçage.
8. Prendre son temps de façon à bien penser à chacun de ses gestes.
9. Respecter le périmètre de sécurité tracé sur le sol. La proximité d'une autre personne pourrait déconcentrer l'utilisateur.
10. Débrancher l'alimentation du secteur avant d'effectuer un changement de mèche.






S'assurer que les modifications à cette capsule ne compromettent pas la sécurité des élèves. La personne fautive devra assumer ses choix.

Capsule de sécurité

(10) Plaque chauffante






1. Savoir où se trouve la trousse de premiers soins ainsi que l'équipement de sécurité et apprendre à l'utiliser (couverture ignifuge, extincteur, douche oculaire, alarme d'incendie, etc.)
2. Attention aux brûlures : la plaque peut rester chaude un bon moment.
3. Attacher ses cheveux et prendre garde à ses manches pour ne pas qu'ils entrent en contact avec la plaque et prennent feu.
4. Porter des lunettes de sécurité pour se protéger contre les projections.
5. Porter des vêtements de protection contre les projections accidentelles.
6. Ne jamais diriger l'ouverture d'une éprouvette vers soi-même ou vers quelqu'un d'autre.
7. Utiliser les pinces appropriées pour manipuler la verrerie de laboratoire (pinces à bécher, à éprouvette, etc.)
8. Prendre son temps de façon à bien penser à chacun de ses gestes.
9. Ne jamais utiliser de substances inflammables près d'une flamme ou d'une plaque chauffante chaude.





S'assurer que les modifications à cette capsule ne compromettent pas la sécurité des élèves. La personne fautive devra assumer ses choix.

centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Capsule de sécurité

(12) Solutions acides







1. Attention! Les acides sont des substances corrosives.
2. Porter des lunettes de sécurité pour se protéger contre les éclaboussures. En cas de contact avec les yeux, rincer immédiatement avec la douche oculaire de la classe.
3. Attacher ses cheveux et prendre garde à ses manches pour éviter tout contact avec l'acide ou provoquer un renversement.
4. Ne jamais sentir directement les émanations. Orienter les vapeurs vers le nez avec les doigts.
5. Porter des vêtements de protection contre les projections accidentelles.
6. Laver la peau avec de l'eau en cas de contact et se laver les mains à la fin des manipulations.
7. Prendre son temps de façon à bien penser à chacun de ses gestes.
8. Nettoyer la surface de travail après les manipulations pour bien retirer de possibles éclaboussures.

S'assurer que les modifications à cette capsule ne compromettent pas la sécurité des élèves. La personne fautive devra assumer ses choix.







centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Capsule de sécurité

(13) Solutions basiques







1. Attention! Les bases sont des substances corrosives.
2. Porter des lunettes de sécurité pour se protéger contre les éclaboussures. En cas de contact avec les yeux, les rincer immédiatement avec la douche oculaire de la classe.
3. Attacher ses cheveux et prendre garde à ses manches pour éviter tout contact avec la base ou provoquer un renversement.
4. Ne jamais sentir directement les émanations. Orienter les vapeurs vers le nez avec les doigts.
5. Porter des vêtements de protection contre les projections accidentelles.
6. Laver la peau avec de l'eau en cas de contact et se laver les mains à la fin des manipulations.
7. Prendre son temps de façon à bien penser à chacun de ses gestes.
8. Nettoyer la surface de travail après les manipulations pour bien retirer de possibles éclaboussures.

S'assurer que les modifications à cette capsule ne compromettent pas la sécurité des élèves. La personne fautive devra assumer ses choix.

