

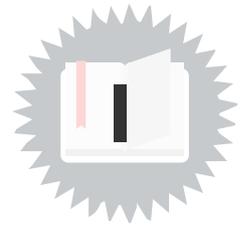
Forces de Laplace : effet d'un champ magnétique sur un courant



Table des matières

I - Objectifs du TP	3
II - Principe	4
III - Matériel	6
IV - Circuits rectilignes perpendiculaires aux lignes de champ	20
V - Circuit rectiligne dans un champ magnétique d'angle quelconque	23
VI - Manipulations virtuelles	25
1. Conducteurs rectilignes : influence de la longueur sur la force de Laplace à intensité constante	25
2. Conducteur rectiligne de 8cm : influence de l'intensité sur la force de Laplace...	25
3. Circuit rectiligne dans un champ magnétique d'angle quelconque	25
VII - Bibliographie	26
VIII - Crédits	27

Objectifs du TP



L'objectif de ce TP est de caractériser la force de Laplace exercée sur des conducteurs parcourus par un courant et placés dans un champ magnétique.



Principe

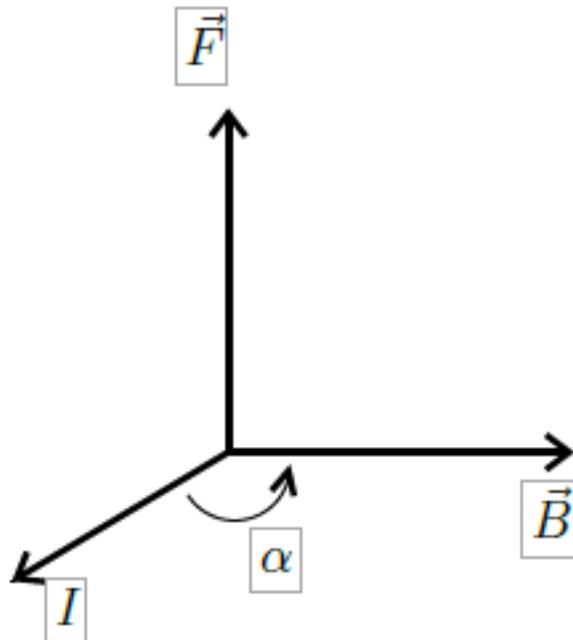
Un fil conducteur rectiligne, de diamètre négligeable, parcouru par un courant est placé dans un champ magnétique uniforme. Il est alors soumis à une force dont l'expression est donnée par la loi de Laplace :

$$\vec{F} = I \vec{L} \wedge \vec{B}$$

soit :

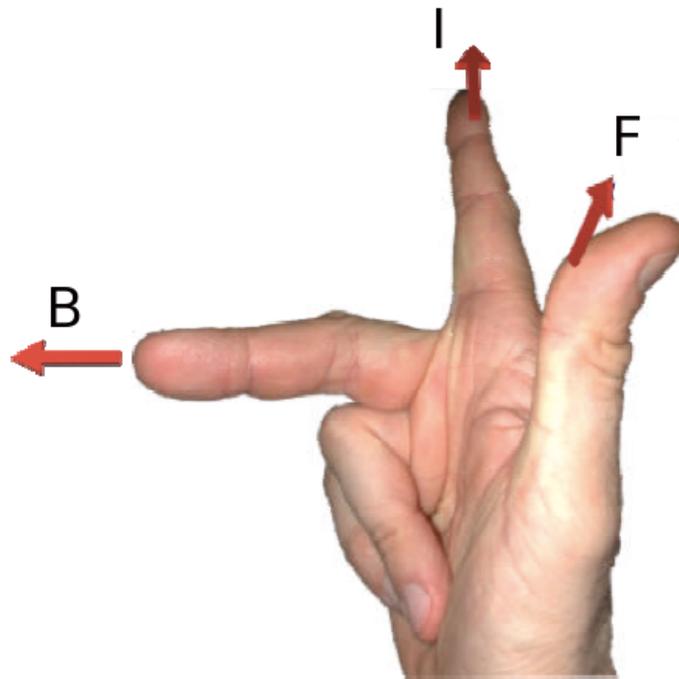
$$F = B I L \sin\alpha \text{ où}$$

- \vec{F} est la force de Laplace
- \vec{B} est le champ magnétique ;
- I est l'intensité du courant dans le fil ;
- \vec{L} est un vecteur dont la direction et le sens sont ceux du courant I et dont la norme est la longueur L du conducteur placé dans le champ ;
- α est l'angle entre les vecteurs \vec{L} et \vec{B} ;



Orientation :

Elle est donnée par la règle des trois doigts : l'index tendu ayant la direction et le sens du courant ; le majeur plié celui du champ magnétique, le pouce indique alors la direction et le sens de la force.

