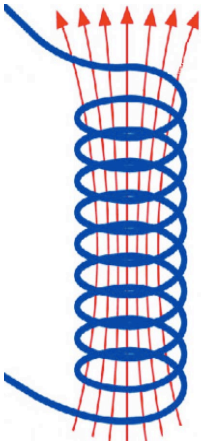
centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

Document de travail



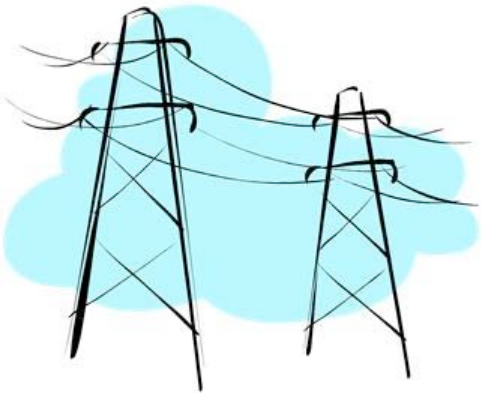
PRENDRE LE CHAMP

(GAUSSMÈTRE SIMPLIFIÉ)



CAHIER DE L'ÉLÈVE

Février 2013



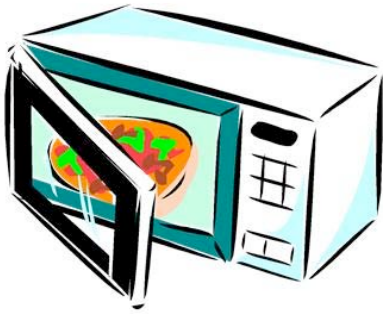


Table des matières

Voici votre mandat 3

Réchauffons-nous un peu 5

Il est temps d'en savoir un peu plus! 6

- Composants électroniques 7
- Pouvez-vous reconnaître ces composants? 10
- Caractéristiques du résistor fixe 11
- Résistor variable (laboratoire dirigé) 12
- Diode (laboratoire dirigé) 16
- Condensateur (laboratoire dirigé) 19
- Solénoïde (laboratoire dirigé) 22
- Transistor (laboratoire dirigé) 28
- Fabrication d'une plaque de circuit imprimé 31
- Contrôler l'état de conductibilité d'une plaque de circuit imprimé 37
- Soudure à l'étain 39

Fabrication du circuit du gaussmètre 43

Cahier des charges du boîtier du gaussmètre 44

Conception du boîtier et montage du gaussmètre 45

Intégration et réinvestissement 48

Annexe 1 (prototype de boîtier incomplet) 50

Annexe 2 (composants externes du gaussmètre) 51

Voici votre mandat

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.





Plusieurs appareils qui nous entourent utilisent des courants alternatifs. Ces appareils sont susceptibles d'émettre des champs électromagnétiques. Quelles sont l'intensité et la configuration de ces champs?

Depuis plusieurs années, de nombreuses études se sont penchées sur les effets que peuvent avoir ces champs sur les humains. Les auteurs, les protocoles de recherche et les conclusions sont très variables selon l'étude consultée. Il est intéressant de s'informer afin de développer notre esprit critique. Il faut cependant s'assurer de valider et de multiplier les sources d'informations afin de croiser les données et les conclusions recueillies.



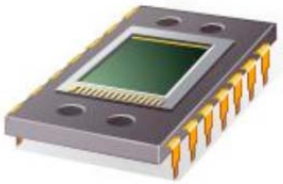
Les installations électriques des fournisseurs d'électricité comme Hydro Québec fonctionnent le plus souvent en courant alternatif. Quelle est l'intensité des champs électromagnétiques autour des lignes à haute tension? Il serait également intéressant d'étudier ces champs. Une façon de se familiariser sur ce sujet est d'effectuer notre propre détection d'éventuels champs électromagnétiques.

Votre défi :
Vous familiariser aux bases de l'électronique afin de fabriquer un appareil de détection de champs électromagnétiques. Pour y parvenir, vous aurez à utiliser vos connaissances scientifiques et technologiques de paire avec vos qualités de concepteur pour vous assurer d'une cueillette de données aisée.



L'informatique et le réseau Internet occupent une place de plus en plus importante dans nos vies. On écrit, on compte, on présente, on compose de la musique à l'aide de l'informatique. On *chat*, on *surf*, on *twitte*, on *blogue* sur la toile. À l'aide de cette technologie, on peut faire plus vite, plus beau, plus captivant. Ce monde virtuel nous semble presque magique. On en vient presque à oublier ce qu'il y a à l'intérieur de ces petites merveilles que sont téléphones intelligents, tablettes électroniques, GPS et ordinateurs.

Pour la plupart des gens, l'électronique de ces circuits est tout à fait inaccessible. Il va sans dire que la miniaturisation actuelle rend ceux-ci extrêmement complexes. À ce sujet, voici une vidéo qui vous montre comment on fabrique des **circuits intégrés** sur gaufre de silicium. La propreté de l'endroit, où on les fabrique est extrême. C'est la raison pour laquelle on l'appelle salle blanche. Les ingénieurs qu'on y voit à l'œuvre sont habillés de la sorte non pas pour se protéger, mais pour protéger les circuits de toute contamination.



Fabrication d'un circuit intégré, en salle blanche, sur une gaufre de silicium
http://www.youtube.com/watch?v=6zh4lIQtNCI

Il ne sera pas possible pour nous d'en faire autant. Nous nous contenterons de fabriquer un **circuit imprimé**, ce qui est beaucoup plus simple. L'appareil que vous construirez se nomme gaussmètre. Il sert à détecter les champs électromagnétiques, d'où le nom de cette SAE « Prendre le champ ».

Voici essentiellement ce que nous vous proposons de faire au cours de cette SAE pour vous aidez à relever le défi :

- Apprendre à reconnaître les composants de base d'un circuit imprimé.
- Étudier chacun des composants de façon à comprendre sommairement son fonctionnement.
- Fabriquer un circuit imprimé à l'aide d'une résine photosensible aux rayons UV.
- Souder les composants sur le circuit et brancher les composants externes.
- Concevoir le boîtier du gaussmètre en fonction du circuit et des composants externes.
- Contrôler l'état de fonctionnement du gaussmètre.

Allez, maintenant, au travail!



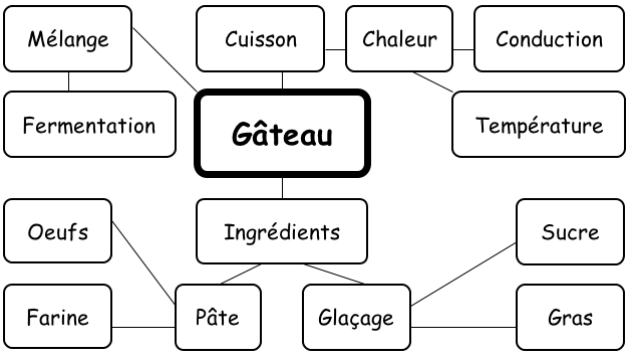
Réchauffons-nous un peu

Au cours de la dernière année, vous avez eu l'occasion d'étudier plusieurs concepts liés à l'électricité. Cette section vous permettra de vous rafraîchir la mémoire.

Construisez maintenant un réseau des concepts vus antérieurement. Celui-ci vous permettra de vérifier si vous comprenez bien les notions de base nécessaires à la compréhension des composants électroniques. Bâtir ce réseau vous permettra d'organiser vos connaissances sous la forme d'une carte visuelle.

Banque de mots : fil, disjoncteur, fonction d'alimentation, plastique, pile, fonction de conduction, gaine, courant électrique, interrupteur à poussoir, verre, métal, batterie, source de courant, fusible, contact (borne), interrupteur à bascule, fonction d'isolation, cuivre, fonction de protection, fonction de commande, électron

Exemple d'un réseau de concepts



Réseau de concepts

Génie électrique

Il est temps d'en savoir un peu plus!



Il est temps maintenant de commencer à démystifier l'électronique. Nous vous présentons maintenant diverses activités qui vous permettront de mieux comprendre comment chacun des composants ciblés fonctionne. Après coup, nous pourrons aborder la fabrication d'un circuit imprimé sur lequel ces composants interagiront.

Activités d'apprentissage abordées

1. **Composants électroniques**
   - Description des composants électroniques
   - Exercice de reconnaissance du composant et de son symbole

2. **Résistor**
   - Caractéristiques du résistor fixe
   - Résistor variable

3. **Condensateur**
   - Condensateur céramique
   - Condensateur électrolytique

4. **Diode**
   - **D**iode **é**lectro**l**uminescente (DEL)
   - Diode ordinaire

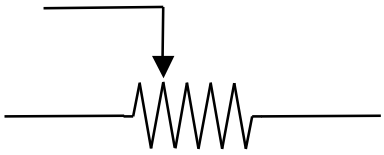
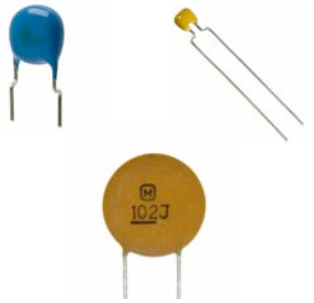
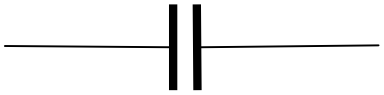
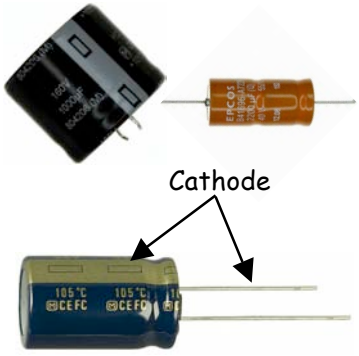
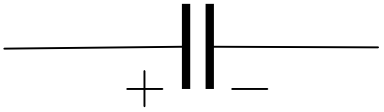
5. **Solénoïde**
   - Électroaimant
   - Relais
   - Bobine seule (inductance) ⇒ Induction électromagnétique

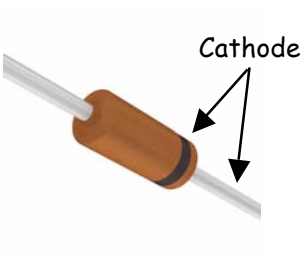
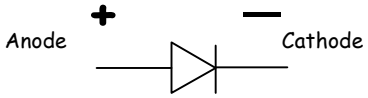
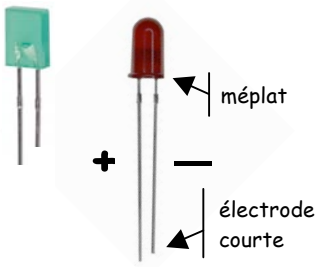
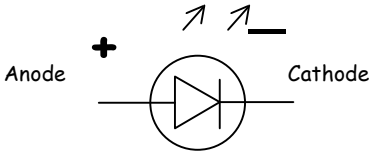
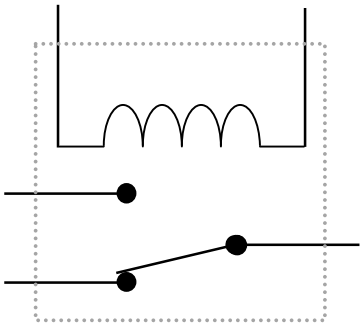
6. **Transistor**

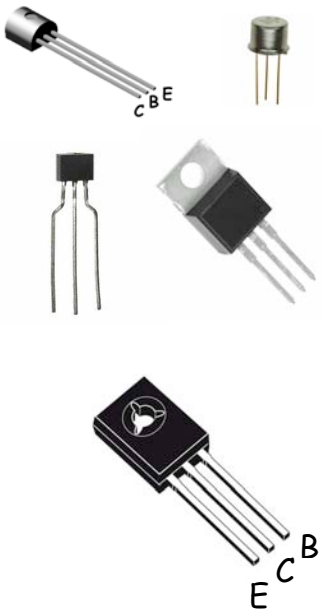
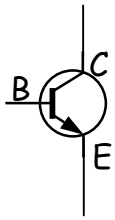
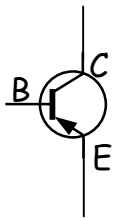
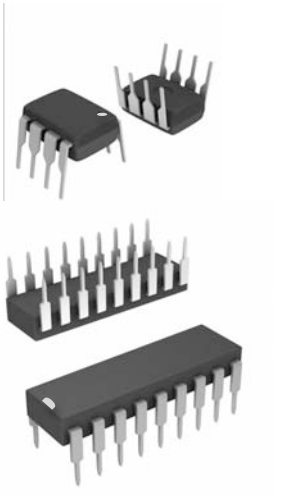
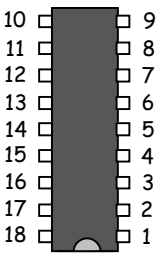
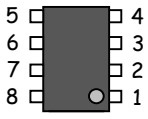
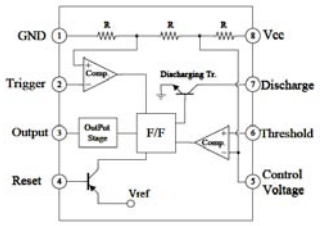
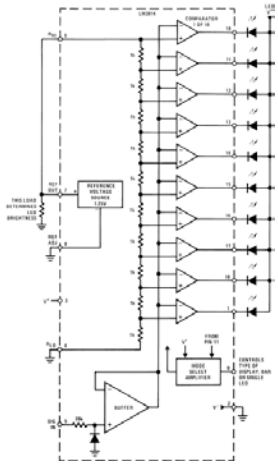
7. **Théorie sur les circuits imprimés**
   - Fabrication de la plaque
   - Contrôle de son état de conductibilité
   - Soudure à l'étain

Composants électroniques

Voici maintenant la description des composants ciblés par le programme du cours d'ATS de quatrième secondaire. Identifiez chacun de ces composants parmi ceux distribués.

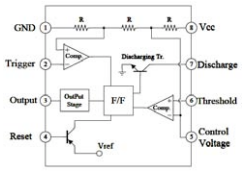
Nom et description	Photo	Symbole
RÉSISTOR		
Résistor fixe Un résistor a une résistance (R) fixe que l'on mesure en ohm (Ω). Un code formé de bandes de couleurs indique sa valeur.		
Résistor variable La résistance d'un résistor variable peut être ajustée de 0 Ω à une valeur déterminée inscrite sur son dos.		
CONDENSATEUR		
Condensateur céramique Un condensateur a une capacité (C) que l'on mesure en farad (F). Cette valeur est habituellement inscrite sur son côté.		
Condensateur électrolytique Ce type de condensateur a une capacité plus grande. Il est polarisé et sa cathode (-) est habituellement indiquée par des signes négatifs. Sa capacité et la tension maximum à ne pas dépasser y sont inscrites.		

Nom et description	Photo	Symbole
DIODE		
Diode ordinaire Une diode est un composant polarisé. La cathode (-) est indiquée par un trait à l'une de ses extrémités.		
Diode électroluminescente Une DEL peut émettre plusieurs couleurs et est polarisée. La cathode (-) est habituellement indiquée par l'électrode la plus courte et par un méplat.		
SOLÉNOÏDE		
Relais Le relais est toujours composé d'un électroaimant et de lamelles de contact. La tension d'opération du solénoïde ainsi que le courant maximum des lamelles sont indiqués sur son boîtier.		
Solénoïde seul Un solénoïde a une inductance (L) que l'on mesure en henry (H).		

Nom et description	Photo	Symbole
TRANSISTOR BIPOLAIRE		
Il existe de nombreux types de transistor. Nous nous intéressons ici qu'au transistor bipolaire. Ce transistor est composé de 3 électrodes : l'émetteur (E), la base (B) et le collecteur (C). La position de celles-ci varie en fonction du modèle utilisé. Le numéro du transistor est inscrit sur son côté. Il existe 2 grandes familles de transistors bipolaires : le types PNP et NPN		 Type NPN  Type PNP
CIRCUIT INTÉGRÉ		
Il existe une multitude de circuits intégrés (puces) différents. Chaque année qui passe en voit naître de nouveaux. Ils sont composés d'un grand nombre de composants élémentaires. On peut donc y trouver des résistors, des transistors, des diodes, etc. Son numéro est inscrit sur le dessus. Ses bornes sont habituellement numérotées comme sur les dessins de droite. La marque circulaire indique la borne numéro 1. L'encoche indique l'extrémité où débute et se termine la numérotation.	  	 