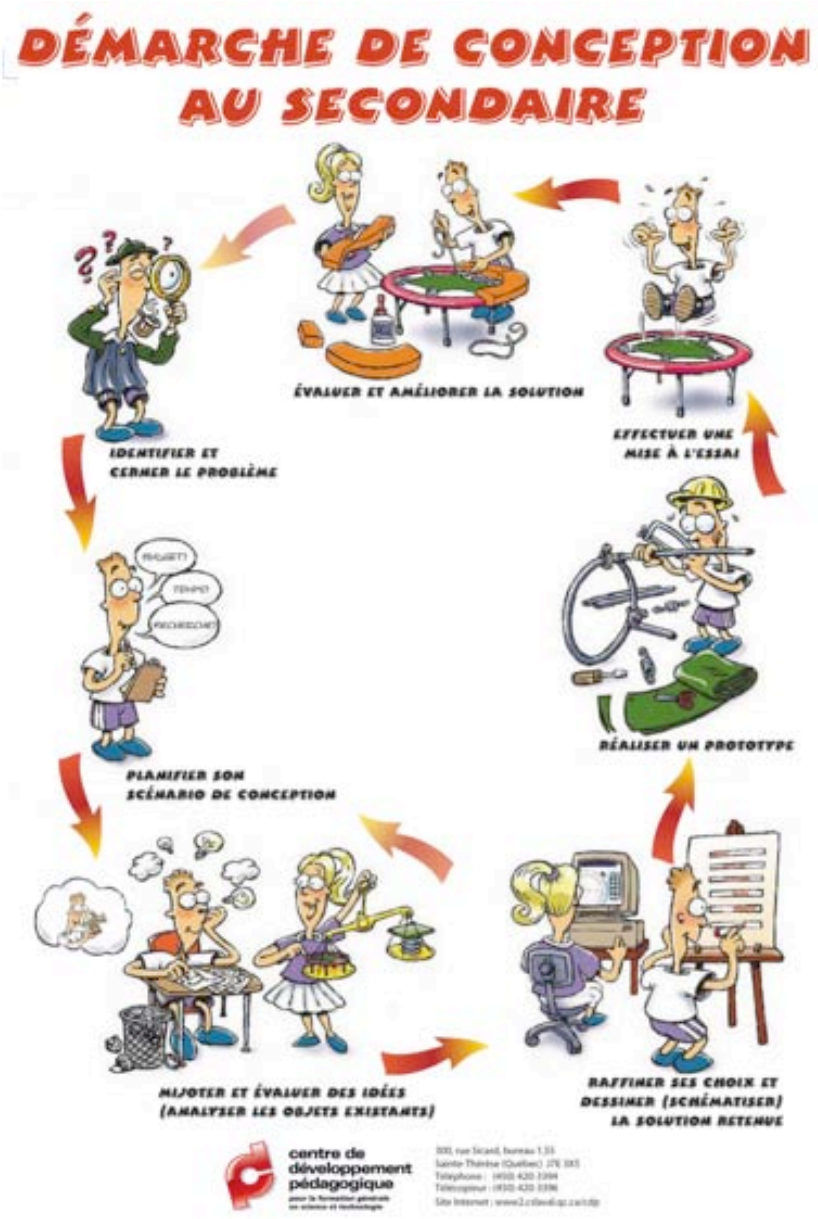






Conception du boîtier du gaussmètre

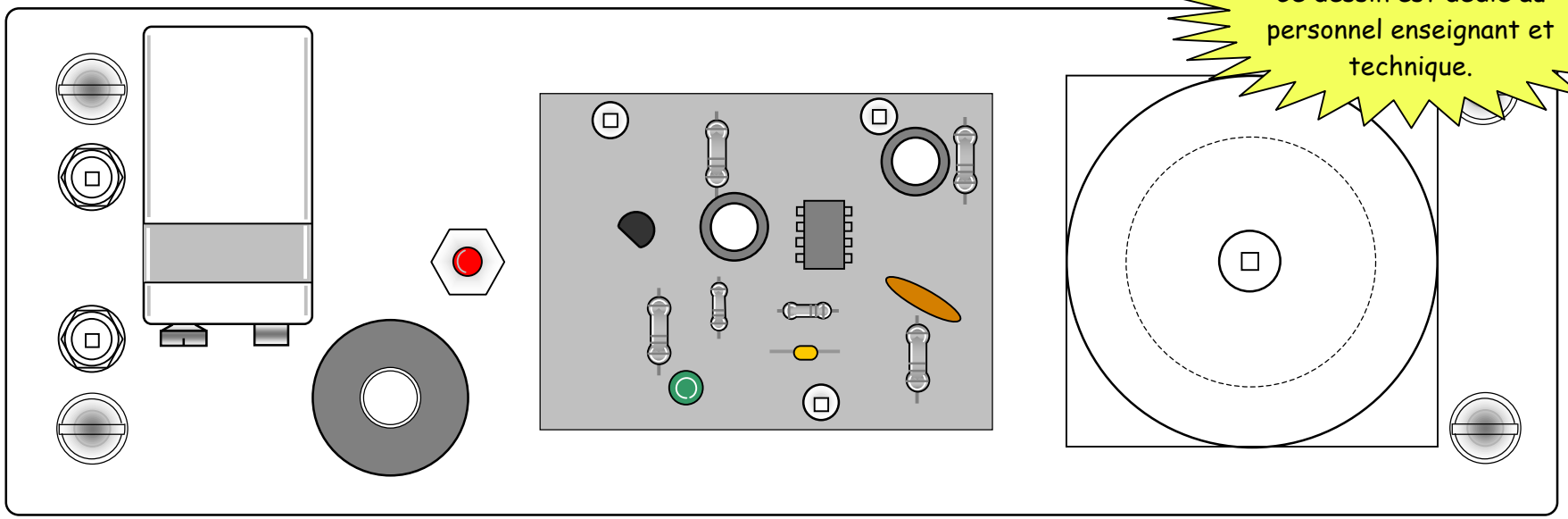
Bien qu'un boîtier sommaire soit proposé pour la formation du personnel enseignant et technique, il n'est pas de notre intention de faire fabriquer ce boîtier aux élèves. À notre avis, il est important de laisser place à la créativité de l'élève et de lui faire concevoir son propre boîtier.