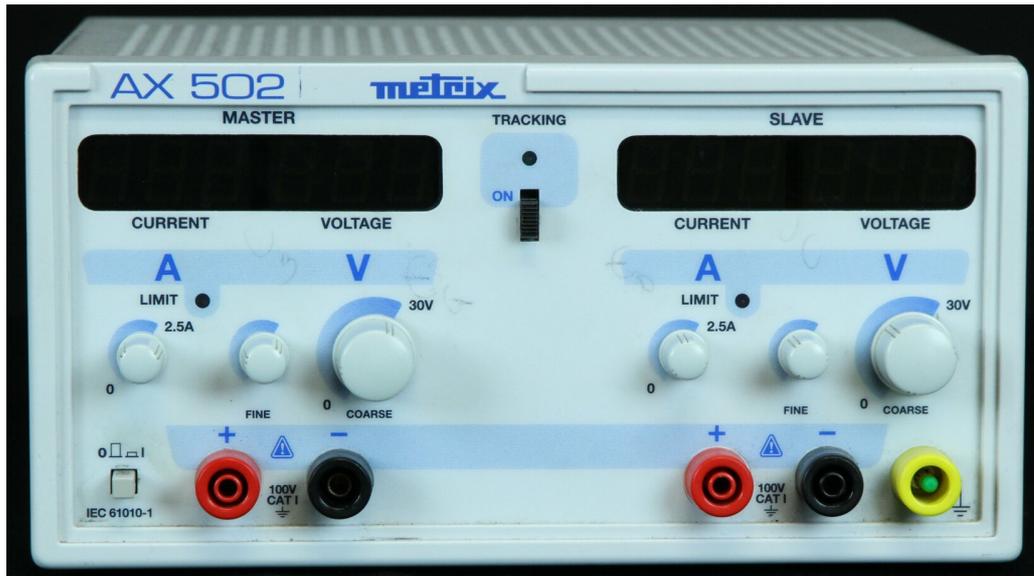


Matériel

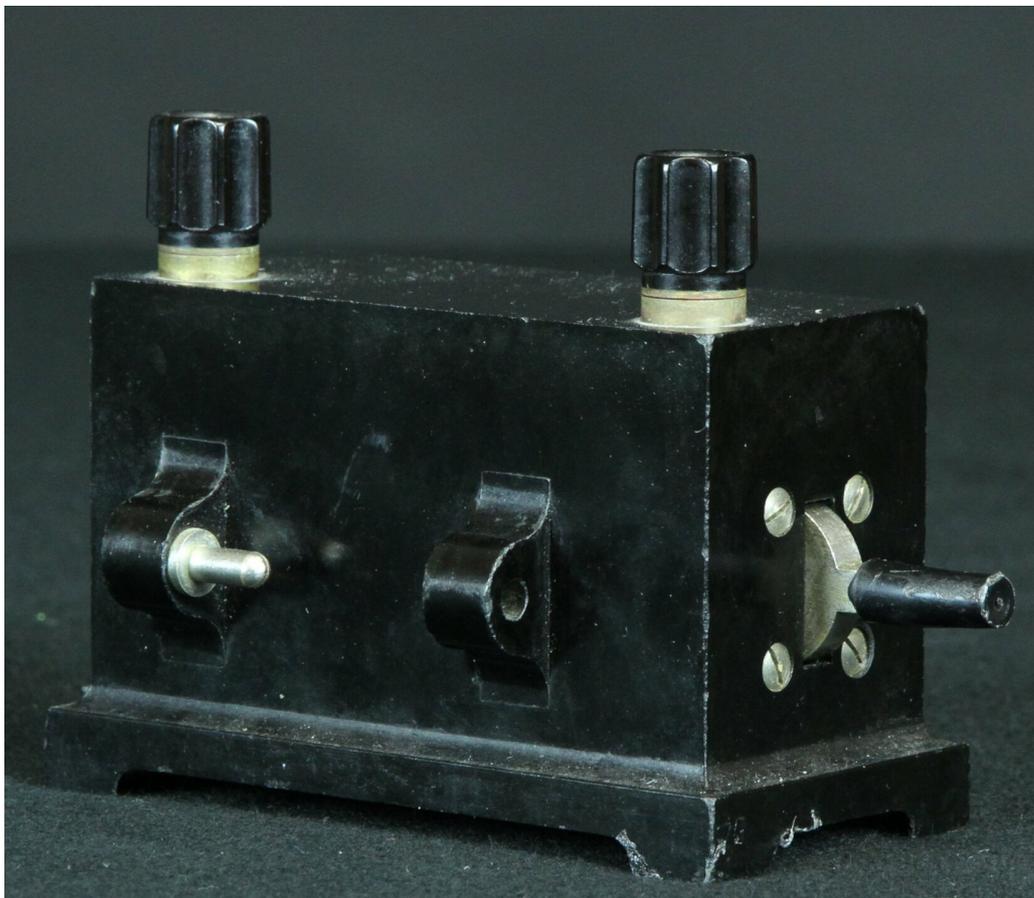


Présentation du matériel

Alimentation stabilisée 2x30V 2,5 A



Interrupteur



support de conducteur rectiligne