Pouvez-vous reconnaître ces composants?

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



( )

(A)
Résistor fixe

( )



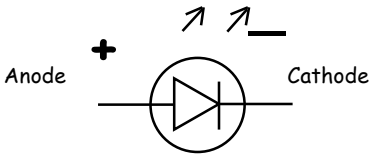


( )

(B)
Résistor variable

( )



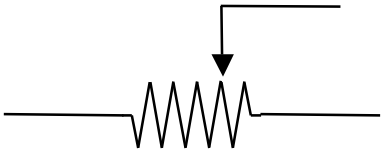


( )

(C)
Condensateur céramique

( )



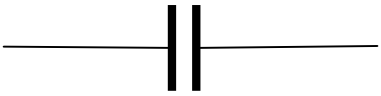


( )

(D)
Condensateur électrolytique

( )



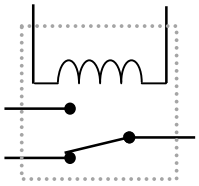


( )

(E)
Diode ordinaire

( )

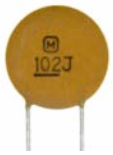


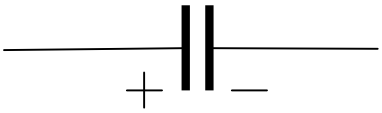


( )

(F)
Diode électroluminescente

( )



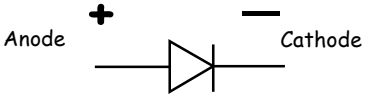


( )

(G)
Relais

( )





( )

(H)
Solénoïde seul

( )

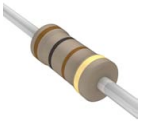


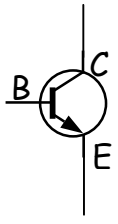


( )

(I)
Transistor bipolaire

( )





( )

(J)
Circuit intégré

( )



Caractéristiques du résistor fixe

Un résistor fixe est caractérisé par sa résistance et sa capacité de puissance de dissipation. Le gaussmètre que nous fabriquerons est composé de plusieurs de ces résistors. Pour les identifier, vous aurez à utiliser le code de couleurs suivant.

Puissance du résistor

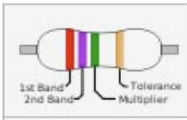
Pour ce qui est de la puissance, il s'agit de la puissance maximale qu'un résistor peut dissiper par effet joule (sous forme de chaleur lors du passage d'un courant électrique). Dans ce contexte, il est possible d'avoir sous la main deux résistors de 500 Ω de dimension et de fabrication très différentes. Il est fort à parier que le plus gros est le plus robuste et qu'il pourra, dans un circuit donné, dissiper plus de chaleur sans se briser. Pour la fabrication de notre gaussmètre, des résistors de $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{4}$ de watt feront l'affaire puisque les courants en cause dans ce circuit sont très faibles.



Résistance du résistor

La résistance d'un résistor indique sa faculté à résister au passage d'un courant électrique. Plus la résistance est grande, plus il faudra une grande tension pour forcer le courant électrique à passer à travers le résistor. La loi d'Ohm décrit parfaitement ce phénomène.

Pour ce qui est du code de couleur[1] de droite, il est composé de quatre barres. Les trois premières indiquent la résistance en ohm (Ω) tandis que la dernière indique la précision de cette résistance. Il va sans dire que plus un résistor est précis, plus son coût sera élevé.

		1er anneau gauche	2e anneau gauche	Dernier anneau gauche	Anneau droite
Couleur		1er chiffre	2e chiffre	Multiplicateur	Tolérance
	noir	0	0	10^0=1	
	marron	1	1	10^1	± 1 %
	rouge	2	2	10^2	± 2 %
	orange	3	3	10^3	
	jaune	4	4	10^4	
	vert	5	5	10^5	± 0,5 %
	bleu	6	6	10^6	± 0,25 %
	violet	7	7	10^7	± 0,10 %
	gris	8	8	10^8	± 0,05 %
	blanc	9	9	10^9	
	or			0,1	± 5 %
	argent			0,01	± 10 %
	(absent)				± 20 %

[1] www.Wikipedia.org (résistance)

Résistor variable (laboratoire dirigé)

Le résistor variable est une pièce très utilisée en électronique. Nous avons même eu l'occasion de l'utiliser à mainte reprise. Chaque fois que nous tournons un bouton pour régler le volume du son d'un appareil, il est très probable que nous tournions un résistor variable. Il existe aussi des résistors variables dont le curseur se déplace en ligne droite. Les contrôles de certains appareils audio sont de ce type.



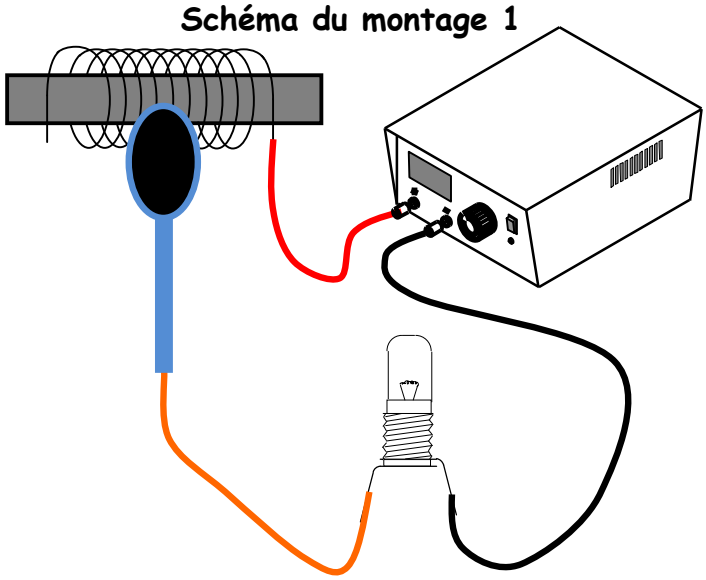
Il est possible de simuler un résistor variable à l'aide d'un enroulement de fil de nichrome et d'une petite cuillère métallique.

Utilisation d'un résistor variable (2 contacts)

Matériel 1

- 1 source de courant (10 volts)
- 3 fils à pinces alligators
- 1 ampoule incandescente de 12 volts **(non colorée)**
- 1 enroulement de fil de nichrome[2] n° 28
- 1 petite cuillère en métal

Schéma du montage 1



Manipulations 1

1. Monter le circuit ci-dessus
2. Appuyer la cuillère à l'extrémité de droite de l'enroulement de fil.
3. Mettre la source sous tension et l'ajuster au maximum.
4. Faire glisser la cuillère vers la gauche en la gardant en contact avec l'enroulement.
5. Observer la luminosité de l'ampoule et noter les observations.

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

Observations (manipulations 1)

_____

_____

_____

Analyse du phénomène 1

Question 1

Lorsqu'on glisse la cuillère sur l'enroulement, à quelle extrémité l'intensité lumineuse est-elle plus grande?

_____

Question 2

Pourquoi l'intensité lumineuse faiblit-elle en déplaçant la cuillère vers la gauche?

_____

_____

Question 3

Que se passerait-il si l'enroulement comprenait deux fois plus de tours?

_____

_____

Question 4

Le nichrome conduit mal le courant électrique comparativement au cuivre. Quel résultat obtiendrions-nous si nous remplacions l'enroulement de nichrome par un enroulement de fil de cuivre de même section et de même longueur?

_____

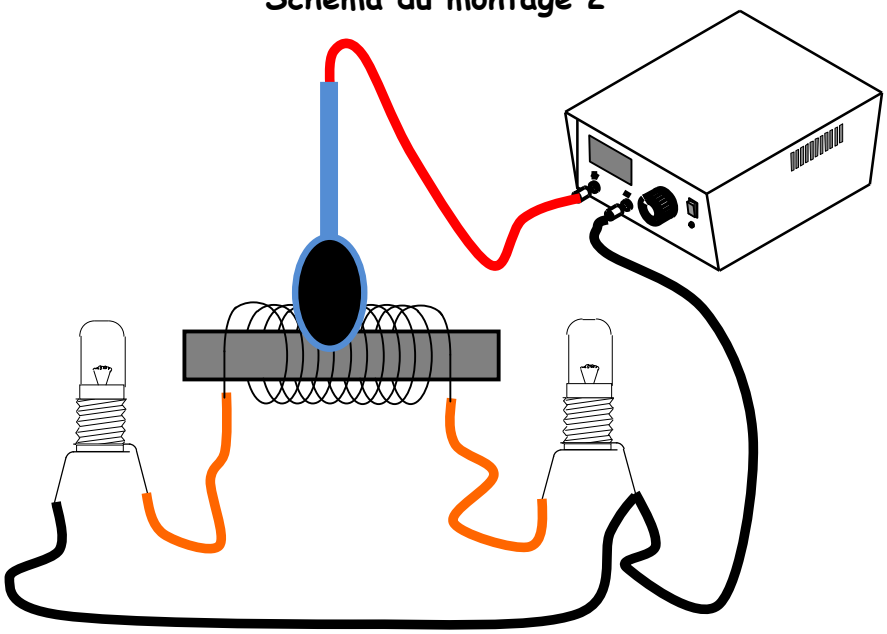
_____

Utilisation d'un résistor variable (3 contacts)

Matériel 2

- 1 source de courant (10 volts)
- 5 fils à pinces alligators
- 2 ampoules incandescentes 12 volts **(non colorée)**
- 1 enroulement de fil de nichrome[3] n° 28
- 1 petite cuillère en métal

Schéma du montage 2



Manipulations 2

1. Monter le circuit ci-dessus
2. Appuyer la cuillère à l'extrémité de droite de l'enroulement de fil.
3. Mettre la source sous tension et ajuster la luminosité de l'ampoule de droite au maximum.
4. Faire glisser la cuillère de gauche à droite en la gardant en contact avec l'enroulement.
5. Observer la luminosité des ampoules et noter les observations.

Observations (manipulations 2)

_____

_____

_____

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

Analyse du phénomène 2

Question 1

Décrire la distribution du courant électrique au point de contact cuillère – enroulement. Qu'est-ce qui favorise un chemin par rapport à l'autre?

_____

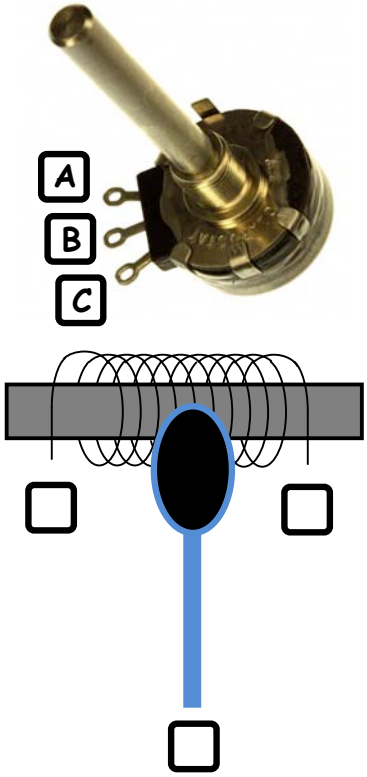
_____

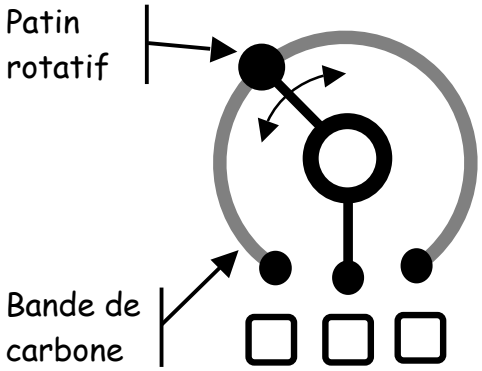
_____

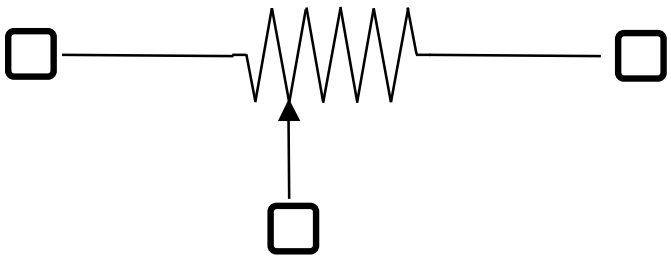
_____

Conclusion

Dans le cas de notre résistor variable, l'enroulement de nichrome est remplacé par un substrat de carbone et la cuillère par un patin conducteur. Associer, par des lettres, les bornes du résistor variable à : son dessin simplifié, son modèle et son symbole.

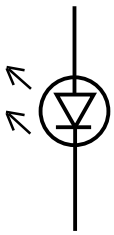




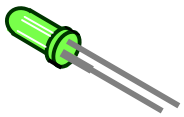


Diode (laboratoire dirigé)

Un peu de théorie



Une diode est un composant très simple. Par analogie, on peut la comparer à un tourniquet que l'on retrouve à l'entrée de certains magasins. Comme pour le tourniquet, elle laisse passer les charges électriques que dans un sens. Sur son symbole, à gauche, la flèche indique le sens conventionnel du courant électrique (soit de la borne positive à la borne négative de la source). Les diodes les plus populaires sont celles qui émettent de la lumière. On les appelle **d**iode **é**lectro**l**uminescente ou simplement DEL.

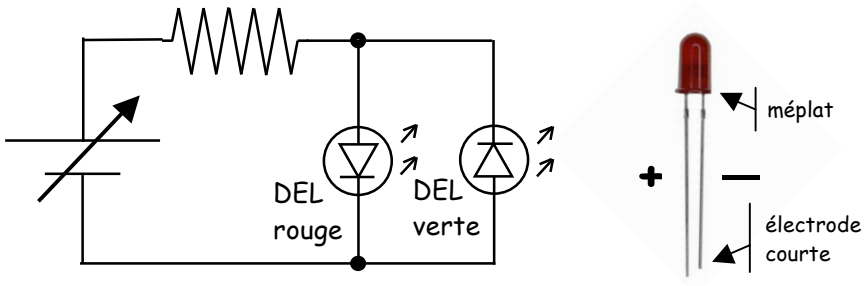


On les retrouve comme témoin lumineux sur bien des appareils, comme dans notre gaussmètre. Ils forment aussi les segments lumineux de l'affichage des fours à micro-ondes. Certaines émettent aussi de la lumière invisible pour nos yeux. C'est le cas de nos télécommandes de télévisions qui émettent à l'aide d'une DEL infrarouge (avez-vous déjà regardé l'extrémité de votre télécommande de télévision en marche avec l'appareil photo de votre téléphone cellulaire?).



Les diodes n'émettent cependant pas toutes de la lumière. Il en existe de plus robustes qui permettent le passage d'un courant beaucoup plus important que dans les DEL. Ils peuvent servir, en autres, à convertir un courant alternatif en courant continu ou simplement à aiguiller le courant vers un appareil pour l'alimenter.

Utilisation d'une diode électroluminescente

Matériel 1	Schéma du montage 1
• 1 source (10 V) • 1 résistor (≈ 250 Ω) • 5 fils à pinces alligators • 1 DEL rouge • 1 DEL verte	

Manipulations 1

1. Monter le circuit ci-dessus
2. Mettre la source sous tension à 10 V.
3. Interchanger les deux fils connectés aux bornes de la source plusieurs fois.
4. Observer et noter les observations.

Observations (manipulations 1)

_____

_____

_____

Analyse du phénomène 1

Question 1
Pourquoi les DEL se comportent-elles de cette façon?

_____

_____

Question 2
Comment peut-on reconnaître l'électrode négative (cathode) de la diode?