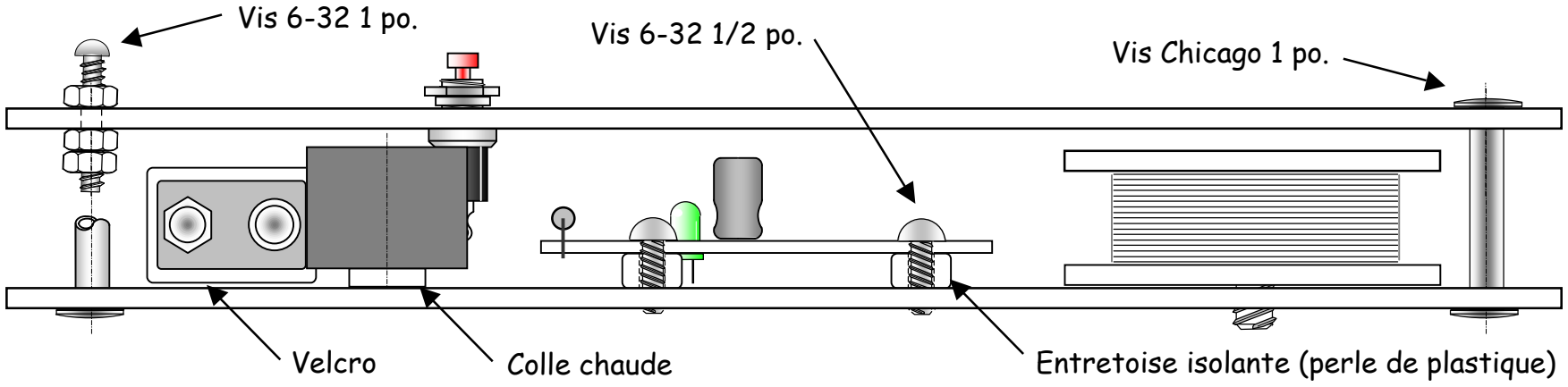


Laisser au jeune le soin de concevoir le circuit n'était pas réaliste vu sa complexité. Par contre, l'élève est tout à fait capable de concevoir un beau boîtier parfaitement adapté aux composants du circuit. **Les dessins des pages suivantes ne sont donc pas dédiés aux élèves.** Ils sont présents uniquement pour accélérer la formation auprès du personnel enseignant et technique.

Il ne faudrait pas rater cette occasion de faire vivre une démarche de conception simple qui peut donner l'occasion d'utiliser les machines outils disponibles en quatrième secondaire. L'affiche ci-dessus est disponible à l'adresse suivante :
http://www2.cslaval.qc.ca/cdp/pages/secondaire-outils-ressources.html - Programmes

Ce dessin est dédié au personnel enseignant et technique.