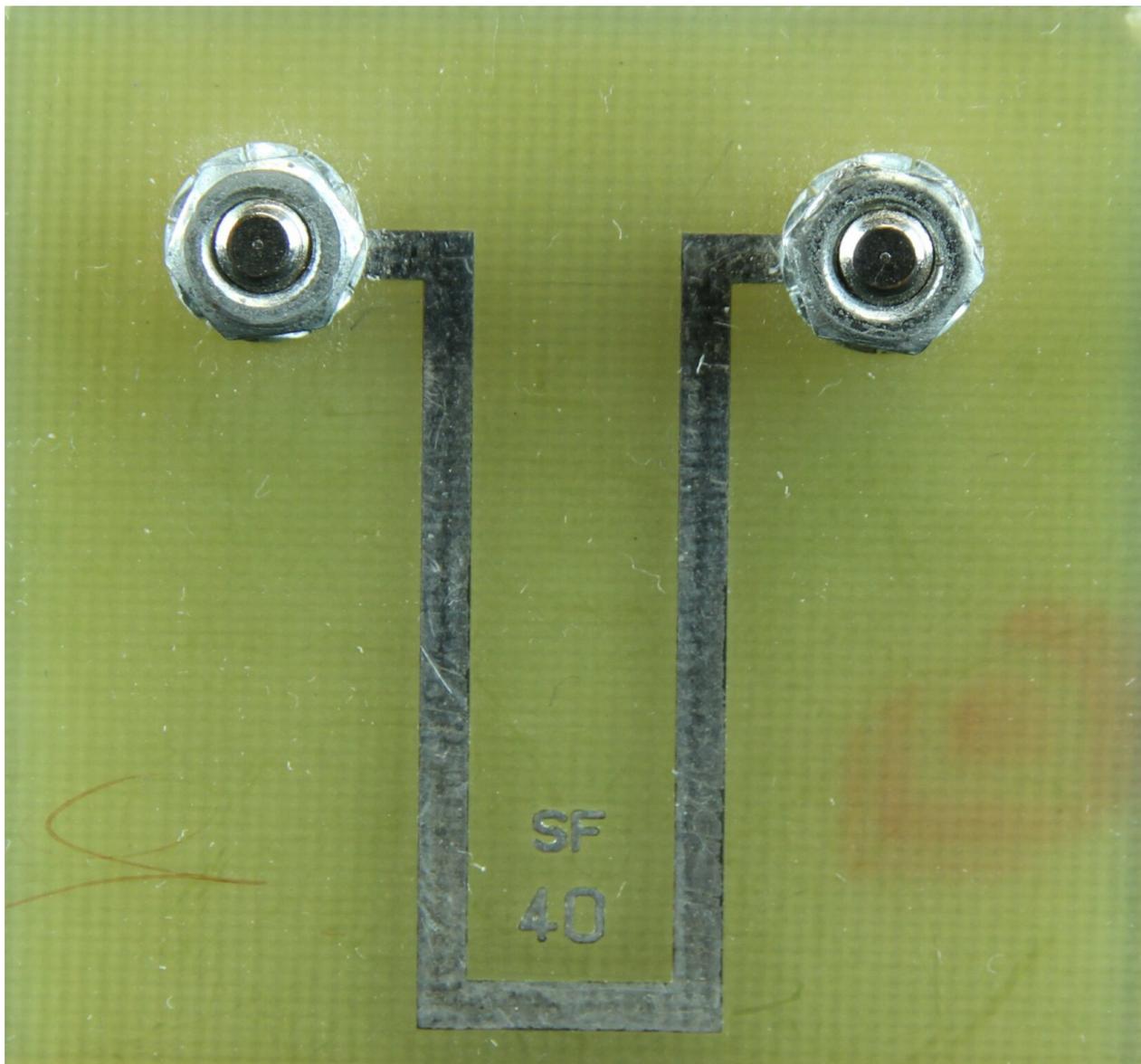


support avec conducteur rectiligne

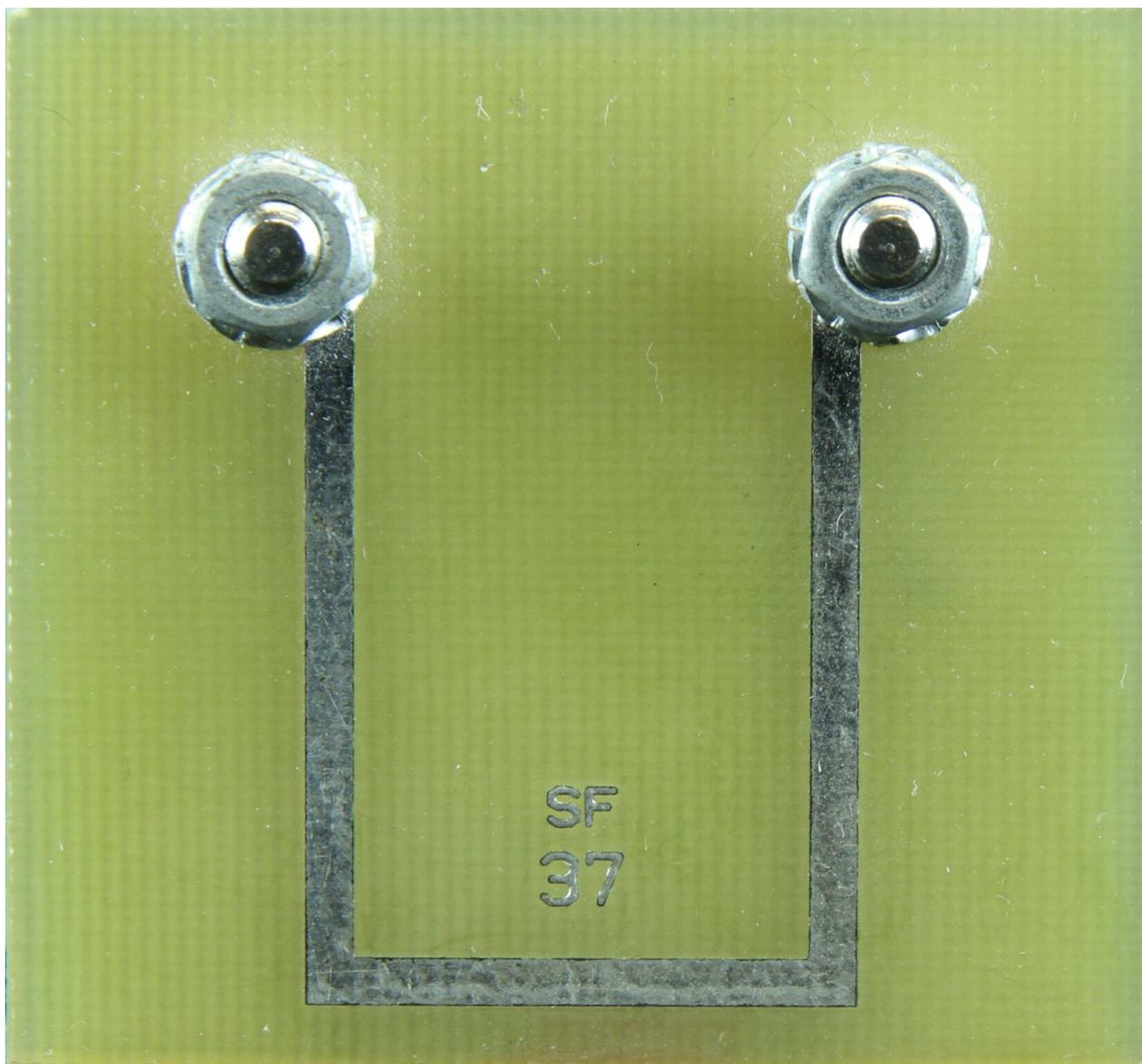


série de conducteurs rectilignes :

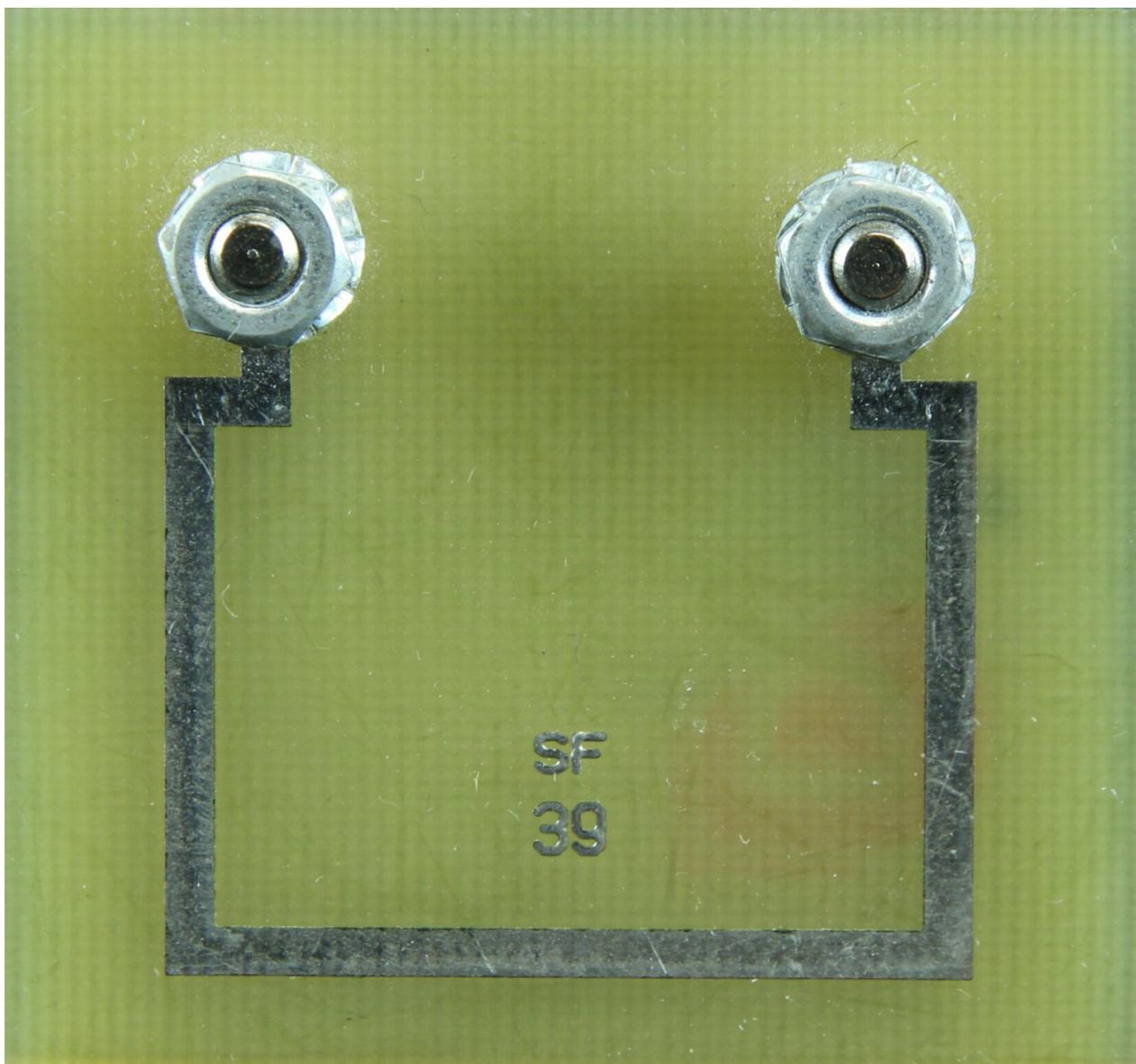
SF40 longueur 1 cm :