_____

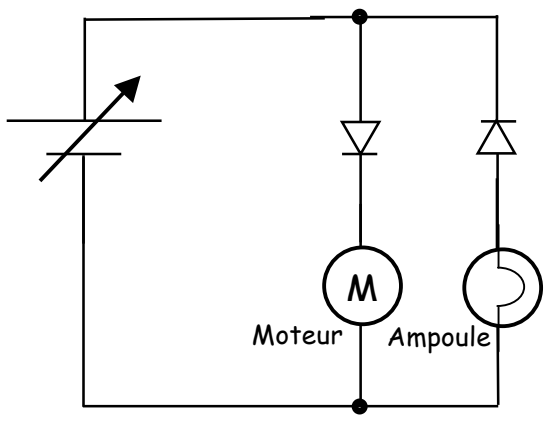
_____

Utilisation d'une diode ordinaire

Matériel 2

- 1 source (10 V)
- 6 fils à pinces alligators
- 2 diodes ordinaires
- 1 moteur électrique 12 volts
- 1 ampoule 12 volts

Schéma du montage 2



Manipulations 2

1. Monter le circuit ci-dessus
2. Mettre la source sous tension à 10 V.
3. Interchanger les deux fils connectés aux bornes de la source plusieurs fois.
4. Observer et noter les observations.

Observations (manipulations 2)

_____

_____

_____

Analyse du phénomène 2

Question 1

Quelles sont les similitudes et les différences avec le circuit précédent composé de DEL?

_____

_____

_____

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

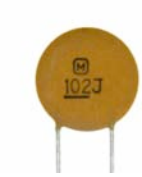
_____

_____

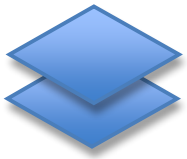
_____

Condensateur (laboratoire dirigé)

Un peu de théorie



Le condensateur est une pièce maitresse dans le domaine de l'électronique notamment dans notre gaussmètre. Il peut être utilisé à plusieurs fins. On peut l'utiliser dans des circuits qui servent à filtrer des signaux d'une certaine fréquence ou dans des oscillateurs par exemple. Ces applications sont cependant trop complexes pour nous. Simplifions le tout en disant qu'un condensateur accumule les charges électriques comme un réservoir de toilette accumule l'eau nécessaire à la chasse. La quantité de charges qu'un condensateur peut accumuler est défini comme étant sa capacité. Essentiellement, un condensateur se compose de deux plaques conductrices placées face à face, sans se toucher. Chacune des bornes du condensateur est reliée à l'une de ces plaques. Il existe deux façons d'augmenter la capacité d'un condensateur à accumuler de charges: augmenter la surface des plaques qui le composent et rapprocher ces mêmes plaques. Les condensateurs céramiques sont fabriqués selon ce modèle et n'ont pas une très grande capacité.



L'unité de mesure utilisée pour la capacité (C) est le farad (F). Cependant, cette unité n'est pas bien adaptée aux condensateurs que nous utilisons. À titre de comparaison, c'est comme si nous utilisions les kilomètres pour mesurer l'épaisseur d'une planche de bois!!! En électronique, nous ne verrons presque jamais le farad (F), nous verrons plutôt le :

- 1 microfarad → (1 μF) → 1 x 10^{-6} F → 0,000 001 F (électrolytique)
- 1 nanofarad → (1 nF) → 1 x 10^{-9} F → 0,000 000 001 F (céramique)
- 1 picofarad → (1 pF) → 1 x 10^{-12} F → 0,000 000 000 001 F (céramique)



Les condensateurs électrolytiques ont un réservoir de charges beaucoup plus important. C'est pourquoi nous utilisons le plus souvent le microfarad (μF) pour eux. Dans ce type de condensateur, la plaque est roulée de la même façon que le papier dans un rouleau de papier hygiénique. C'est pour cette raison qu'il a cette forme cylindrique. De plus, la plaque trempe dans une solution électrolytique (électrolyte) qui formera une couche isolante très mince une fois le condensateur sous tension. Cette couche mince correspond à une situation où la distance entre les plaques d'un condensateur serait très petite. C'est la raison pour laquelle les condensateurs électrolytiques sont si puissants.



La polarité des condensateurs électrolytiques est très importante. Si nous le branchons à l'inverse, la couche isolante dont nous parlions ci-dessus ne se forme pas et le condensateur entre en court-circuit. À ce moment, l'électrolyte s'échauffe et la pression interne du condensateur peut augmenter jusqu'à faire céder violemment son enveloppe.

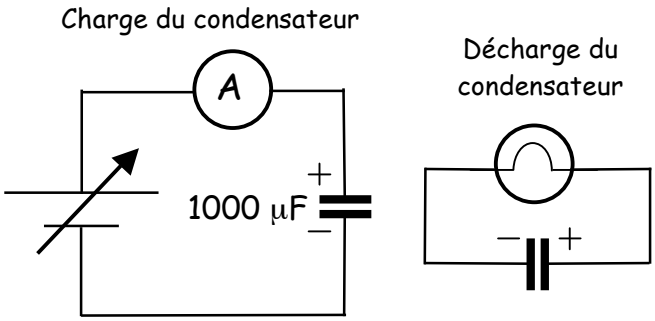
On peut alors parler d'une **mini explosion**. Attention à vos yeux dans ce cas!

Charge et décharge d'un condensateur

Matériel

- 1 source variable
- 1 ampèremètre
- 3 fils à pinces alligators
- 1 DEL protégée ou 1 ampoule incandescente de 2 V
- 1 condensateur électrolytique (≈ 1000 μF, minimum 10 V)

Schéma du montage



Manipulations

1. Monter le circuit de charge du condensateur (circuit de gauche).
2. Ajuster la source au minimum et la mettre sous tension.
3. Mettre sous tension l'ampèremètre
4. Monter la tension de la source par petits coups jusqu'à 10 V tout en observant l'ampèremètre.
5. Noter les observations.
6. Débrancher le condensateur sans baisser la tension de la source.
7. Brancher le condensateur sur la DEL protégée (ampoule) comme sur le circuit de droite et observer.
8. Noter les observations.
9. Recommencer le tout au besoin.

DEL protégée ou ampoule



Observations lors de la charge

_____

_____

Observations lors de la décharge

_____

_____

Analyse du phénomène

Question 1
Que nous indique l'ampèremètre au cours de la charge?

_____

Question 2
Pourquoi l'intensité du courant chute-t-elle lorsqu'on arrête de monter la tension?

_____

_____

Question 3
Quelle tension règne-t-il aux bornes du condensateur à la fin de la charge?

_____

Question 4
Compte tenu du temps de fonctionnement de la DEL protégée (ampoule) lors de la décharge, que peut-on affirmer à propos de la quantité de charges emmagasinées par le condensateur?

_____

Question 5
D'après vous, qu'est-ce qui différencie un condensateur d'une pile?

_____

_____

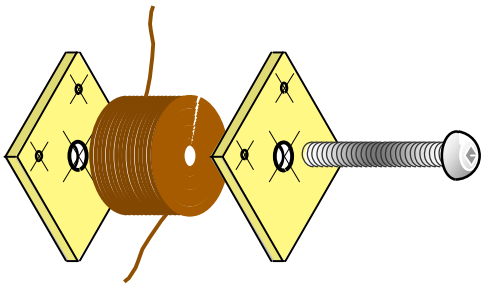
Conclusion (ce qui est important à retenir au sujet des condensateurs)

_____

_____

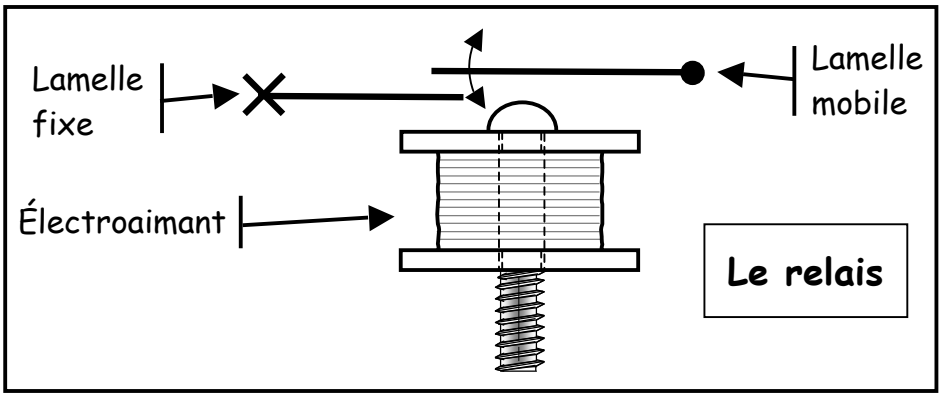
Solénoïde (laboratoire dirigé)

Un peu de théorie



Le solénoïde est un composant bien connu. Lorsqu'il est muni d'un noyau ferromagnétique, on l'appelle électroaimant. Vous avez probablement tous eu l'occasion d'expérimenter avec un électroaimant. Sinon, nous vous présentons le dessin de l'électroaimant à droite, tiré de l'activité sur le moteur à interrupteur magnétique (MIM). Il est à la base de son fonctionnement.

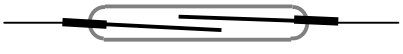
Fonctionnement du relais



Une belle application de l'électroaimant est le relais électromagnétique. Il est très pratique et son mode de fonctionnement est simple. Sur le dessin de droite, vous pouvez voir que nous avons ajouté deux lamelles ferromagnétiques au-dessus de l'électroaimant. Celle de gauche est fixe, c'est-à-dire bien attachée à son support. Celle de droite est libre de tourner autour de son axe. Elle peut donc bouger comme la flèche l'indique et aller toucher à la lamelle fixe. C'est précisément ce qui se passe lorsqu'on met l'électroaimant sous tension. Lorsqu'on envoie un faible courant dans l'électroaimant, un champ magnétique apparaît autour de lui. La lamelle mobile descend et entre en contact avec la lamelle fixe. Les deux lamelles sont en quelque sorte un interrupteur fonctionnant à l'aide d'un champ magnétique. Il est donc possible de faire passer un autre courant dans cet interrupteur. Et si les lamelles sont bien robustes, un très fort courant peut y passer. Lorsque l'alimentation de l'électroaimant est coupée, un ressort (ou autre) ramène la lamelle mobile à sa position d'origine. En résumé, voici comment fonctionne un relais :

Un faible courant alimente l'électroaimant	→ Un champ magnétique apparaît autour de l'électroaimant	→ La lamelle mobile est attirée par l'électroaimant	→ La lamelle mobile descend et entre en contact avec la lamelle fixe	→ Un fort courant peut passer entre les deux lamelles

Dans l'expérimentation qui suit, nous avons remplacé les lamelles par un interrupteur magnétique (interrupteur à lames). Les lamelles protégées par le verre offrent une meilleure protection.

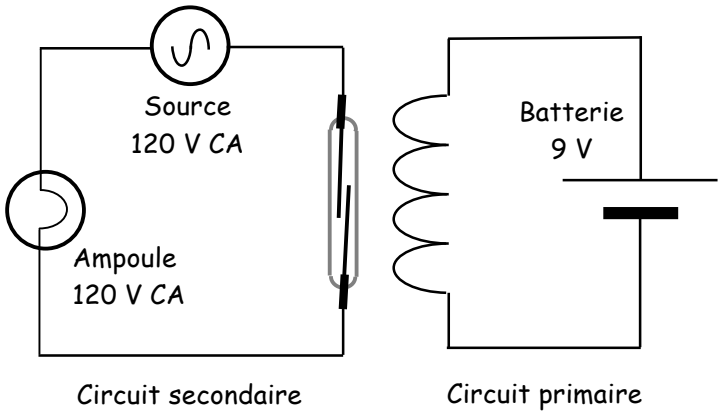


Utilisation d'un relais

Matériel 1

- 1 montage 120 V comprenant
  - 1 source 120 V CA
  - 1 interrupteur magnétique
  - 1 ampoule 120 V CA
- 1 aimant
- 1 batterie 9 V
- 1 électroaimant (du MIM)
- 2 fils à pinces alligators

Schéma du montage 1



Manipulations 1



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. Si vous n'êtes pas certain, demander l'aide au personnel technique ou enseignant.
2. Brancher le montage dans une prise de courant 120 V.
3. Vérifier que le montage 120 V fonctionne en approchant l'aimant de l'interrupteur magnétique.
4. Si le montage est opérationnel, monter le circuit de droite sans brancher la batterie.
5. Positionner l'électroaimant de façon à ce que son noyau soit le plus près possible d'une des lamelles de l'interrupteur magnétique.
6. Brancher et débrancher la batterie et observer.

Observations (manipulations 1)

_____

_____

_____

Analyse du phénomène 1

Question 1
Quelle est la tension du circuit primaire à courant continu?

_____

Question 2
Écrivez la loi d'Ohm et isolez la variable I.

_____

Question 3
L'intensité électrique (I) est le débit (nombre de charges par seconde) de charges électriques passant dans un corps. Lors d'une électrocution, plus ce débit de charges est grand, plus il y a libération de chaleur qui peut endommager les tissus.
À partir de l'équation précédemment isolée (loi d'Ohm), expliquez pourquoi la tension de 120 V du secteur est plus dangereuse que la tension d'une batterie 9 V. Pour les fins du calcul, supposons que la résistance du corps est de 1000 Ω.

_____

_____

Question 4
À partir de l'équation précédente isolée, expliquez pourquoi le fait de mouiller nos doigts rend un courant électrique plus dangereux lorsqu'on touche aux conducteurs.

_____

_____

Question 5
Sachant qu'une forte intensité électrique engendre un fort dégagement de chaleur, quelles devraient être les caractéristiques d'un interrupteur contrôlant un circuit à grande intensité?

_____

_____

Question 6

D'après vous, pourquoi utilise-t-on des relais dans le circuit de démarrage d'une voiture ou dans le circuit de contrôle d'un ascenseur?

_____

_____

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

_____

_____

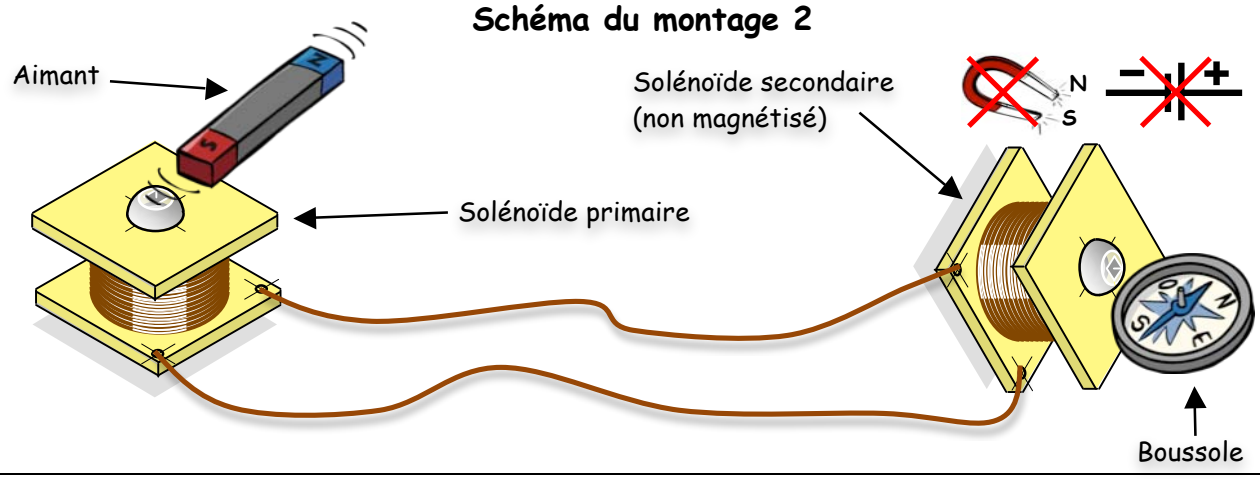
Vous savez maintenant que lorsqu'on fait passer un courant électrique dans un solénoïde, il génère un champ magnétique autour de lui. Ce que vous ne savez peut-être pas, c'est que l'inverse est aussi possible. Un champ magnétique peut aussi générer un courant électrique dans certaines conditions. Ce principe est à la base du fonctionnement de notre gaussmètre, il s'agit de l'induction électromagnétique.