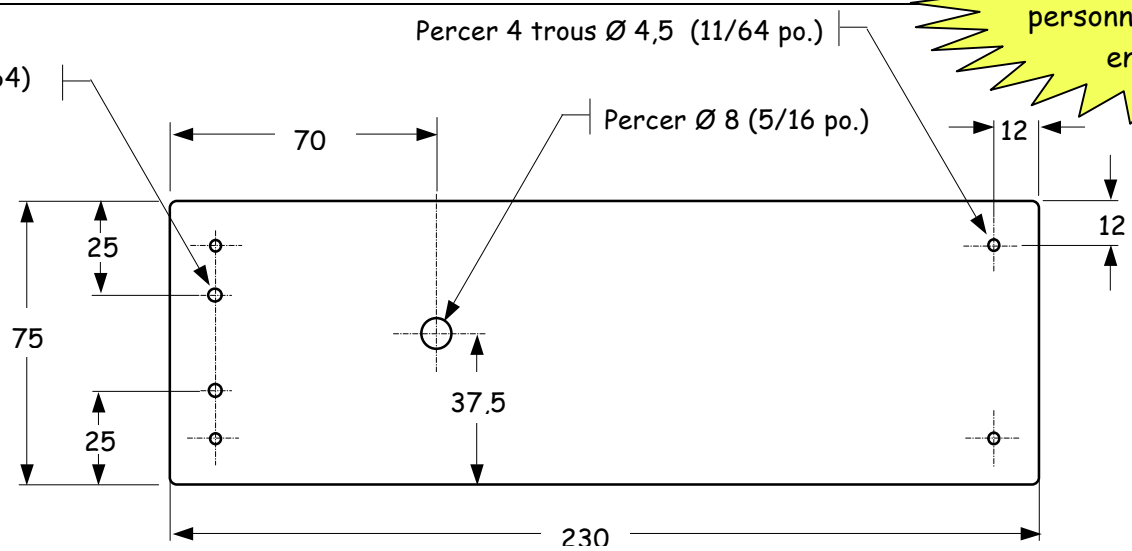


centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

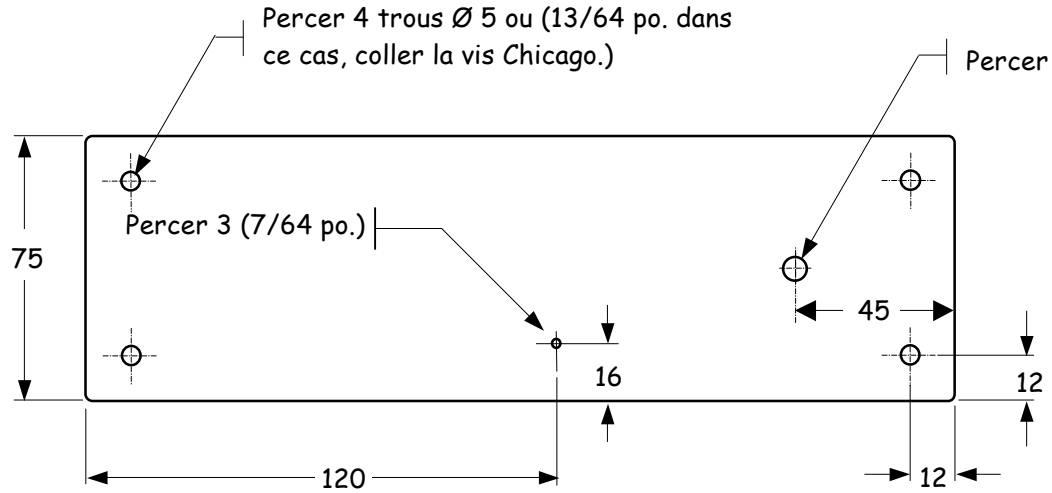
ACTIVITÉ :	SAE « Prendre le champ »		
NOM :	Dessin d'ensemble du gaussmètre (boîtier utilisé pour la formation du personnel enseignant et technique)		
DATE :	2 mai 2011	ÉCHELLE : **1 = 1**	DESSIN : **N° 4**

Ce dessin est dédié au personnel technique et enseignant.

PLAQUE DE PROTECTION



PLAQUE SUPPORT



centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

ACTIVITÉ : SAE « Prendre le champ »		
NOM : Dessins de détails des plaques du boîtier du gaussmètre (pour la formation du personnel)		
DATE : 2 mai 2011	ÉCHELLE : Non déterminée	DESSIN : **N° 5**

Webographie

Fabriquer un circuit imprimé

http://jeanmoulin-thouars.fr/site/LMB-La-fabrication-du-circuit.html

http://www.youtube.com/watch?v=Jdn1ndJBY1s&feature=BF&list=PLD793ECD925206C9F&index=13

http://www.youtube.com/watch?v=r6z_Zz4MD5c&feature=related

Fabriquer des circuits intégrés sur gaufre de silicium :
http://www.youtube.com/watch?v=BsOIgXQQTSo&feature=BF&list=PLD793ECD925206C9F&index=4

http://www.youtube.com/watch?v=LWfCqpJzJYM&feature=BF&list=PLD793ECD925206C9F&index=6