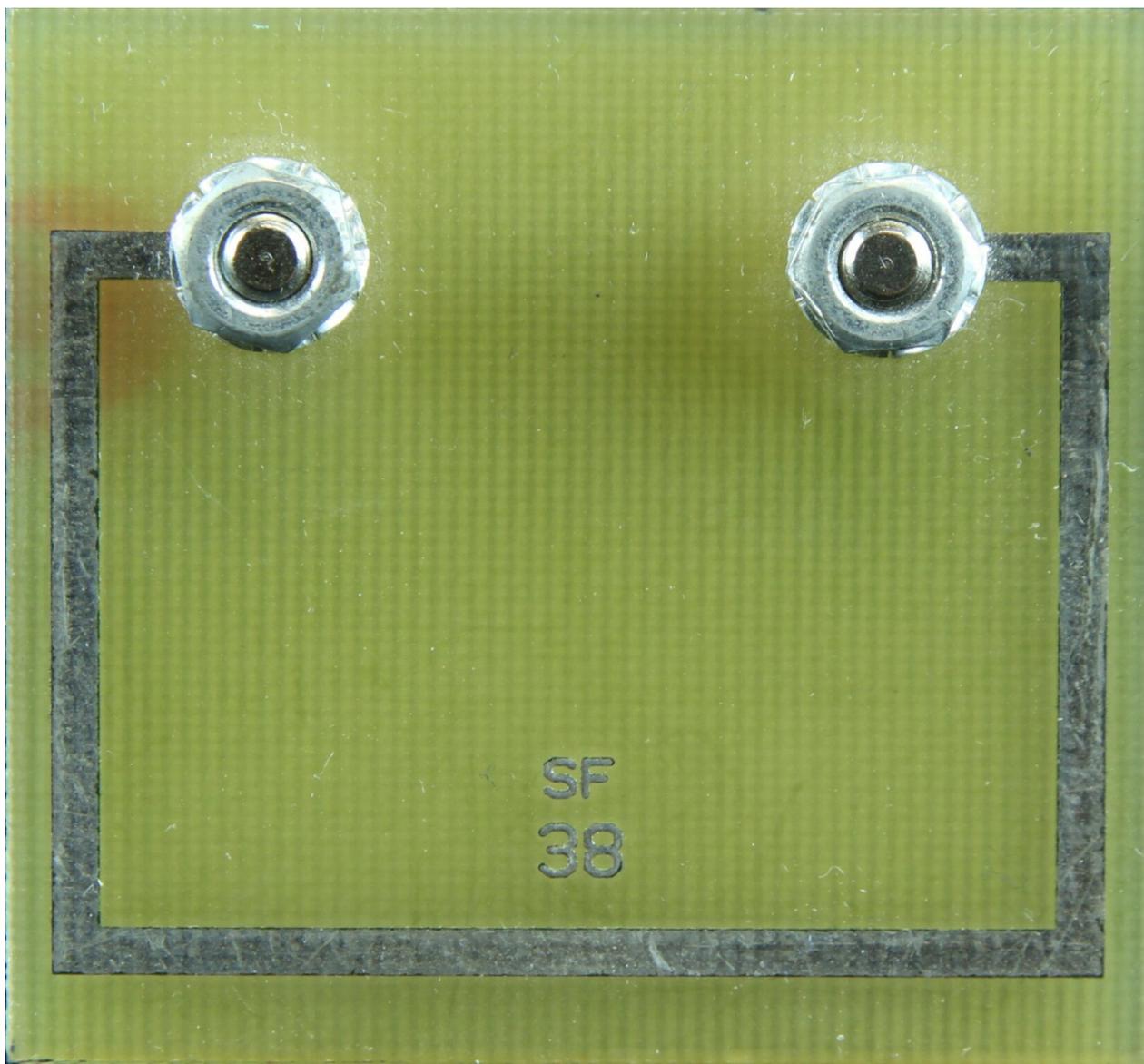
SF37 longueur 2 cm :



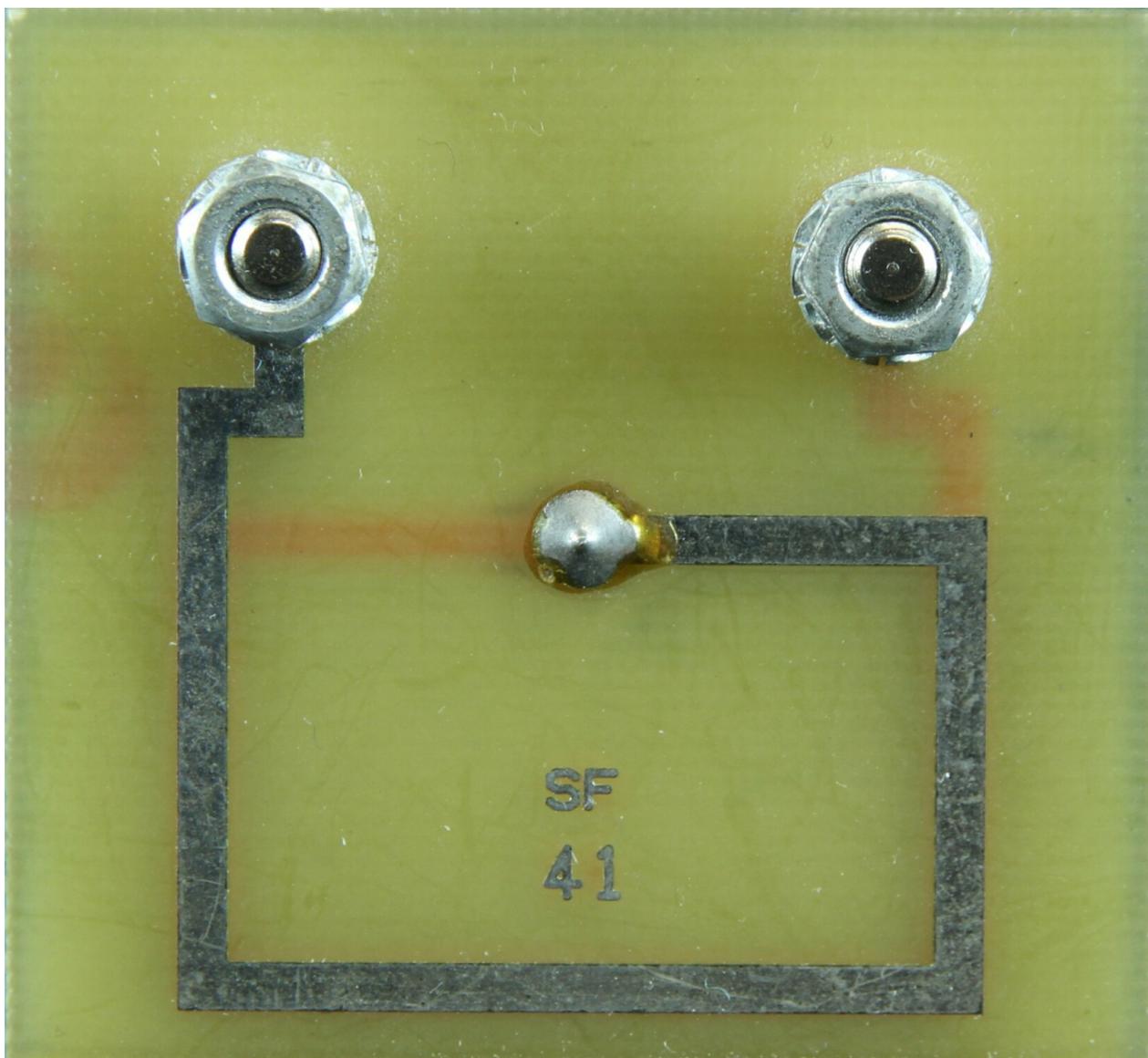
SF39 longueur 3 cm :