Induction électromagnétique

Matériel 2

- 1 solénoïde primaire (électroaimant du MIM)
- 1 solénoïde secondaire (non magnétisé)
- 1 aimant puissant (terres rares)
- 1 boussole
- 2 longs (≈ 1m) fils à pinces alligators (ou deux fils à pinces alligators moins longs mis bout à bout)

Schéma du montage 2



Manipulations 2

1. Monter le circuit de la page précédente.
2. Déposer la boussole à plat juste devant l'axe du solénoïde secondaire. (Pour ce faire, on doit la déposer sur un support non magnétique comme un bloc de bois.)
3. La boussole indiquera naturellement le nord magnétique terrestre (s'il n'y a pas de rémanence dans le noyau). Tourner le système ***solénoïde secondaire*** – ***boussole*** de façon à placer l'aiguille de la boussole perpendiculairement à l'axe du solénoïde.
4. Approcher rapidement et éloigner rapidement l'aimant du solénoïde primaire.
5. Observer la boussole et noter vos observations.
6. De la même façon, approcher l'aimant du solénoïde primaire et cesser de le bouger.
7. Observer la boussole et noter vos observations.

Observations 2a (lorsque l'aimant est agité le plus près possible du primaire)

_____

_____

Observations 2b (lorsque l'aimant est immobile, le plus près possible du primaire)

_____

_____

Analyse du phénomène 2

Question 1

Que nous indique l'oscillation de l'aiguille de la boussole?

_____

_____

Question 2
La présence d'un aimant immobile près du solénoïde primaire est-elle suffisante pour induire un courant dans le circuit?

_____

_____

Question 3
Que faut-il faire pour induire un courant dans le circuit?

_____

_____

Question 4
Le courant électrique généré par Hydro-Québec est un courant alternatif. Les appareils alimentés par ce courant alternatif génèrent un champ magnétique variable. C'est comme s'il y avait des aimants qui bougeaient à l'intérieur de ceux-ci (voir le solénoïde primaire sur le schéma du montage 2) **Quel composant, à l'intérieur du gaussmètre, sera capable de détecter ces champs magnétiques variables?**

_____

Question 5
Est-ce que le gaussmètre sera capable de détecter le champ magnétique d'un aimant immobile**?**

_____

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

_____

_____

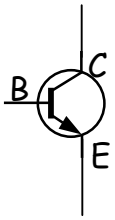
_____

Transistor (laboratoire dirigé)

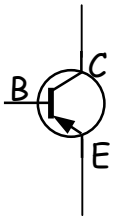
Un peu de théorie



Le transistor est à la base de l'électronique moderne. Notre gaussmètre en compte un en tant que tel, mais son circuit intégré en compte un très grand nombre. L'image de droite représente le transistor utilisé dans notre circuit. Il existe plusieurs familles de transistors (à effet de champ, Darlington, etc.), mais nous nous limiterons au type bipolaire. La façon dont ils sont fabriqués (leur structure interne) ne sera pas abordée. Vous aurez l'occasion d'aborder ces sujets en électrotechnique au collège, en génie ou en physique à l'université.



Type NPN

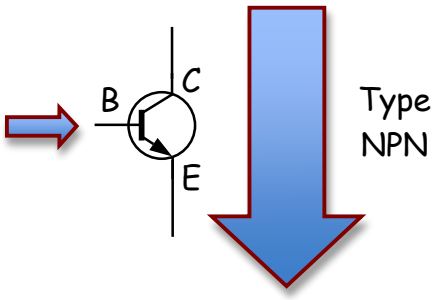


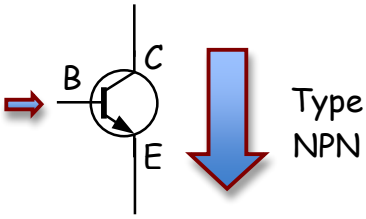
Type PNP

Les transistors bipolaires se divisent en deux types, les **PNP** (positif, négatif, positif) et les **NPN** (négatif, positif, négatif. Les PNP et NPN peuvent effectuer le même travail et ont des caractéristiques généralement équivalentes. On utilise l'un ou l'autre en fonction de l'architecture de notre circuit.

Au cours de cette expérimentation, nous nous limiterons au type NPN puisque nous l'utiliserons dans le circuit de notre gaussmètre.

Ce type de transistor a 3 électrodes : la **base (B)**, le **collecteur (C)** et l'**émetteur (E)**. Sur son symbole, la flèche indique le sens conventionnel du courant électrique (soit de la borne positive à la borne négative de la source). En gros, le transistor agit comme **un amplificateur** d'intensité de courant. Lorsqu'un petit courant arrive par la base, le transistor laisse passer un courant proportionnel, mais beaucoup plus grand, entre son collecteur et son émetteur. Si le courant de la base diminue un peu, le gros courant diminuera proportionnellement.





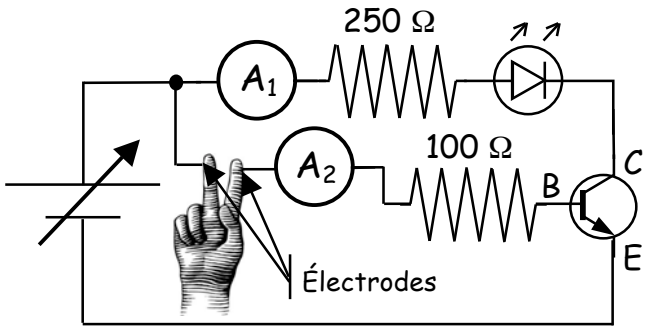
L'expérimentation qui suit vous permettra de mettre en évidence le pouvoir d'amplification du transistor. Le circuit que vous allez monter peut servir de **détecteur d'humidité**. Avec ce circuit, on peut vérifier si la terre d'un pot de fleurs est assez humide ou si vous avez les mains moites. Comme les transistors peuvent se mettre les uns à la suite des autres, imaginez leur pouvoir d'amplification collectif…

Amplification d'un transistor

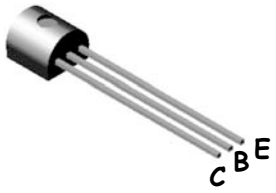
Matériel

- 1 source variable de courant
- 1 ampèremètre (en mode 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



Manipulations



1. Monter le circuit ci-dessus en introduisant l'ampèremètre en position «A_1» (voir le schéma du transistor).
2. Ajuster la tension de la source à 9 volts.
3. Vérifier le circuit en touchant les deux électrodes (la DEL devrait alors s'illuminer à pleine puissance).
4. Fermer votre poing un moment de façon à rendre votre main moite.
5. Appliquer les électrodes sur vos doigts moites comme sur le schéma ci-dessus.
6. Positionner les doigts de façon à obtenir une intensité constante.
7. Noter l'intensité de l'ampèremètre.
8. Recommencer les étapes 4 à 7 en introduisant l'ampèremètre en position «A_2»
9. Vérifier (pour le plaisir) si le courant peut passer dans le corps de deux personnes (former une boucle en donnant la main à votre coéquipier).

Tableau de données	
Intensité de courant de l'ampèremètre en position «A_1» (ampère)	
Intensité de courant de l'ampèremètre en position «A_2» (ampère)	

Analyse du phénomène

Question 1

Dans quelle position l'ampèremètre mesure-t-il l'intensité la plus importante?

_____

Question 2
Calculer le rapport des intensités mesurées (intensité plus grande / intensité plus petite).

Question 3
Quelle est la signification du rapport calculé à la question précédente?

_____

_____

Question 4
Dans le circuit du gaussmètre, à quoi servira le transistor?

_____

_____

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

_____

_____

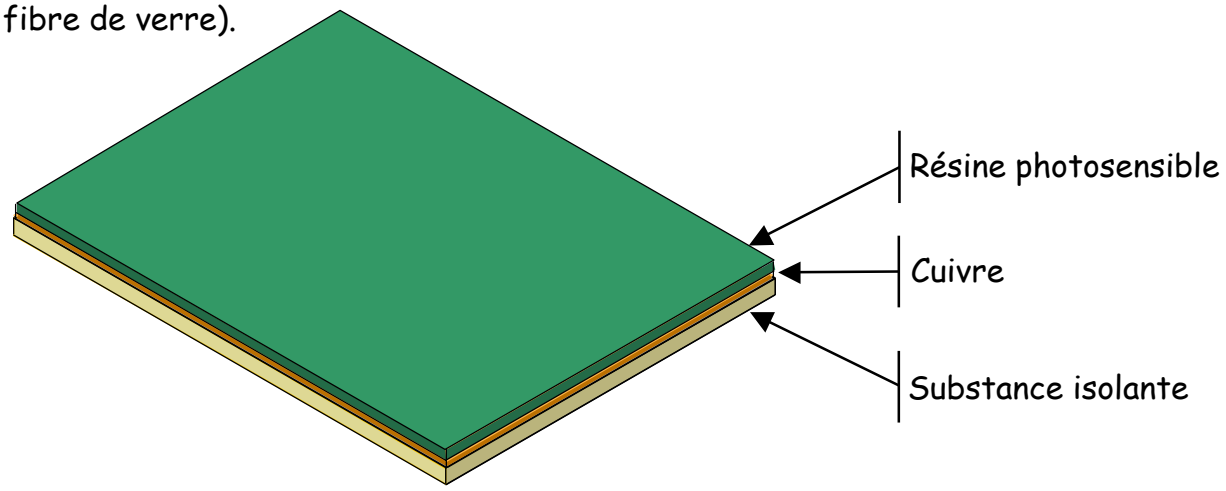
_____

Fabrication d'une plaque de circuit imprimé

La première étape que vous aurez à franchir dans la fabrication de votre gaussmètre est la fabrication de la plaque de votre circuit imprimé. On se servira de substances chimiques ainsi que du rayonnement ultraviolet (UV) au cours du processus. Bien que notre façon de procéder soit moins sophistiquée qu'en usine, il est intéressant de voir comment les professionnels procèdent. Voici donc un court reportage sur le sujet.

Fabrication d'un circuit imprimé en usine
http://www.dailymotion.com/video/x3vap4_comment-c-est-fait-cartes-de-circui_tech

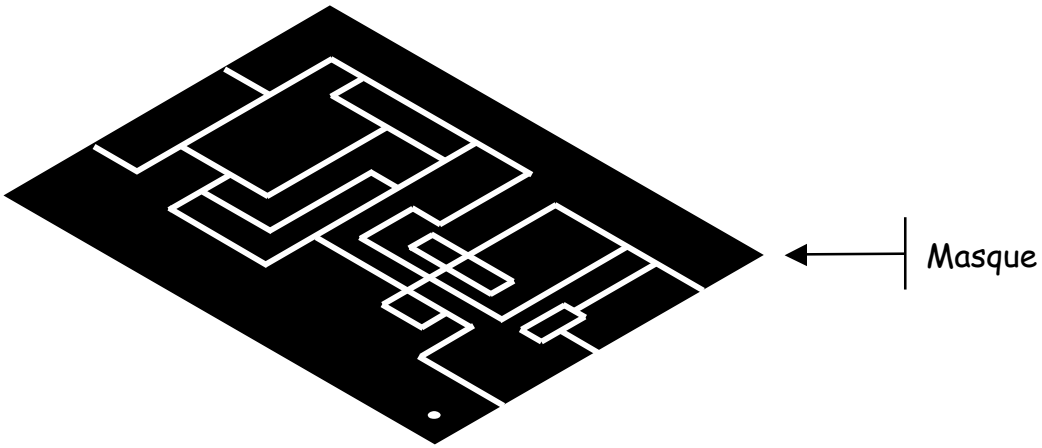
Fabrication d'un circuit imprimé à l'aide d'une plaque photosensible
Les plaques photosensibles sont composées de trois couches distinctes. La première couche généralement verte est une résine sensible aux rayonnements UV (résine photosensible). La deuxième est une fine couche de cuivre qui est un excellent conducteur d'électricité. Et la dernière couche est constituée d'une substance isolante et résistante à la chaleur (exemple : plastique thermodurcissable comme l'époxy et la fibre de verre).



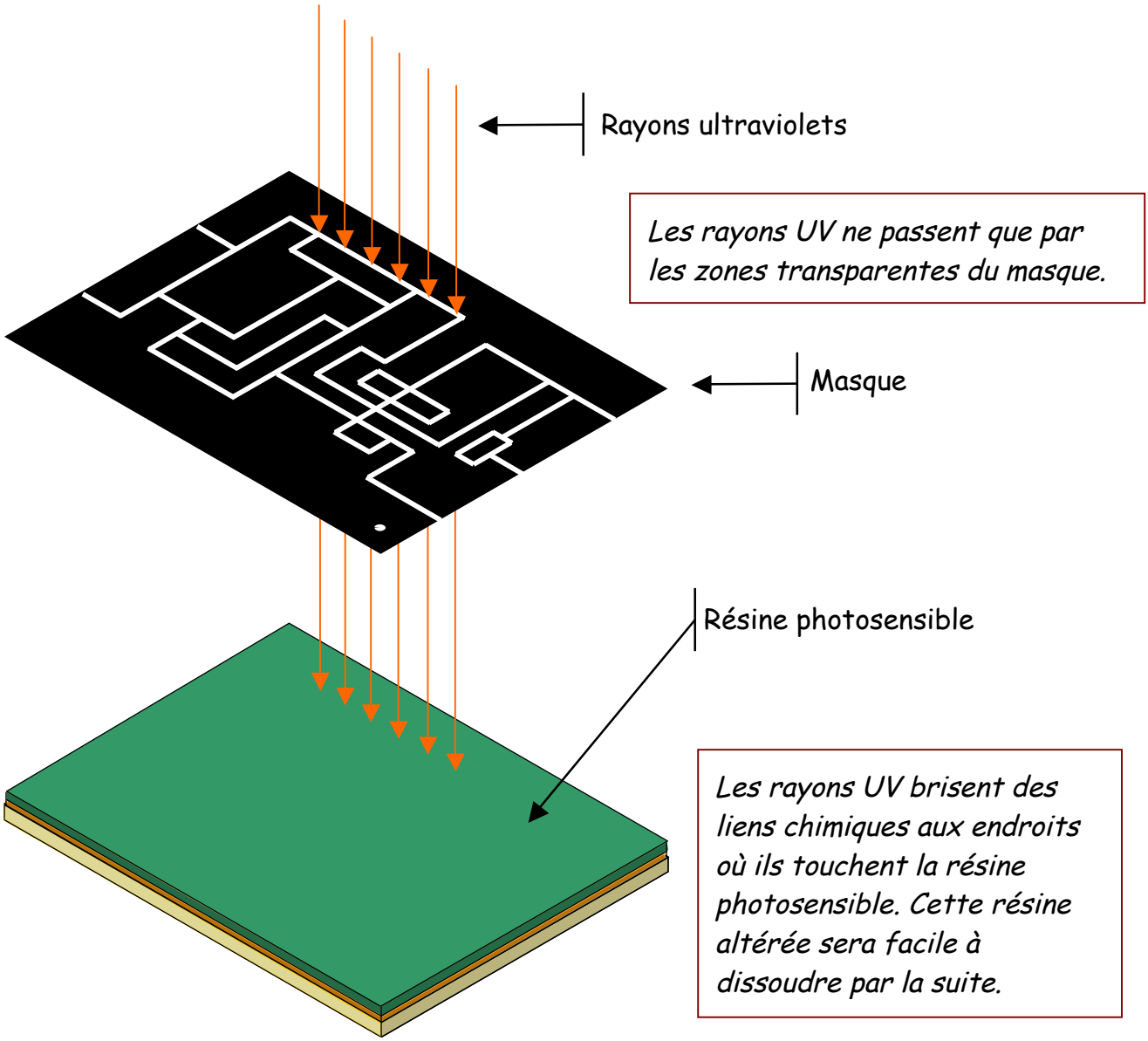
Vous trouverez, aux pages suivantes, un résumé du processus que vous utiliserez lors de la fabrication de la plaque du circuit imprimé du gaussmètre. Le processus compte six étapes :

1. impression du masque sur un transparent d'acétate (typon);
2. insolation de la résine photosensible à l'aide du rayonnement ultraviolet (UV);
3. dissolution de la résine photosensible exposée aux rayonnements UV;
4. gravure du circuit en retirant le cuivre non protégé par la résine photosensible;
5. mise à nu du cuivre en retirant le reste de la résine photosensible non exposée;
6. étamage du cuivre afin de prévenir son oxydation et pour faciliter la soudure.