Conseils : Soudure à l'étain
http://www.interface-z.com/conseils/soudure4.htm

Tutoriel sur la soudure
http://www.sonelec-musique.com/electronique_bases_tutoriel_soudure.html

Vidéo sur la soudure de deux fils
http://www.youtube.com/watch?v=Q-nYfRoryFI

Vidéo sur la brasure (soudure) à l'étain sur circuit imprimé
http://www.youtube.com/watch?v=xRfFjJqo3iA

Vidéo sur la façon d'utiliser une tresse à dessouder
http://www.youtube.com/watch?v=AcbezX8TrOU

Vidéo sur la façon d'utiliser une pompe à dessouder
http://www.youtube.com/watch?v=Aw4lZGk90i4

Annexe 1 (fournisseurs)

N. B. Le matériel suivant est disponible ailleurs, ces coordonnées étant fournies à titre indicatif.

Aimants terres rares de ½ de pouce (n° 99K37.03)

Lee Valley Tools Ltd.
http://www.leevalley.com/en/hardware/page.aspx?p=40075&cat=3,42363,42348&ap=2
P.O. Box 6295, Station J, Ottawa, ON K2A 1T4
Tel : (613) 596-9202 Fax: (613) 596-9502

Fil de nichrome AWG 28, fil de cuivre émaillé (verni) AWG 32

Prolabec
http://www.prolabscientific.com/Fil-de-Nickel-Chrome-p-22779.html
http://www.prolabscientific.com/Fil-de-Cuivre-Monobrin-Emaille-p-22778.html
2213, rue le Chatelier, Laval (Québec) H7L 5B3
Téléphone: (450) 682-5118 ou (800) 556-5226
Télécopieur: (450) 682-6468 ou (800) 556-8182

Panneau de montage pour simulation de circuit (438-1109-ND)

Digi-Key
http://search.digikey.com/scripts/DkSearch/dksus.dll?lang=en&site=US&KeyWords=438-1109-ND&x=15&y=15

Vis Chicago de 1 pouce

Hudson Supplies Inc, 2940 rue Halpern, Saint-Laurent (Québec) H4S 1R2
Téléphone: (514) 337-5005

http://www.hudson4supplies.com/fr.ca/product-7135

Persulfate de sodium (basse qualité, environ 30$/Kg)

Abra electronics Inc.

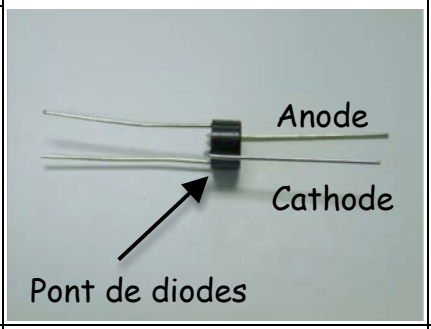
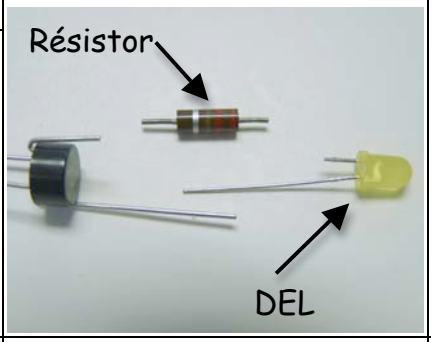
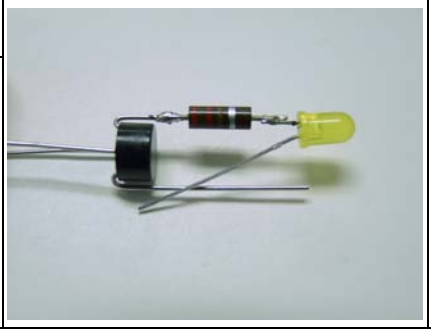
http://www.abra-electronics.com/products/4101-1KG-MG-Sodium-Persulphate.html