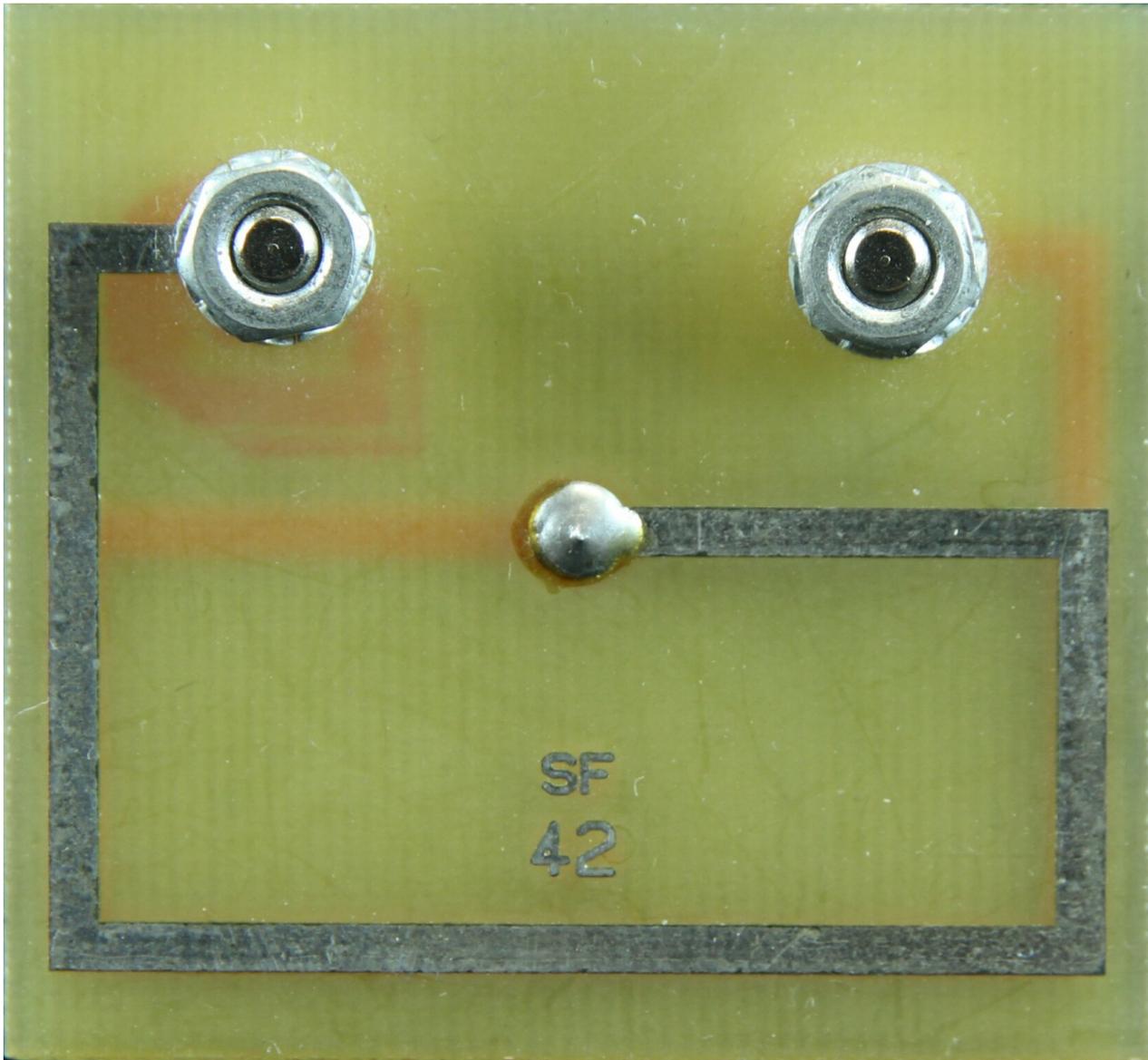
SF38 longueur 4 cm :



SF41 longueur 6 cm (conducteur double face) :

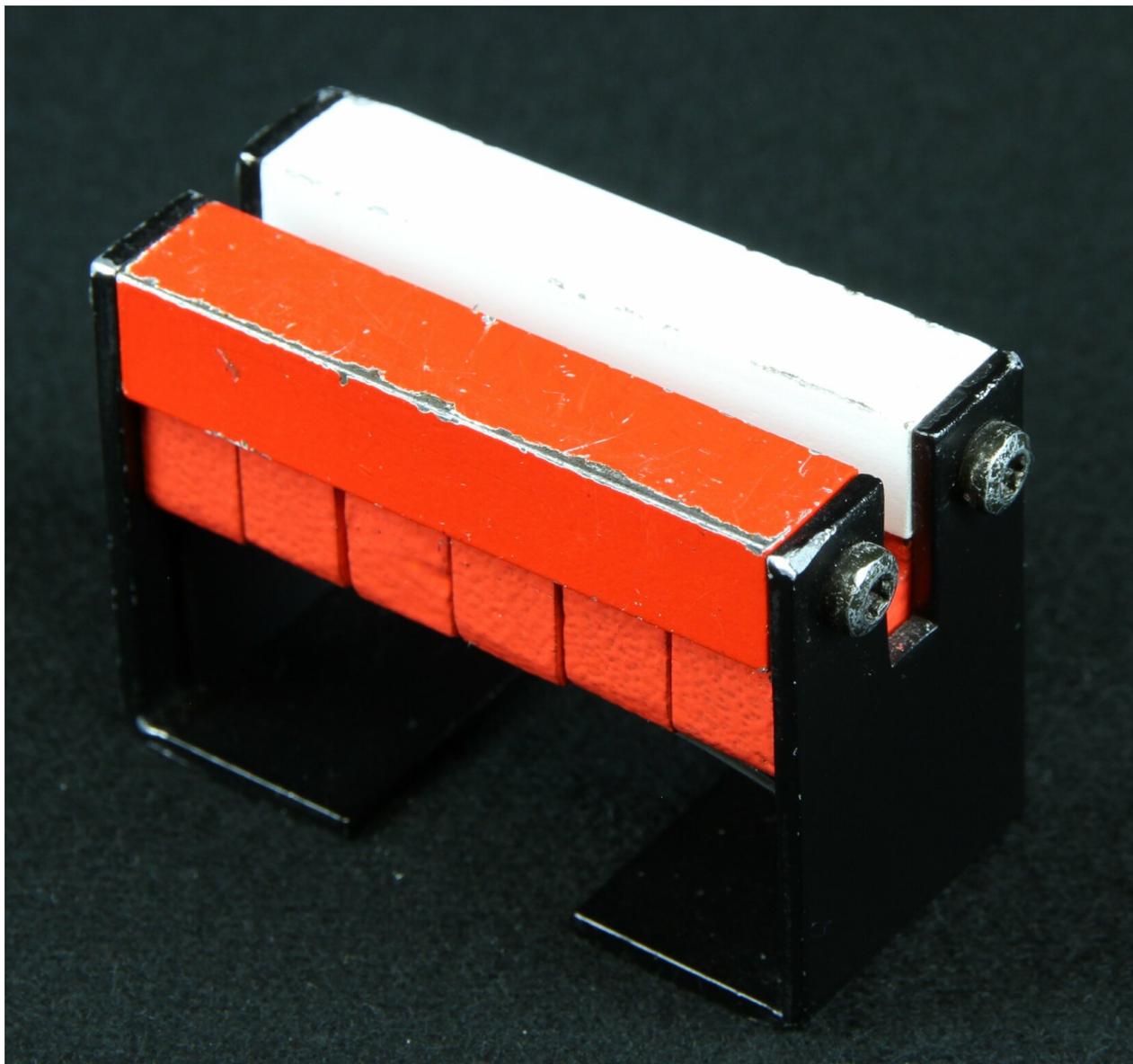


SF42 longueur 8 cm (conducteur double face) :