Impression du masque sur un transparent (acétate)

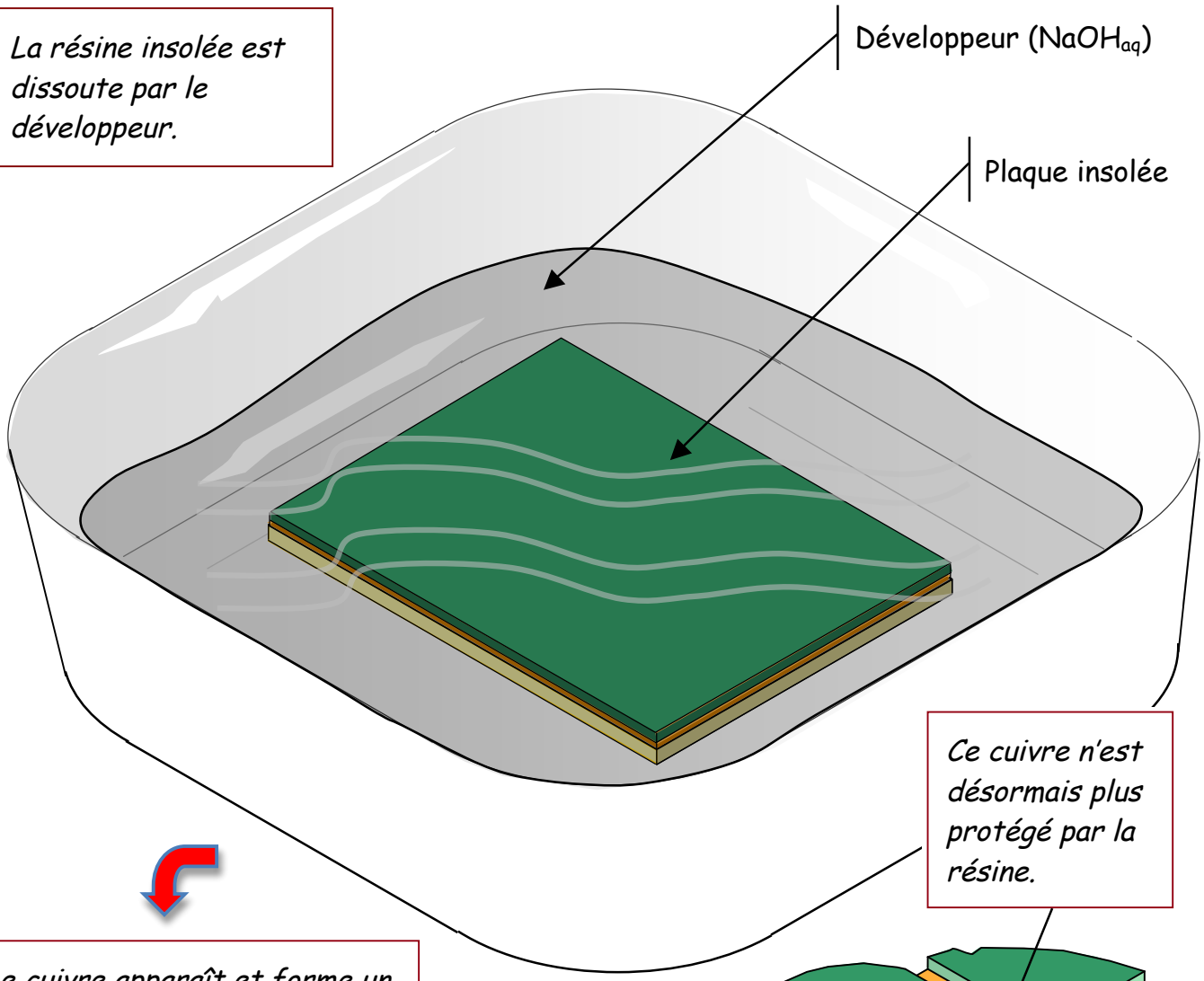


Insolation de la résine photosensible à l'aide du rayonnement ultraviolet

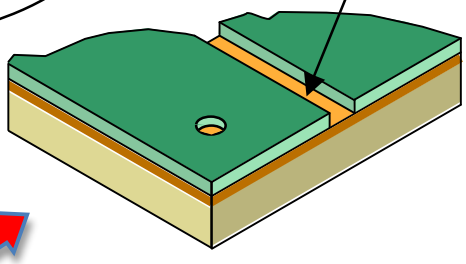


Développement de la plaque par dissolution de la résine exposée

La résine insolée est dissoute par le développeur.

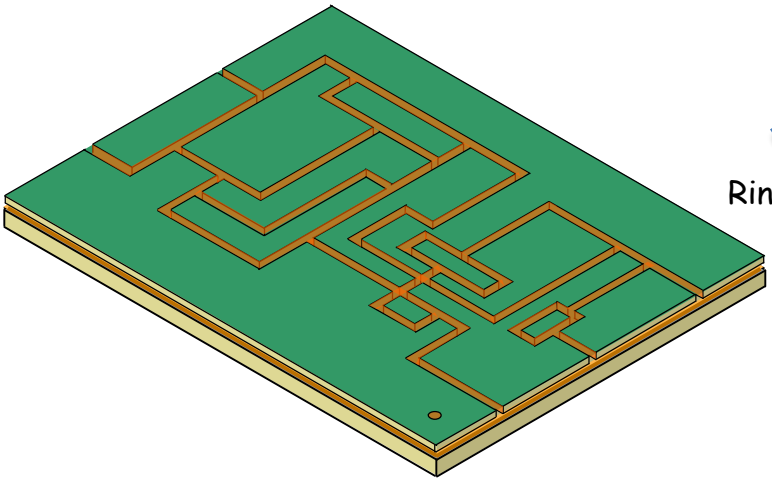


Ce cuivre n'est désormais plus protégé par la résine.



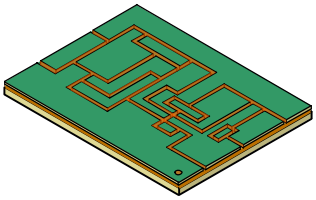
Rinçage à l'eau

Le cuivre apparaît et forme un patron dans la résine.

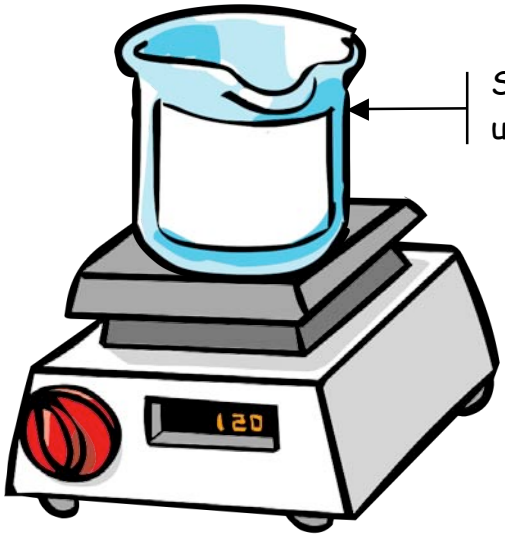


Attention! *À cette étape la résine est fragile, il faut manipuler les plaques avec soin. Une éventuelle éraflure pourrait engendrer un défaut dans le circuit.*

Gravure de la plaque pour retirer le cuivre non protégé



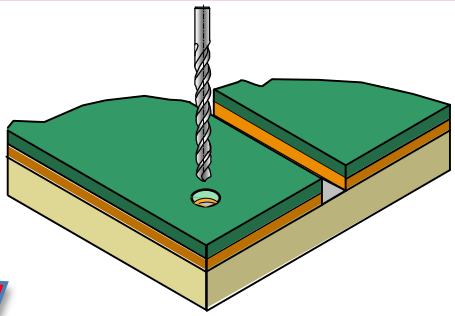
Plaque avec certaines zones où le cuivre n'est plus protégé.



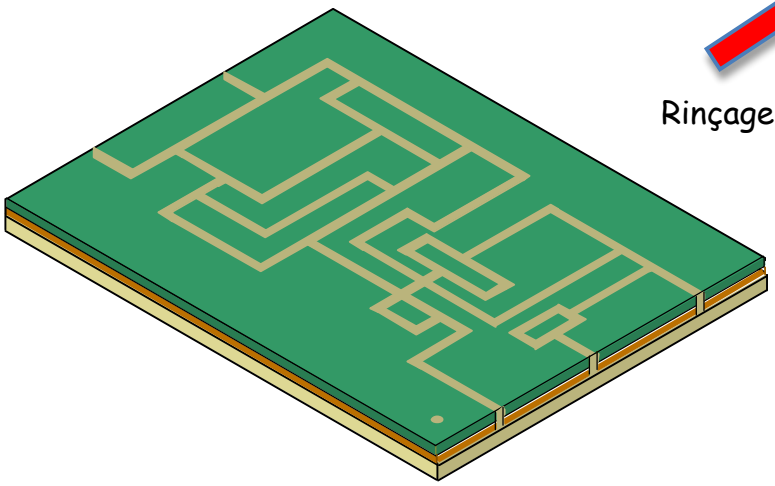
Solution de persulfate de sodium à 40 °C sur une plaque chauffante agitatrice.

Le cuivre à nu est dissout pour former des frontières isolantes.

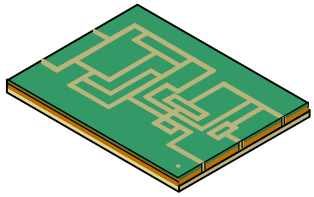
Note *: C'est le moment idéal pour percer les trous nécessaires à la fixation des composants sur la plaque (les trous sont bien visibles et la mèche est guidée par ceux-ci).*



Rinçage à l'eau



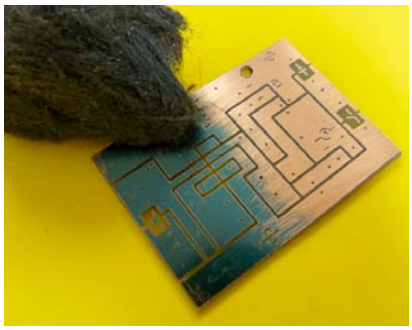
Mise à nu du cuivre en retirant la résine restante



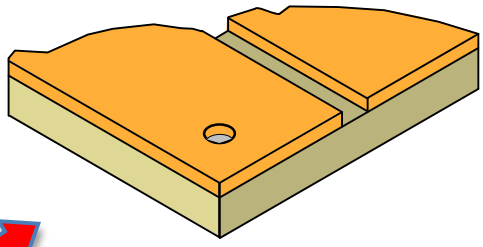
Plaque formée de zones conductrices bien délimitées et recouvertes de résine.

Note *: La résine a fait son travail, elle peut maintenant être retirée.*

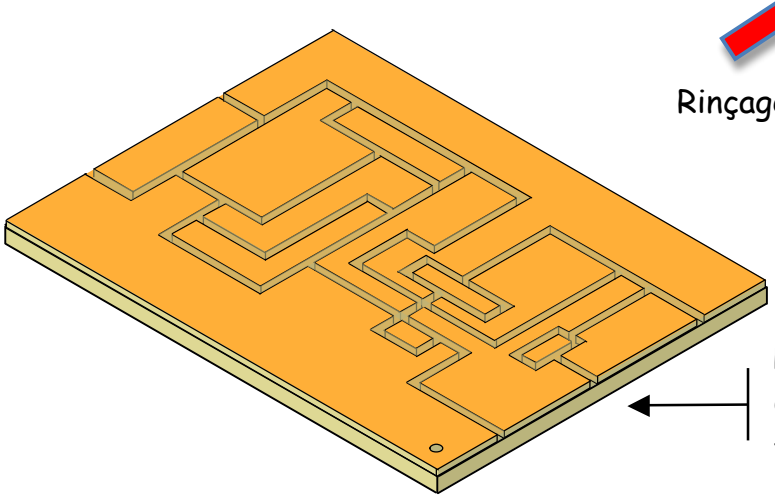
La résine est complètement retirée en frottant à l'aide d'une laine d'acier.



Attention! *À cette étape la surface de cuivre doit demeurer bien propre. Il faut éviter de toucher le cuivre avec les doigts car du gras pourrait alors contaminer la surface et empêcher l'étain de se déposer à l'étape suivante.*