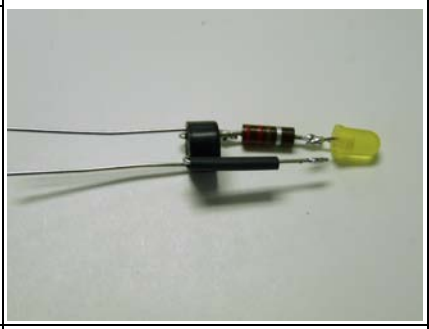
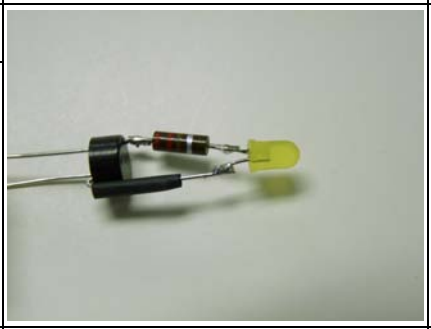
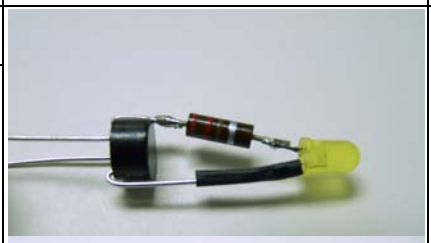
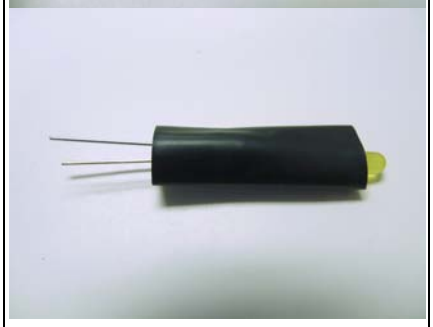
Plaque de circuit photosensible

Présensibilisée sur 1 côté, épaisseur 1/16, 8 x 12, #630

http://www.mgchemicals.com/products/600.html

Annexe 2 (DEL protégée)

GAMME DE FABRICATION ET GAMME D'ASSEMBLAGE			
ÉLÉMENT : **DEL PROTÉGÉE**			
ACTIVITÉ : **SAE «Prendre le champ»** (Activité d'apprentissage : le condensateur)			
N°	**PHASE, SOUS-PHASE OU OPÉRATION**	**PHOTO OU DESSIN**	**PIÈCES, OUTILLAGE**
10	**PLIAGE**		
11	Plier la cathode (-) et l'anode (+) du pont de diodes en direction opposée aux électrodes d'entrée (courant alternatif). **Note** : Tous les ponts de diodes de forme cylindrique peuvent faire l'affaire.		- Pont de diodes (diamètre ≈ 9 mm) (W01GDI-ND 0,45$)
20	**AJUSTAGE**		
21	À l'aide d'une pince coupante, couper l'anode du pont et de la DEL à une longueur de ≈5 mm.		- Résistor (220 Ω, ½ watt) (220H-ND 0,13$) - DEL jaune (5 mm, 2.1 V) (754-1284-ND 0,12$)
22	À l'aide d'une pince coupante, couper les électrodes du résistor à une longueur de ≈5 mm.		- Pince coupante
30	**SOUDAGE**		
31	À l'aide de fil à souder et d'un fer, souder l'une des électrodes du résistor à l'anode du pont.		- Fer à souder - Fil à souder
32	À l'aide de fil à souder et d'un fer, souder l'électrode libre du résistor à l'anode de la DEL.		

40	**AJUSTAGE**		
41 42 43	À l'aide d'une pince coupante, couper la cathode de la DEL à une longueur de ≈5 mm. Couper aussi le surplus de la cathode du pont. Insérer 15 mm d'une gaine thermorétractable sur la cathode.		- Gaine thermorétractable (diamètre de 2 mm) - Pince coupante
50	**SOUDAGE**		
51	À l'aide d'un fer à souder et d'étain, souder ensemble les cathodes du pont et de la DEL.		- Fer à souder - Fil à souder
60	**CHAUFFAGE**		
61 62 63	Déplacer la gaine thermorétractable sur la soudure à protéger. À l'aide d'un pistolet thermique chauffer la gaine thermorétractable de la cathode jusqu'à ce qu'elle épouse parfaitement la soudure. À l'aide d'un pistolet thermique chauffer la gaine principale jusqu'à ce qu'elle épouse parfaitement l'ensemble.		- Gaine thermorétractable (diamètre 10 mm) - Pistolet thermique
			