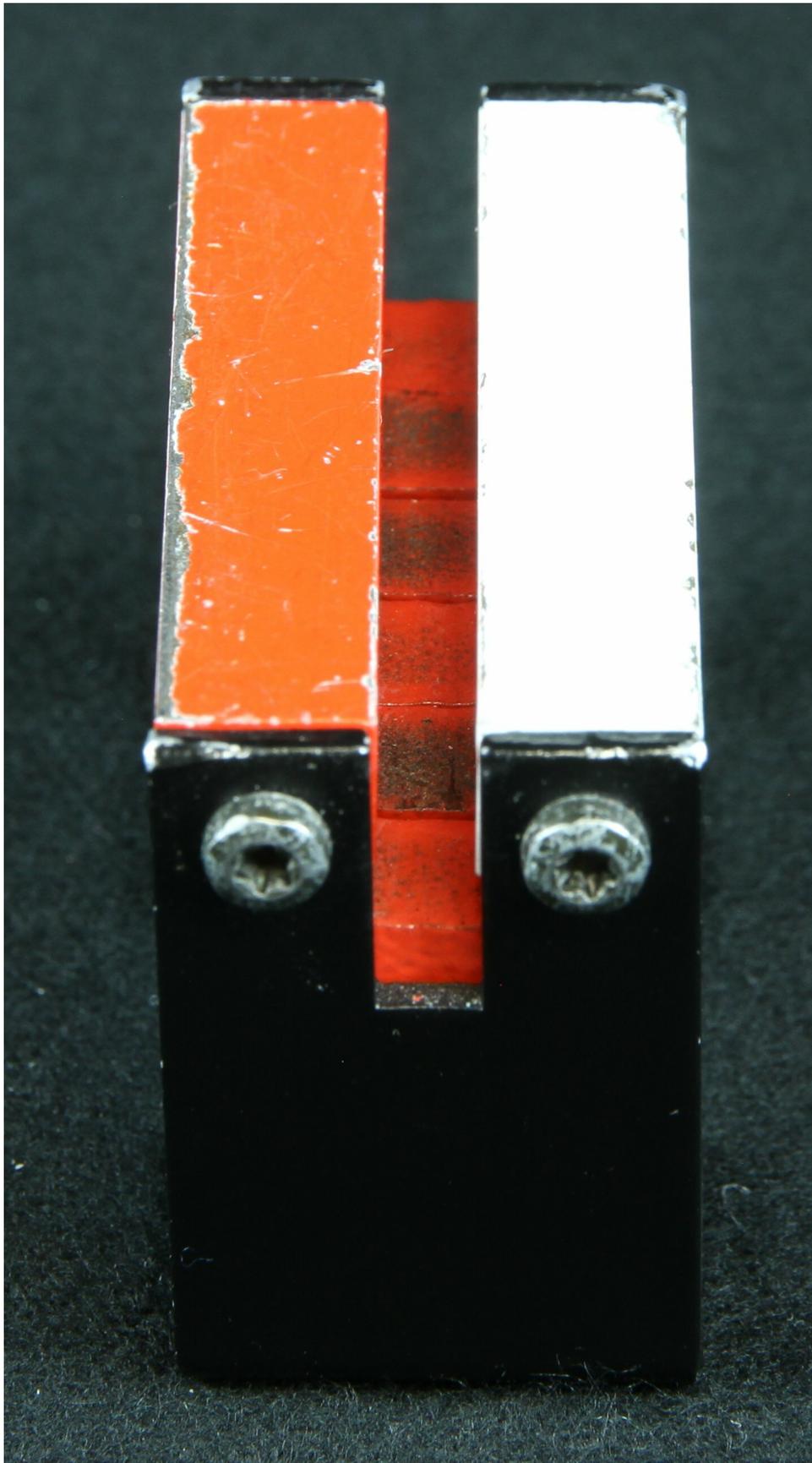


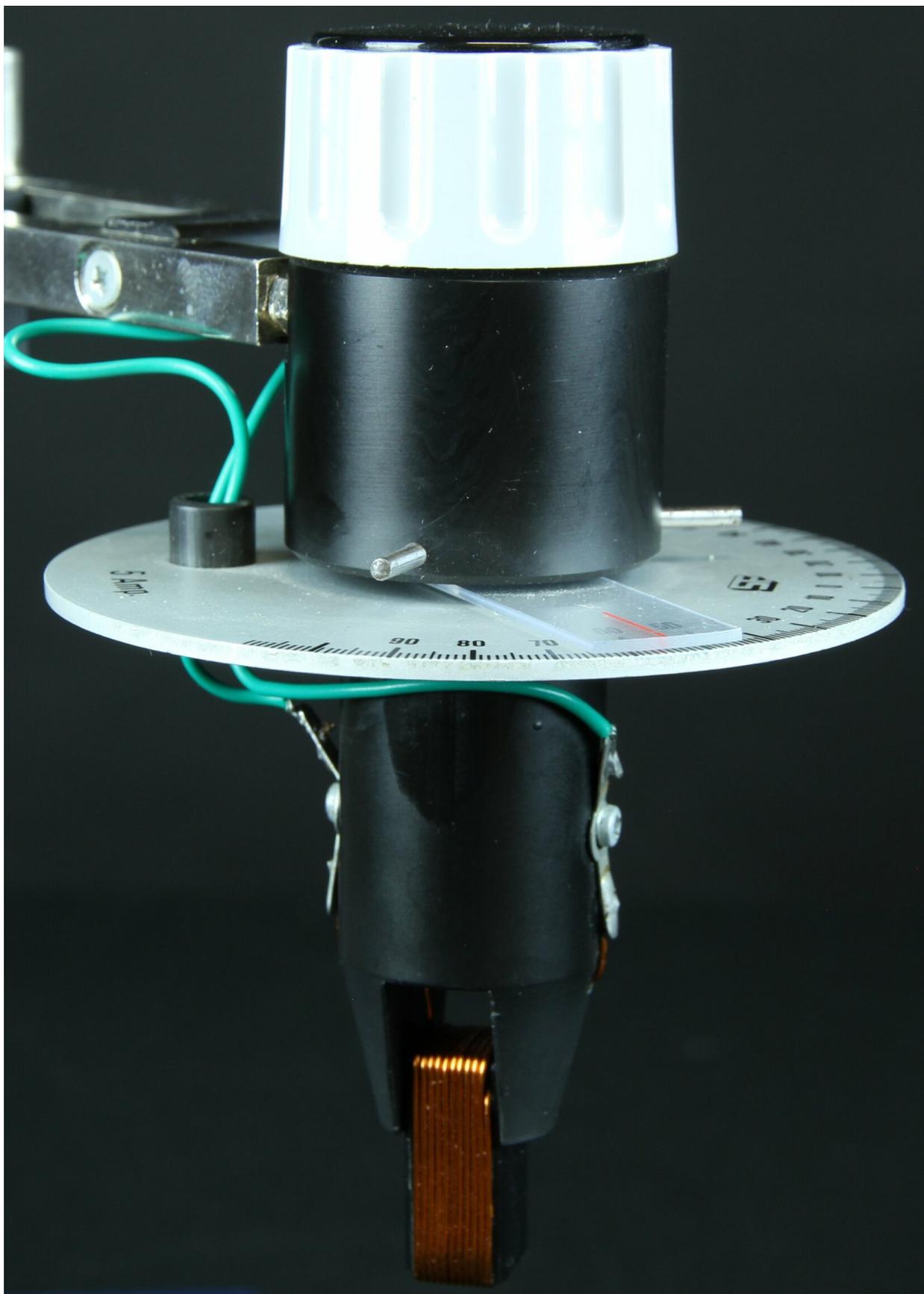
bobine orientable rectangulaire avec vernier permettant la lecture de l'angle que fait la bobine par rapport à son origine ; cette bobine comporte 11 spires, chacune possédant un côté de longueur égale à 1 cm :

aimant en U dans l'entrefer duquel sera placé le conducteur rectiligne :