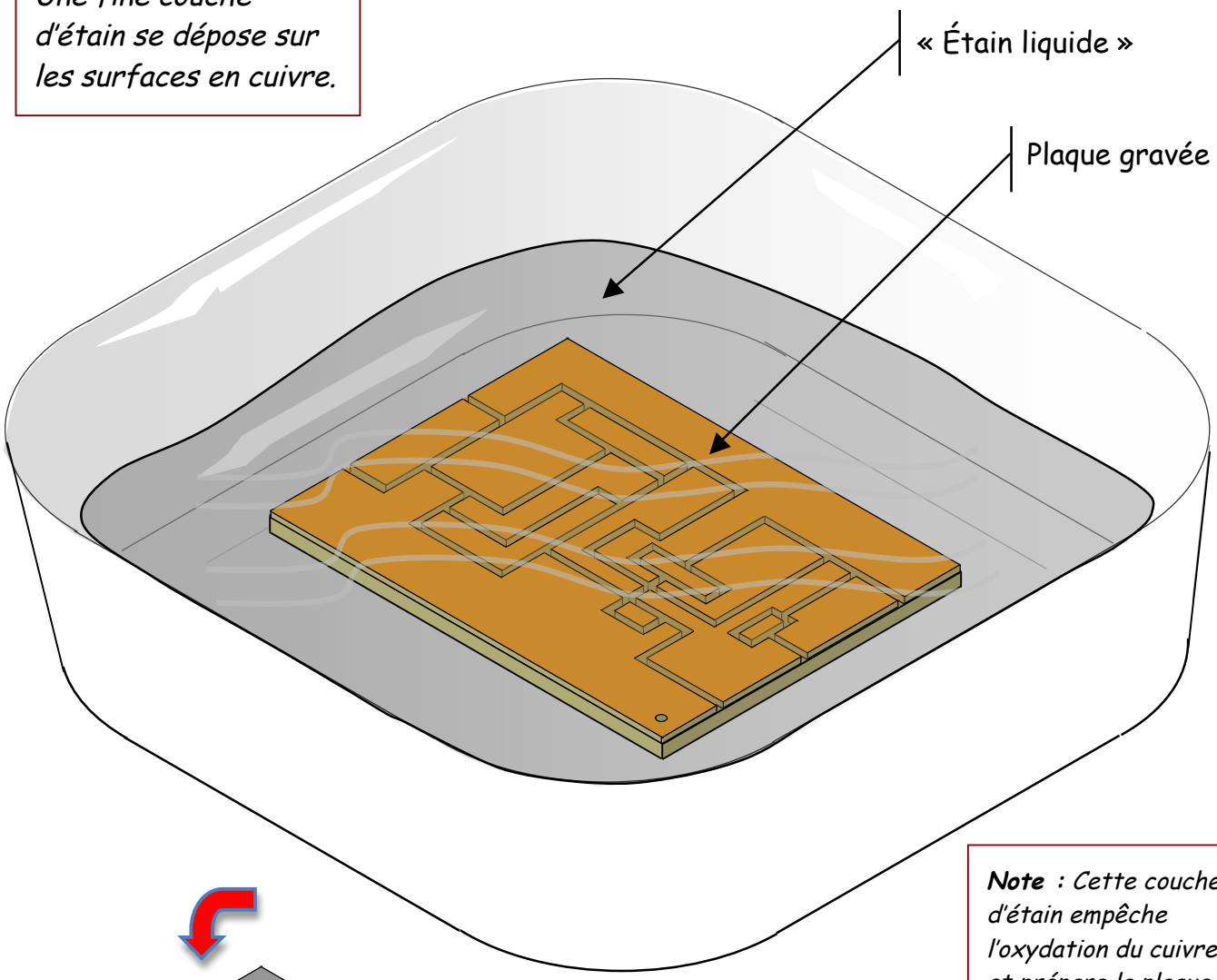
Rinçage à l'eau



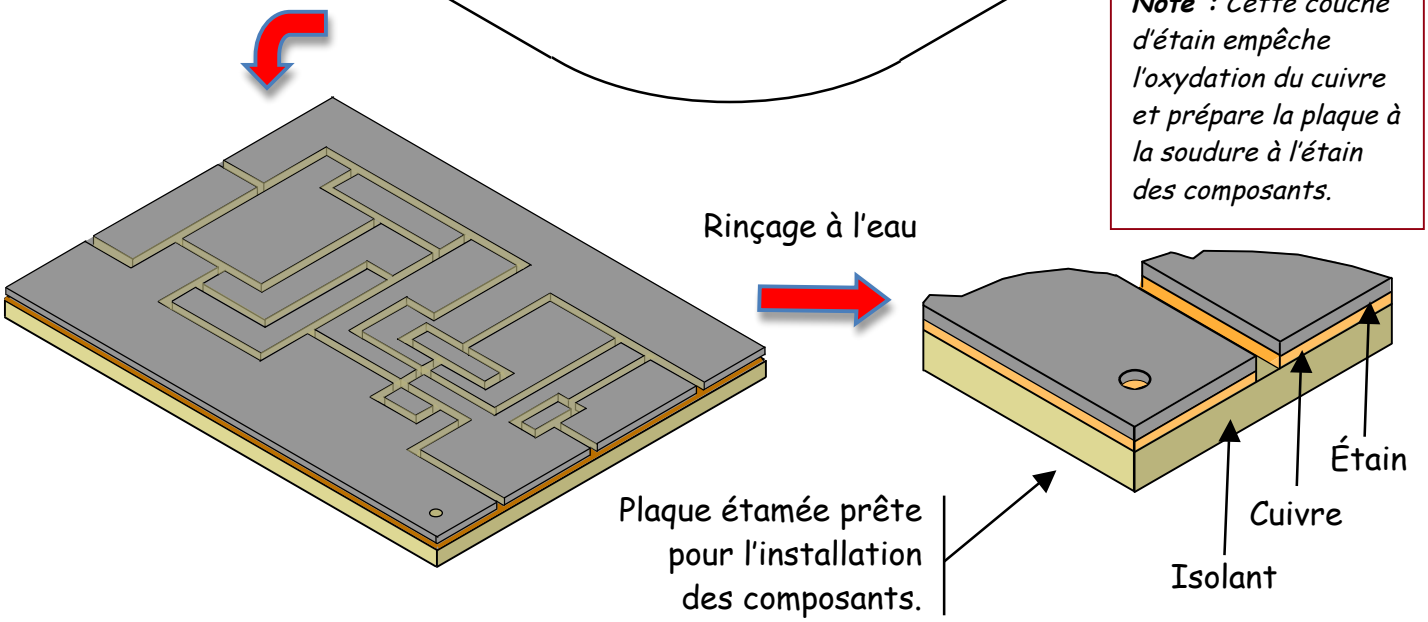
Plaque formée de zones conductrices de cuivre bien délimitées et de frontières isolantes.

Étamage de la plaque à l'aide d'une solution « d'étain liquide »

Une fine couche d'étain se dépose sur les surfaces en cuivre.

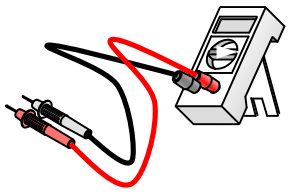


Note *: Cette couche d'étain empêche l'oxydation du cuivre et prépare la plaque à la soudure à l'étain des composants.*



Contrôler l'état de conductibilité d'une plaque de circuit imprimé

À titre d'exemple, voici le circuit imprimé d'un gaussmètre. Dans ce dessin, les zones grises sont conductrices et étamées à l'étain. Les lignes blanches sont des frontières isolantes dépourvues de conducteur.



Dans un premier temps, il s'agirait de contrôler la conductibilité électrique de chaque zone. Un défaut de fabrication peut survenir lorsqu'on égratigne la résine photosensible avant l'étape de la gravure. Prenons par exemple la zone «A» texturée ci-dessous, il s'agirait de vérifier la bonne conductibilité entre deux points éloignés à l'aide d'un multimètre en mode conduction. Si la conductibilité était bonne, il faudrait cocher les points de contrôle dans le tableau ci-dessous. Lorsque la zone a une forme plus complexe, plusieurs mesures sont nécessaires. Advenant un défaut, une soudure peut rétablir la conduction.

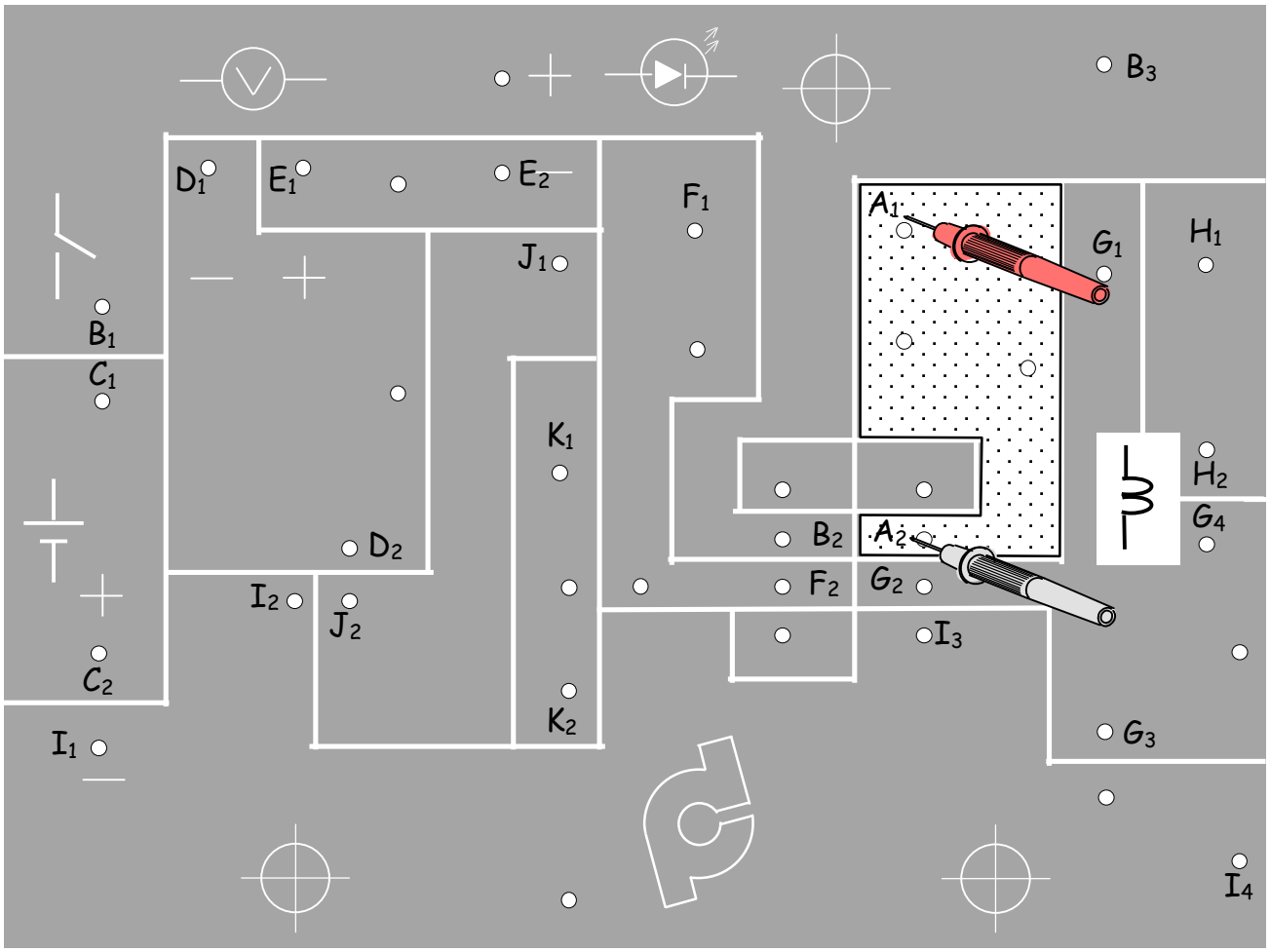


Tableau de vérification de la bonne conductibilité des zones							
Points de contrôle	✔	Points de contrôle	✔	Points de contrôle	✔	Points de contrôle	✔
A_1 à A_2		B_1 à B_2		B_1 à B_3		C_1 à C_2	
D_1 à D_2		E_1 à E_2		F_1 à F_2		G_1 à G_2	
G_1 à G_3		G_1 à G_4		H_1 à H_2		I_1 à I_2	
I_1 à I_3		I_1 à I_4		J_1 à J_2		K_1 à K_2	

Dans un deuxième temps, il s'agirait de vérifier si les frontières sont bien isolantes. Un défaut de fabrication peut être généré lorsqu'on superpose les masques ou lorsqu'on les imprime.



Cette fois-ci, il s'agirait de vérifier que le courant électrique ne passe pas entre des zones adjacentes (voir l'exemple ci-dessous entre la zone **A** et **B**). Si l'isolation était adéquate, il faudrait cocher les points de contrôle dans le tableau ci-dessous. Advenant un défaut, il est possible de séparer deux zones en grattant les frontières à l'aide de la pointe d'un couteau à plastique.

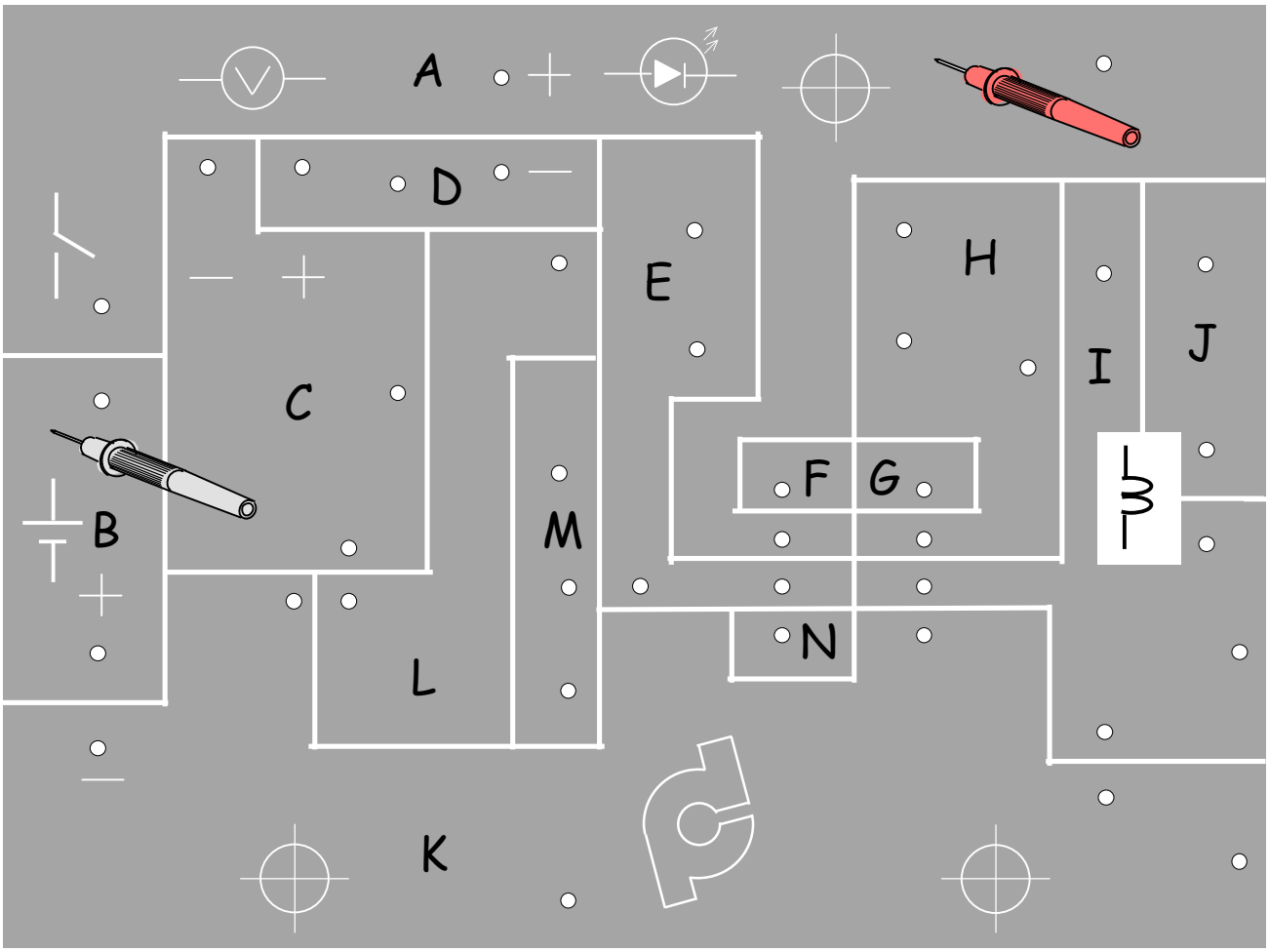


Tableau de vérification de l'isolation des frontières							
Points de contrôle	✔	Points de contrôle	✔	Points de contrôle	✔	Points de contrôle	✔
A et B		A et C		A et D		A et E	
A et F		A et G		A et H		A et I	
A et J		K et B		K et C		K et L	
K et M		K et E		K et N		K et I	
B et C		C et D		C et L		D et L	
D et E		L et E		L et M		M et E	
E et N		E et I		E et H		N et I	
F et G		F et H		G et H		H et I	
I et J							

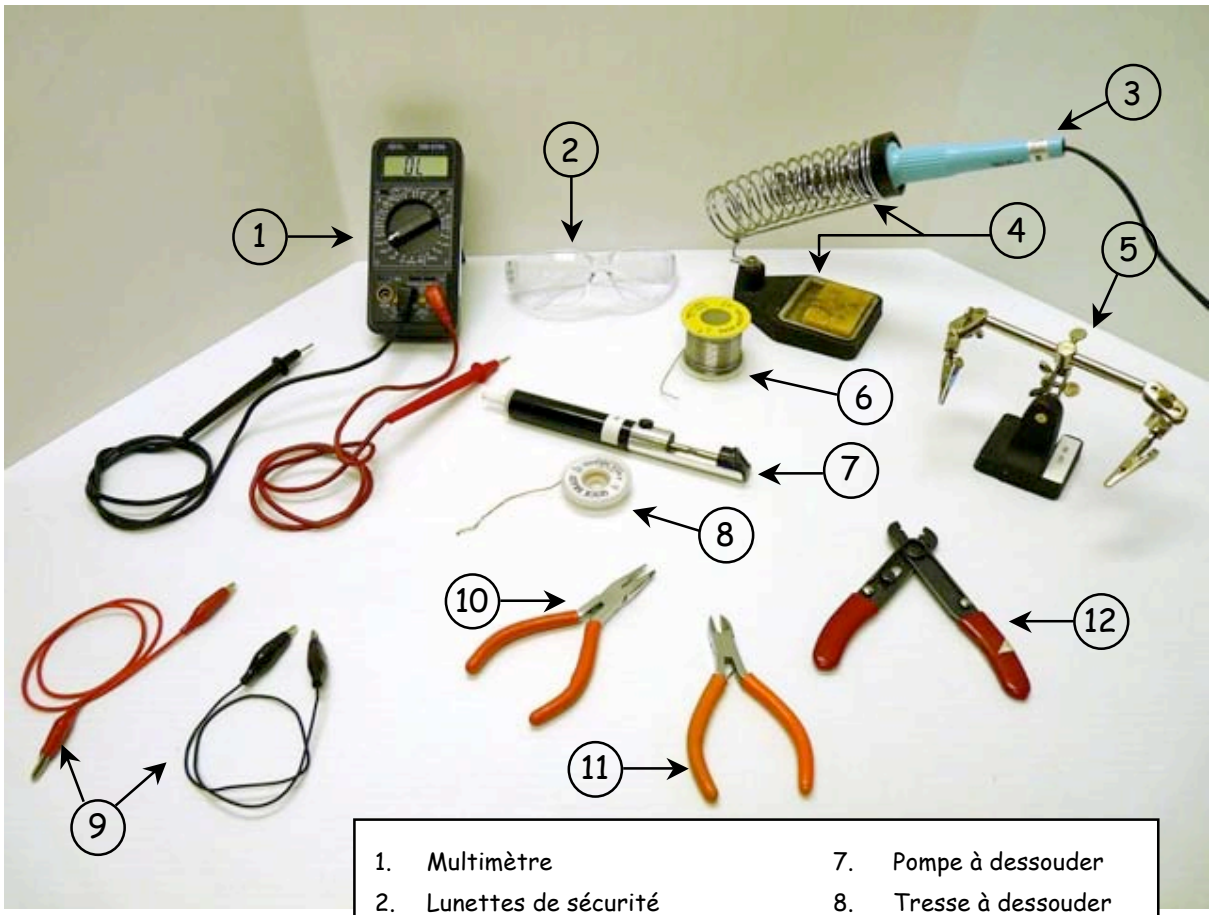
Soudure à l'étain



La soudure (brasure) à l'étain[4] repose sur quelques principes de base simples. Son but premier est d'assurer une excellente conductibilité électrique entre différents conducteurs (électrodes métalliques d'un composant, circuit imprimé, fils,…). **Pour effectuer une soudure parfaite, il faut savoir que les deux conducteurs doivent avoir une température supérieure au point de fusion du fil à souder**. Pour atteindre les températures voulues, il faut favoriser le transfert de chaleur du fer chaud vers les conducteurs.
Dans le cas de soudures sur un circuit imprimé, il faut contrôler son état de conductibilité électrique (validation) **avant** d'implanter les composants.