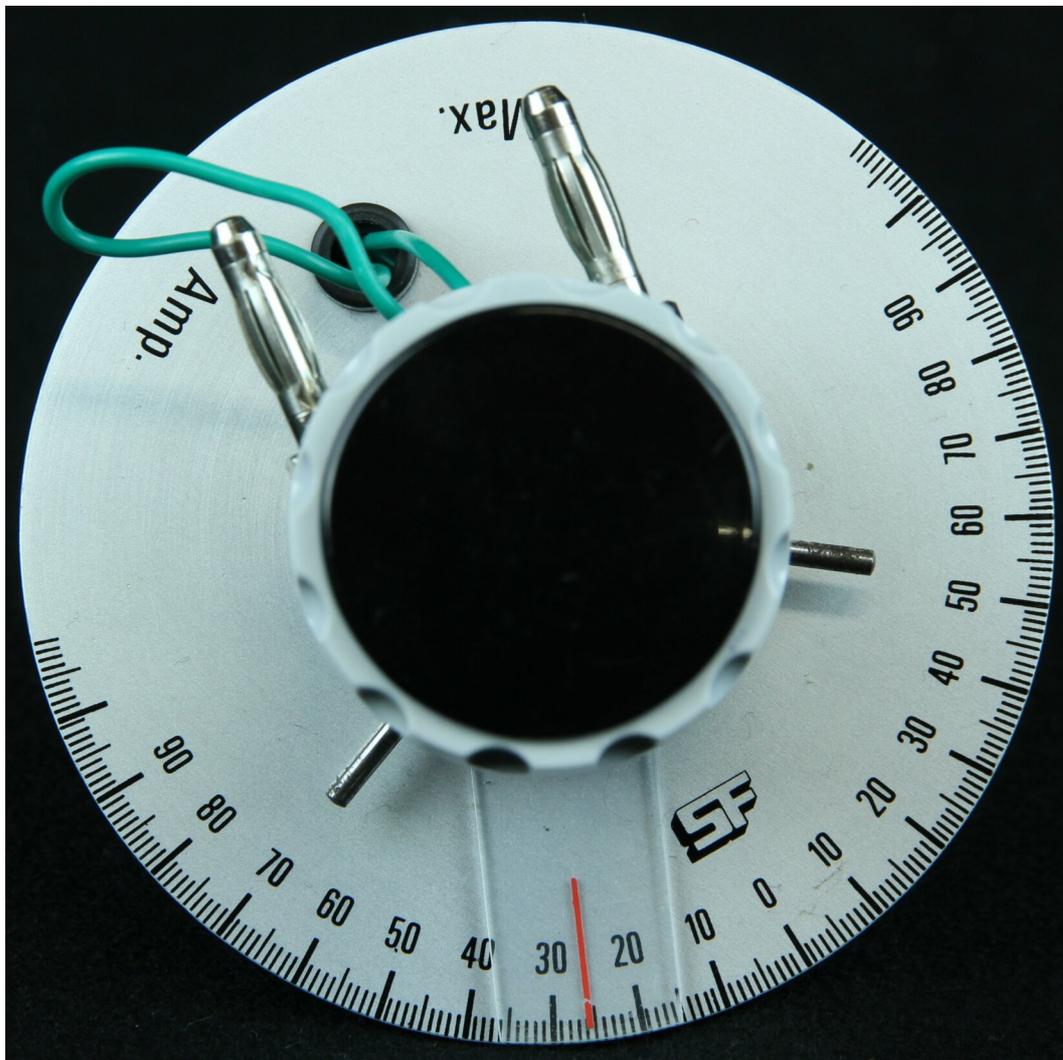


autre vue de l'aimant en U :

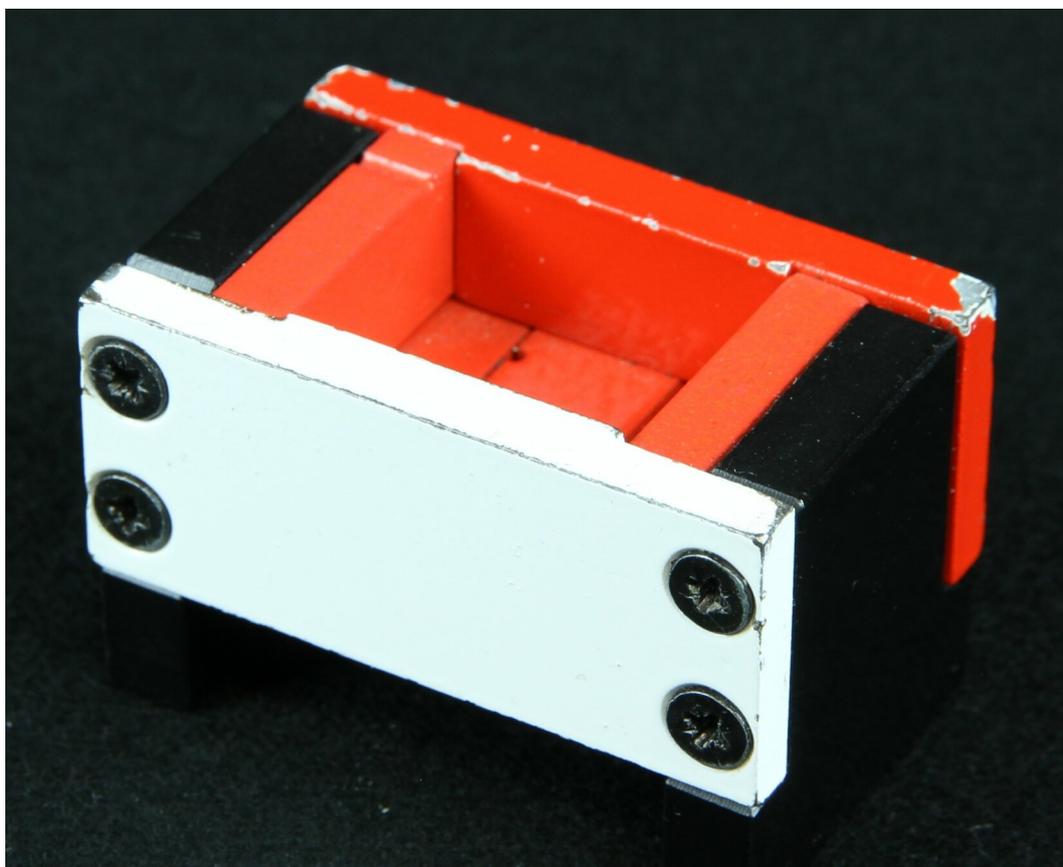




vue de dessus sur le vernier de la bobine orientable



aimant en U dans l'entrefer duquel sera placé la bobine orientable :



balance électronique :



Circuits rectilignes perpendiculaires aux lignes de champ



Attention

La balance de précision est fragile. Ne pas mettre de masses lourdes dessus.

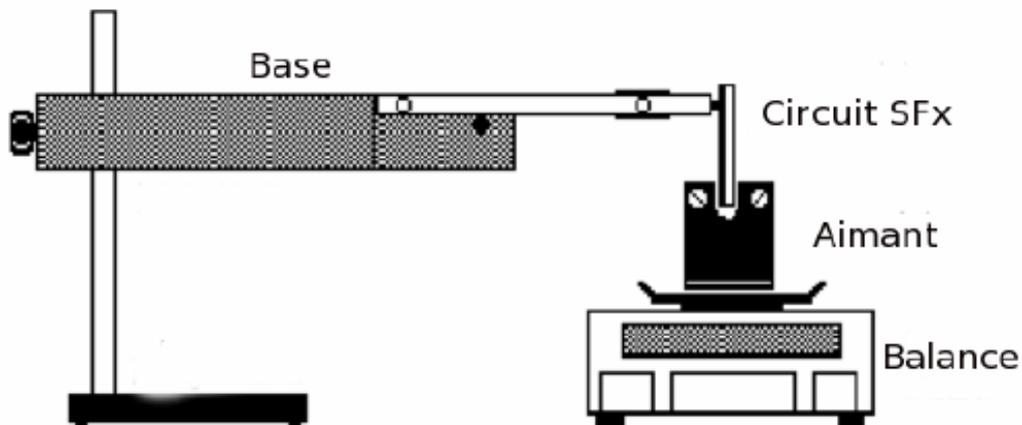
[cf. Présentation du matériel]

Vous disposez de circuits rectilignes numérotés sur des plaquettes. Les longueurs sont indiquées sur le tableau suivant :

Ref :	SF40	SF37	SF39	SF38	SF41	SF42
L(cm)	1	2	3	4	6	8

L'aimant est placé sur la balance de précision. Les pôles Nord et Sud sont repérés respectivement par la couleur rouge et blanche. L'aimant possède une masse propre M_0 .

La partie horizontale du circuit est ensuite placée dans l'entrefer de l'aimant (voir Figure ci-dessous)



Lorsque le courant circule dans le circuit, la force de Laplace vient s'ajouter au poids de l'aimant et une masse fictive $M_0 \pm M$ est mesurée.

[cf. Protocole expérimental]

Protocole expérimental :

- 1- Rappeler la différence entre poids P et masse M d'un objet.
- 2- Donner la relation entre la variation de masse M mesurée sur la balance et l'intensité de la force de Laplace F_L .
- 3- Si M est positif, dans quel sens est la force de Laplace (vers le haut ou vers le bas) ?
- 4- Placer l'aimant sur la balance.
- 5- Placer le circuit à étudier sur le porte échantillons et positionner le circuit de telle sorte que celui-ci soit dans l'entrefer de l'aimant. Attention à ne pas toucher l'aimant avec le circuit.

6- Faire la tare sur la balance en l'absence de courant (on fera la tare lorsque le circuit est dans l'entrefer de l'aimant car le métal qui le compose est légèrement magnétique, ce qui entraîne une légère variation de poids sur la balance).

7- Régler le courant I à 3 A et mesurer M .

8- En déduire la force de Laplace pour les différents circuits et remplir le tableau ci-dessous (on prendra soin d'effectuer la tare entre chaque changement de circuit):

Circuit n° :	$\Delta M(g)$	$F_L(N)$
SF40		
SF37		
SF39		
SF38		
SF41		
SF42		

9- Tracer la courbe $F_L = f(L)$. Commenter cette courbe.

10- Mesurer la pente de la droite et déterminer la valeur du champ magnétique B présent dans l'entrefer de l'aimant. Expliquer.

<i>pente</i>	$B(mT)$

11- Utilisez le circuit de longueur 8 cm.

12- Tarer la balance.

13- Faire varier le courant I entre 0 et 3 A et mesurer la force de Laplace s'exerçant sur le circuit.

$I(A)$	$\Delta M(g)$	$\Delta M(g)$ $F_L(N)$
0		
0,5		
1		
1,5		
2		
2,5		
3		

14- Tracer la courbe $F_L = F(I)$. Conclusions?

15- Mesurer la pente de la droite et en déduire la valeur du champ magnétique dans l'entrefer de l'aimant.

16- Comparer cette valeur à celle trouvée précédemment.

17- Avec le même circuit, inverser l'aimant (prendre soin de tarer la balance), et mesurer la force de Laplace pour un courant I de 3 A.

18- Commenter.

Circuit rectiligne dans un champ magnétique d'angle quelconque



Evolution du champ magnétique sur l'axe de la bobine plate

Description :

On dispose maintenant d'une bobine orientable rectangulaire, avec vernier permettant la lecture de l'angle que fait la bobine par rapport à une origine.

Cette bobine comporte 11 spires, chacune possédant un côté de longueur 1 cm. Cette bobine peut être placée comme précédemment dans l'entrefer d'un aimant.

[cf. Protocole expérimental]

Protocole expérimental :

- 1- Fixer la bobine au support et la placer pour que sa face inférieure soit dans le champ créé par les aimants, le plan des spires perpendiculaires aux lignes de champ. Placer l'index tournant sur le repère 90 le plus proche.
- 2- Noter la masse de l'aimant M_0 et tarer la balance en l'absence de courant.
- 3- Régler l'intensité du courant à $I=3A$.
- 4- Faire varier l'angle α entre 90° et 0° par pas de 10° et déterminer la force de Laplace qui s'exerce sur le circuit.
- 5- Faire une dernière mesure pour $\alpha = 90^\circ$.
- 6- Remplir le tableau.

$\alpha(^\circ)$	$\Delta m(g)$	$F_L(N)$
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
-90		

6- Tracer la courbe $F_L = f(\sin\alpha)$.

Circuit rectiligne dans un champ magnétique d'angle quelconque

7- Commenter cette courbe. Est-ce en accord avec la théorie ?

8- Déterminer le champ magnétique dans l'aimant.

Manipulations virtuelles



Remarque :

Grâce aux animations qui suivent, qui ne sont qu'une mise en musique de photos prises à partir de la vraie manipulation, vous aurez la possibilité de faire les mesures comme si vous étiez en train de les relever sur la vraie manipulation.

1. Conducteurs rectilignes : influence de la longueur sur la force de Laplace à intensité constante

[cf. Conducteurs rectilignes : variation de la longueur à courant constant]

Déplacer le curseur souris sur les différents conducteurs pour les sélectionner.

2. Conducteur rectiligne de 8cm : influence de l'intensité sur la force de Laplace

[cf. Conducteur rectiligne de 8cm : influence de l'intensité sur la force de Laplace]

3. Circuit rectiligne dans un champ magnétique d'angle quelconque

[cf. Circuit rectiligne dans un champ magnétique d'angle quelconque]

Bibliographie



Préparer et rédiger un TP

- *comment préparer un TP [cf. Comment preparer un TP.pdf]*
- *rédiger un compte rendu de TP [cf. Comment rédiger un CR.pdf]*

Ressources concernant EXCEL: "Utilisation d'EXCEL pour les scientifiques par Alain Perche (Maître de conférences à l'Université de Lille1

1ère partie [cf. ANNEXCEL2005.pdf]

2ème partie [cf. ANNEXCEL2005_ch2.pdf]

Crédits



Auteurs :

Yves Quiquempois professeur à l'IUT Université Lille1

mel : yves.quiquempois@univ-lille1.fr

Conception technique :

Eric Lutun

mel :Eric.Lutun@univ-lille1.fr

Réalisation :

Bernard Mikolajczyk (SEMM Université de Lille1), réalisation des vidéos

mel : bernard.mikolajczyk@univ-lille1.fr

Jean-Marie Blondeau (SEMM Université de Lille1), réalisation du site

mel : jean-marie.blondeau@univ-lille1.fr

Moyens techniques :

Service Enseignement et Multi Media (SEMM²) Université de Lille1



¹jean-marie.blondeau@univ-lille1.fr

²semm.univ-lille1.fr