Instruments utilisés pour la soudure et la validation



1. Multimètre
2. Lunettes de sécurité
3. Fer à souder
4. Support à fer avec éponge
5. Étau porte-carte (étau à souder)
6. Fil à souder (étain)
7. Pompe à dessouder
8. Tresse à dessouder
9. Fils à pinces alligator
10. Pinces à long bec
11. Pinces coupantes
12. Pinces à dénuder

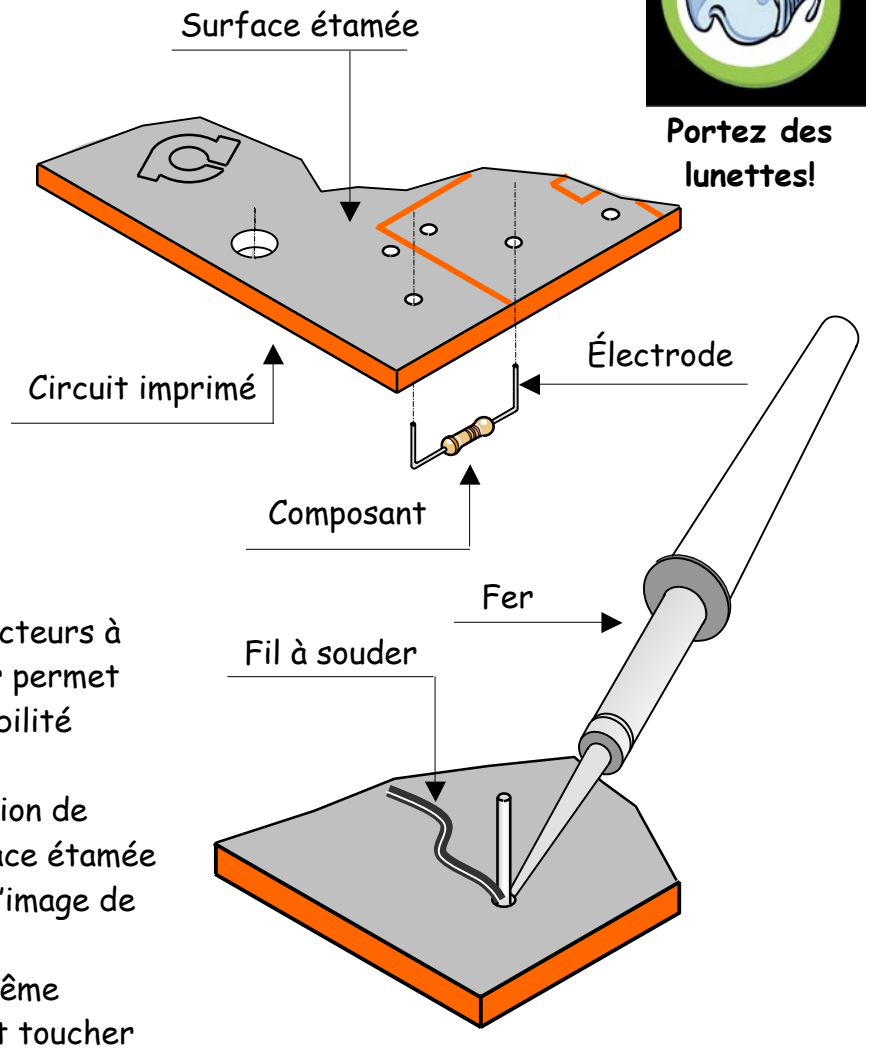
[4] Une vidéo sur la soudure à l'étain est disponible sur le site du CDP.

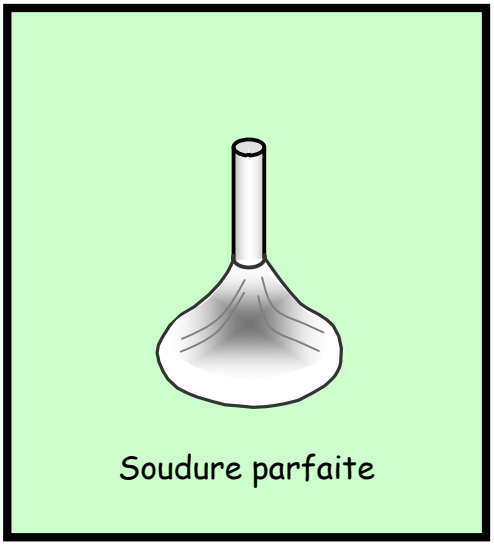
Comment effectuer une bonne soudure



Portez des lunettes!

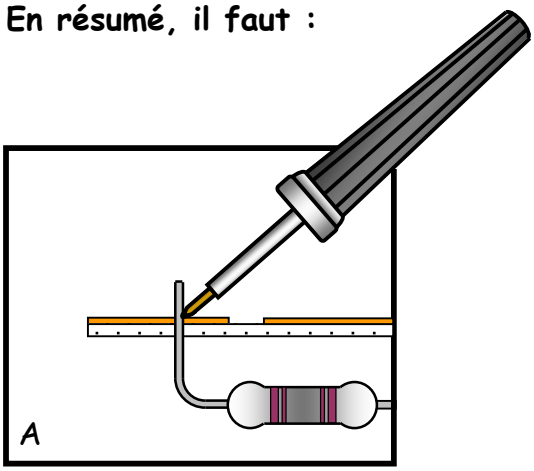
1. Brancher le fer et attendre qu'il atteigne sa température d'opération (5 à 10 minutes).
2. Préparer le composant à souder en insérant ses électrodes dans les trous prévus sur le circuit (voir l'image de droite).
3. Nettoyer le fer à chaud sur une éponge mouillée.
4. Étamer le fer, c'est-à-dire y faire fondre un peu d'étain. Cet étain liquide augmentera la surface de contact entre le fer et les conducteurs à souder. L'étamage du fer permet donc une bonne conductibilité thermique.
5. Appuyer le fer à la jonction de l'électrode et de la surface étamée du circuit imprimé (voir l'image de droite).
6. Appliquer l'étain sur la même jonction sans pour autant toucher le fer directement. **Il faut que l'étain fonde sur l'électrode et sur la surface étamée.** Si vous ne réussissez pas à le faire, la température nécessaire n'est pas atteinte et votre soudure ne sera pas adéquate.
7. Après une soudure adéquate (soudure en forme de volcan), couper les électrodes juste au-dessus de la soudure. (Couper dans la soudure pourrait l'endommager. Ne pas tordre l'électrode après la soudure, des fissures pourraient apparaître.)



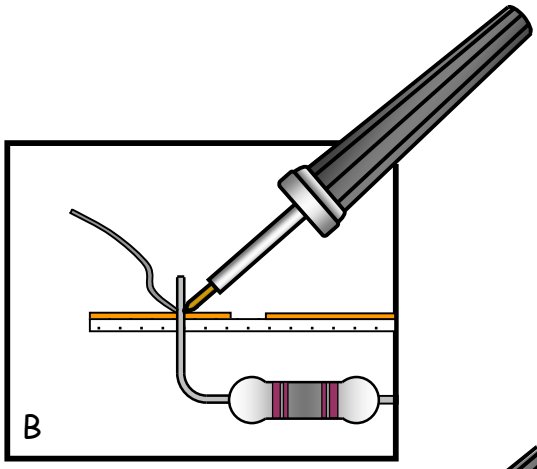


Soudure parfaite

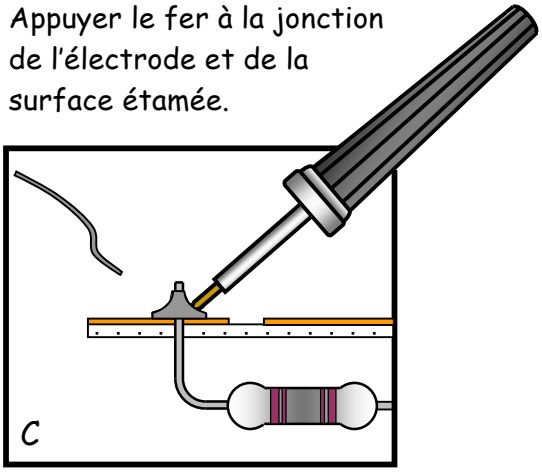
En résumé, il faut :



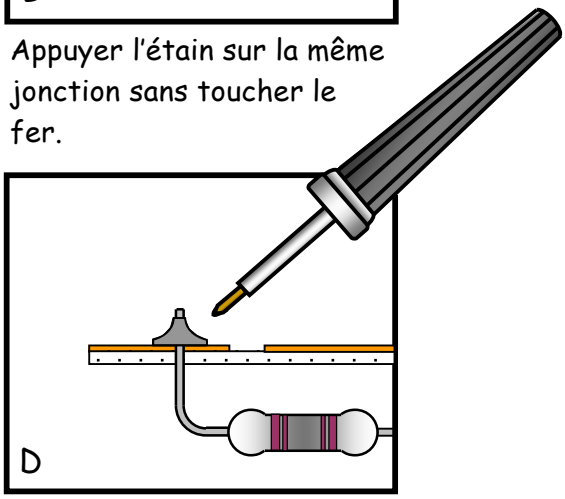
Appuyer le fer à la jonction de l'électrode et de la surface étamée.



Appuyer l'étain sur la même jonction sans toucher le fer.

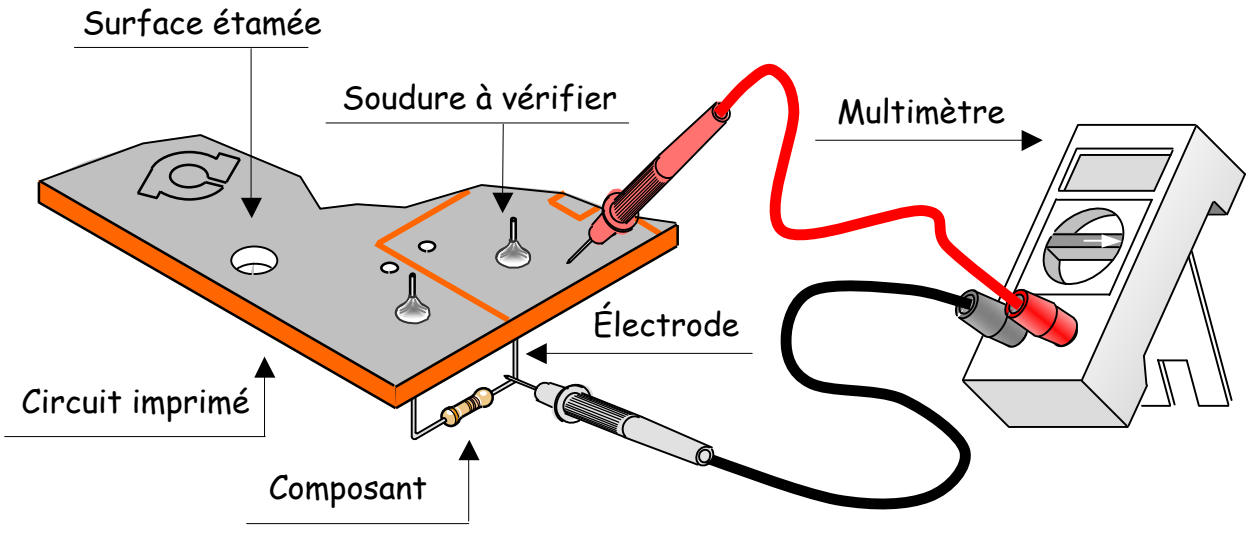


L'étain fond sur l'électrode et la surface étamée.



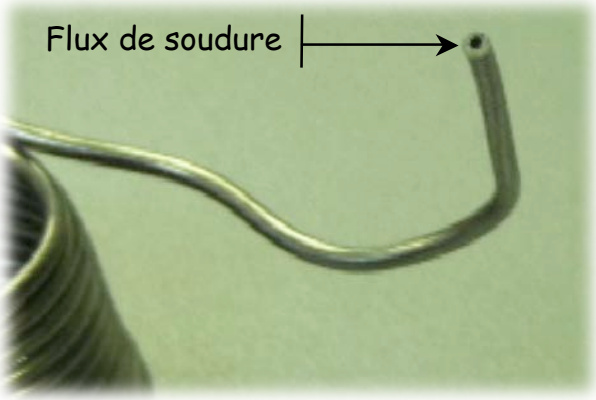
Voici une soudure adéquate (en forme de volcan).

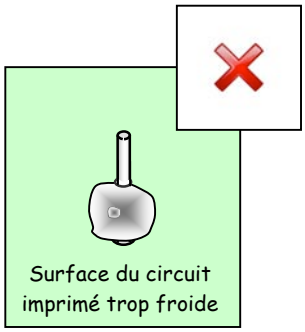
Voici comment vérifier une soudure à l'aide d'un multimètre en mode conductibilité.



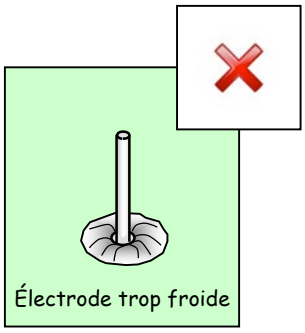
Voici des pièges à éviter.

Si l'étain devient terne, c'est signe qu'il s'est oxydé (réaction avec l'oxygène de l'air) à cause d'un chauffage trop long. Dans ce cas, la soudure ne sera pas de bonne qualité. Il faut alors chauffer à nouveau en ajoutant de l'étain. Le flux (décapant) contenu dans le fil de soudure fera disparaître la couche oxydée.

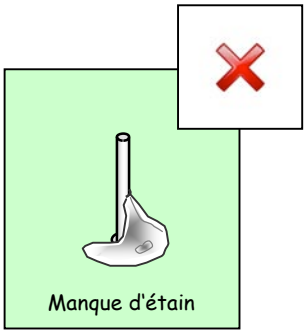




Dans ce cas-ci, l'électrode du composant est bien chaude. L'alliage d'étain y adhère parfaitement et y forme une boule. Il n'y a cependant pas d'étain sur la surface de la plaque du circuit imprimé. La surface de la plaque n'a pas été chauffée à une température assez élevée.



Dans ce cas-ci, la surface de la plaque du circuit imprimé est bien chaude. L'alliage d'étain y adhère parfaitement et y forme un cratère aplati. Il n'y a cependant pas d'étain sur l'électrode du composant. L'électrode n'a pas été chauffée à une température assez élevée.



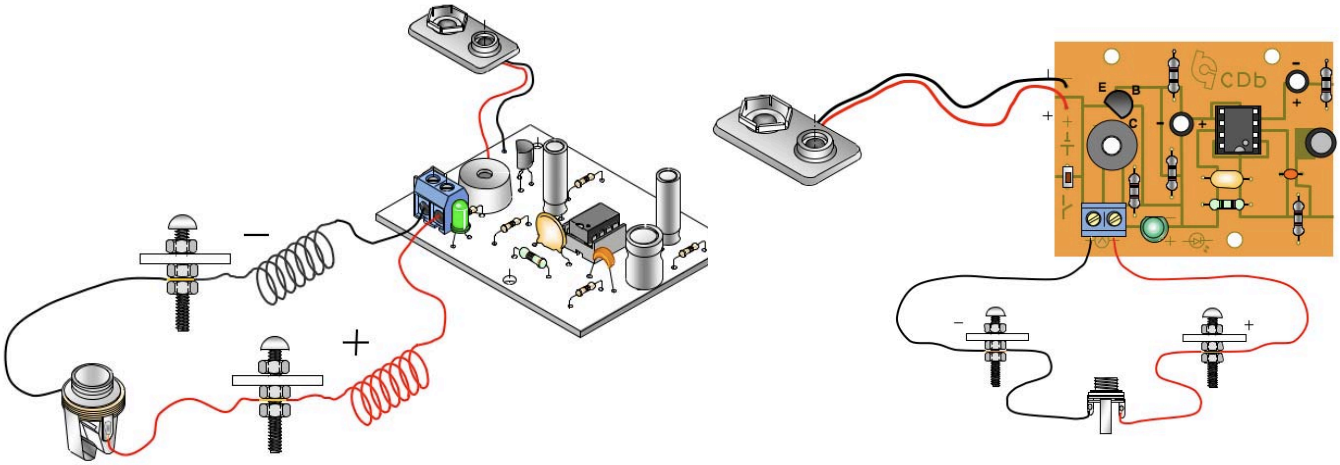
Dans ce cas-ci, l'étain colle bien à la plaque ainsi qu'à l'électrode. Cette soudure sera probablement fonctionnelle, mais elle pourrait éventuellement faire défaut. Comme cette soudure n'est pas aussi solide qu'une soudure complète, elle est sujette à se fendre lors de vibration par exemple.

Fabrication du circuit du gaussmètre

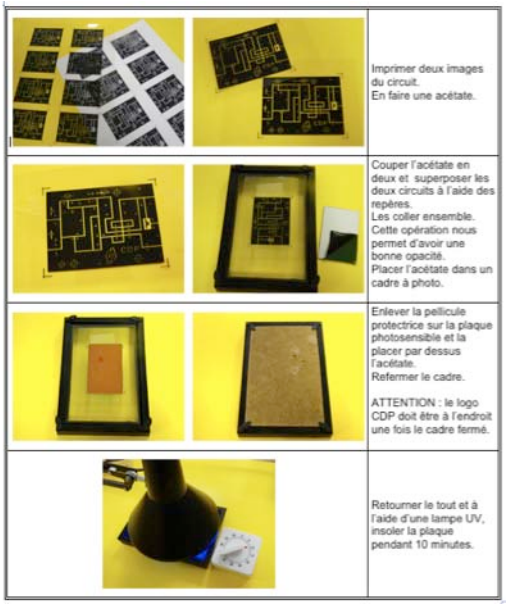
Il est maintenant temps de fabriquer le circuit du gaussmètre. Pour ce faire, vous aurez à effectuer différentes tâches :

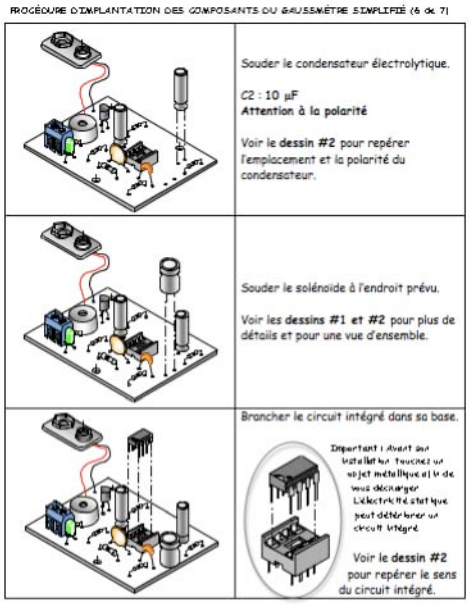
1. Fabriquer la plaque du circuit imprimé à l'aide d'une gamme et de dessins.
2. Souder les composants sur la plaque du circuit. L'un de ces composants, le solénoïde, captera les champs électromagnétiques par le phénomène d'induction vu précédemment.
3. Brancher les composants externes au circuit imprimé (batterie, bornes, fiche femelle).
4. Contrôler l'état de fonctionnement du circuit.

Les dessins techniques



Les gammes de fabrication



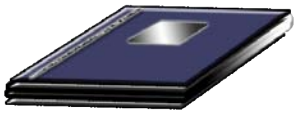


Cahier des charges du boîtier du gaussmètre



Fonction globale

À l'aide de la démarche de conception décrite aux pages suivantes, chaque équipe doit concevoir un boîtier pour le circuit du gaussmètre, en respectant les paramètres suivants.



Veuillez ne tenir compte que des milieux non cochés lors de votre conception. Pour les milieux cochés ☑, les choix nécessaires ont déjà été effectués.

☑	**a)**	**Au regard du *milieu physique*** *(effet sur l'objet des éléments de la nature : eau, air, sol, rayonnement, etc.),* ***le boîtier devra :*** • être composé de matériaux adaptés aux conditions normales d'utilisation à l'intérieur d'un édifice.
☐	**b)**	**Au regard du *milieu technique*** *(contraintes liées au fonctionnement : contacts avec d'autres objets techniques, composants imposés),* ***le boîtier devra*** **:** • être conçu à partir du prototype incomplet dessiné en annexe 1 • permettre le démontage du circuit; • permettre le remplacement de la batterie facilement; • permettre le branchement d'un voltmètre; • permettre la fermeture de l'interrupteur à poussoir de la plaque; • prévoir l'emplacement d'une fiche femelle à 3 connecteurs.
☐	**c)**	**Au regard du *milieu humain*** *(sécurité, ergonomie, esthétisme, éthique),* ***le boîtier devra*** **:** • permettre l'utilisation du gaussmètre d'une seule main; • ne pas avoir d'arêtes tranchantes ni d'éléments piquants.
☑	**d)**	**Au regard du *milieu industriel*** *(production : atelier, outillage, main-d'œuvre, délais de fabrication),* ***le boîtier devra*** **:** • être réalisé avec les matériaux et les outils disponibles en atelier.
☑	**e)**	**Au regard du milieu économique** *(coût de revient, etc.),* ***le boîtier devra*** **:** • être constitué d'éléments simples et abordables de façon à minimiser les coûts.
☑	**f)**	**Au regard du milieu environnemental** *(impact de l'objet sur l'environnement : recyclage en fin de vie, cycle de vie, etc.),* ***le boîtier devra*** **:** • être constitué d'éléments robustes qui assureront une bonne durabilité.

Conception du boîtier et montage du gaussmètre

1. *Cerner le problème en fonction des dessins, des gammes et du cahier des charges*







2. *Mijoter ses idées (textes et de croquis)*

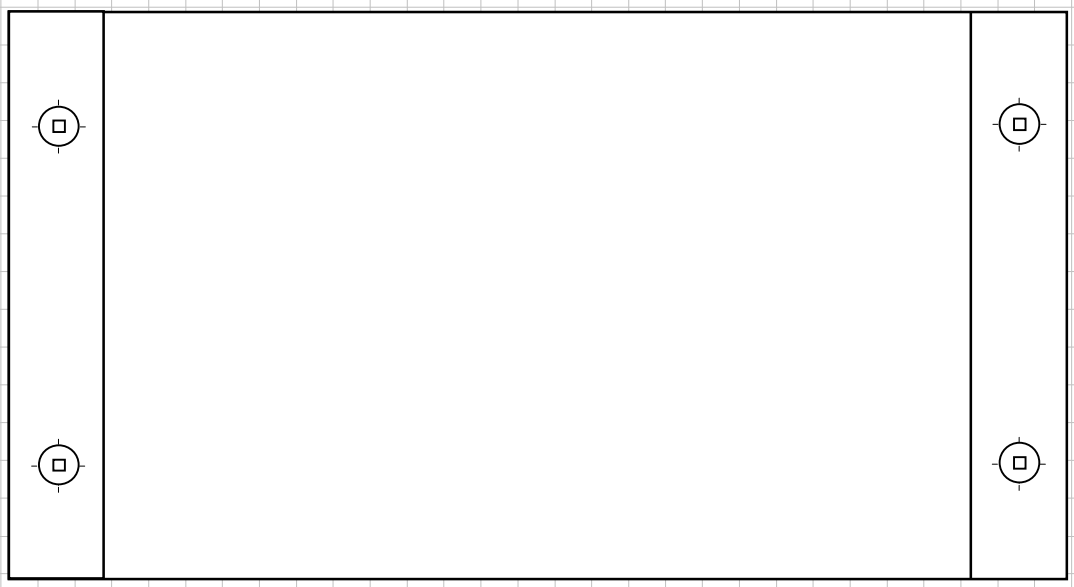


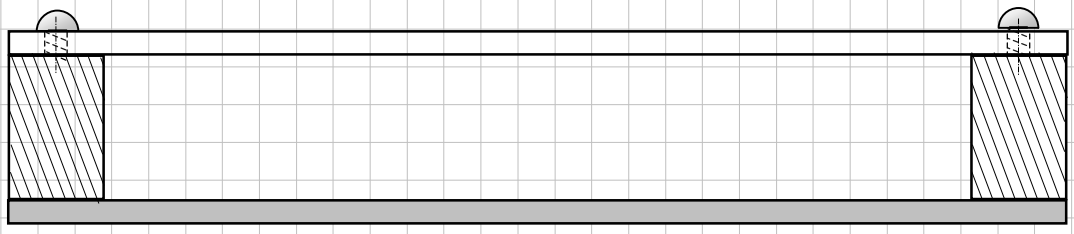
3. *Évaluer ses idées et choisir (justifier le choix)*

Dessiner la solution retenue à la page suivante
(Utiliser les éléments de l'annexe 2)



Votre choix et sa justification





4. Réaliser un prototype de la solution retenue



Consigner toutes les décisions prises.

Problèmes de conception et/ou de construction	**Ajustements ou modifications**

5. Effectuer une mise à l'essai du gaussmètre

Évaluer l'efficacité et améliorer la solution



Tests effectués et résultats obtenus



Améliorations



Intégration et réinvestissement

À la lumière de votre étude de l'électronique, construisez un réseau des concepts reliés aux composants électroniques. Cet exercice vous permettra d'apprécier le chemin parcouru en étudiant ce monde fascinant.	**Banque de mots :** résistor, base, henry, amplificateur, résistance, solénoïde, farad, transistor, circuit intégré, DEL, NPN, ohm, PNP, diode, inductance, résistor variable, capacité, code de couleurs, condensateur céramique, émetteur, polarisé, relais, accumulateur de charges, induction, puce, collecteur, tourniquet, condensateur électrolytique

Réseau de concepts

Électronique

Étude de la configuration et de l'intensité de champ électromagnétique



Plusieurs appareils qui nous entourent utilisent des courants alternatifs. Ces appareils sont susceptibles d'émettre des champs électromagnétiques. Quelles sont l'intensité et la configuration de ces champs?

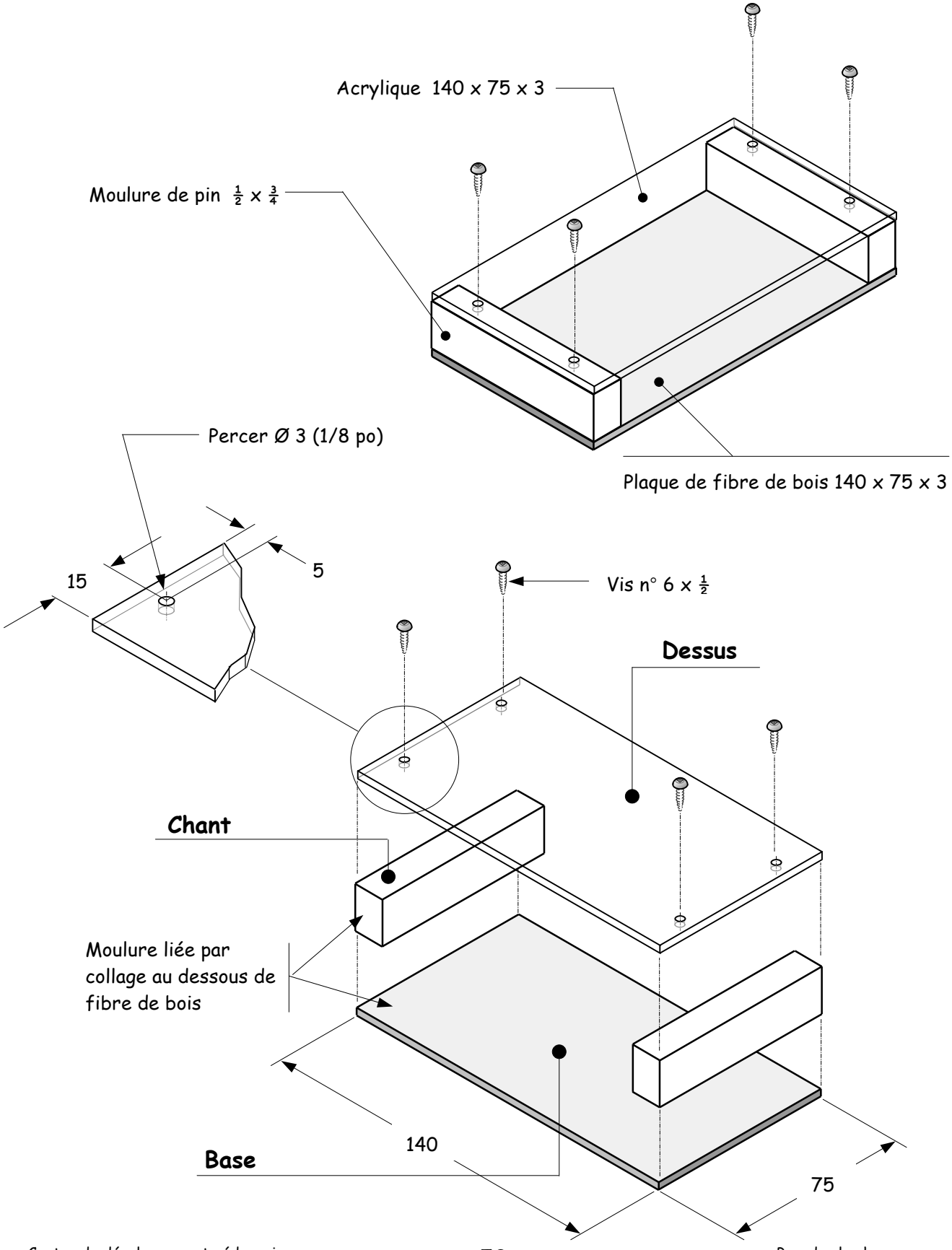
Les installations électriques des fournisseurs d'électricité comme Hydro Québec fonctionnent aussi en courant alternatif. Quelle est l'intensité des champs électromagnétiques autour des lignes à haute tension? Il serait intéressant d'étudier ces champs.
Attention, ne pas s'approcher de zones interdites dans ces installations.



Complétez le tableau ci-dessous en vue d'une présentation où vous aurez à présenter vos conclusions.

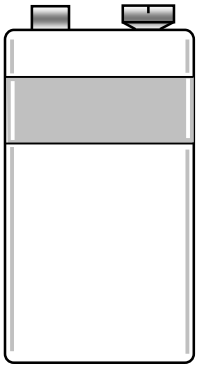
Appareil	Tension du gaussmètre (V)	Distance (m)	Note
Installation	Tension du gaussmètre (V)	Distance (m)	Note

Annexe 1 (prototype de boîtier incomplet)



Annexe 2 (composants externes du gaussmètre)

(Batterie, circuit imprimé, fiche femelle et bornes)



Échelle 1=1

