

Le champmètre et l'électrostatique

J'ai lu dans un bulletin de l'Union des Physiciens un article sur des expériences d'Electrostatique destinées à la classe de 4^{me} (B.U.P. n° 630).

Notre collègue, M^{me} DEBUIGNE, décrit une expérience d'électrisation avec des piles et la mise en évidence de cette électrisation au moyen d'un électroscope. Dans un article paru dans le B.U.P. n° 592 de mars 1977 j'ai déjà dit l'intérêt que présentait le champmètre de J.-P. PÉLISSIER (B.U.P. n° 565, mai 1974) pour une modernisation de l'enseignement de l'électrostatique. Sans nier l'intérêt de l'électroscope et la nécessité de son utilisation, la très grande sensibilité du champmètre permet de mettre en évidence beaucoup plus facilement un grand nombre de phénomènes électrostatiques.

LE CHAMPMETRE.

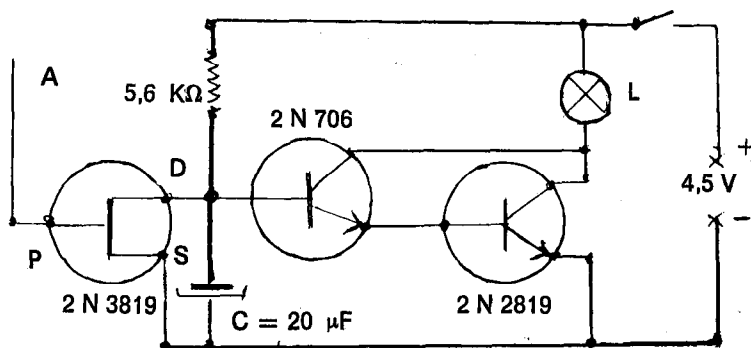


Fig. 1

Le schéma du champmètre (fig. 1) est celui décrit par J.-P. PÉLISSIER dans le B.U.P. n° 565. Il a été réalisé, comme le montre la photo n° 1 sur une plaque d'isorel perforée avec des contacts non soudés.

Les modèles commercialisés sous forme de Kit sont bien moins sensibles et ne permettent pas de montrer l'influence des divers éléments du montage. On peut, soit faire une théorie très simplifiée du champmètre accessible à des jeunes, en général très

épris d'électronique, soit montrer tout simplement que l'allumage de la lampe L se fait au niveau du transistor à effet de champ (ou FET) : en débranchant le FET au niveau de la source, la lampe L s'allume ; en rétablissant le contact, la lampe s'éteint. Avec des contacts non soudés, il est facile de le montrer.

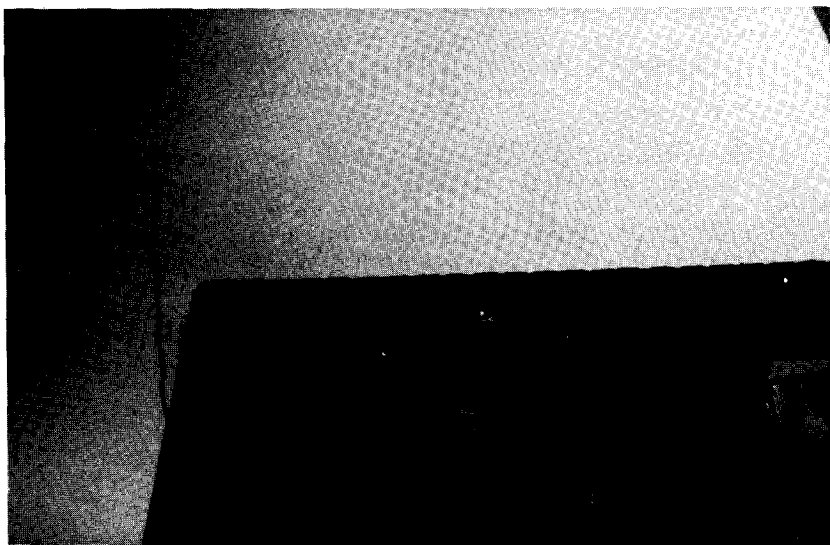


Photo n° 1

La commande du FET peut se faire de l'extérieur par influence sur l'antenne A au niveau de la porte P du transistor : l'approche de charges négatives repousse les électrons de l'antenne, le transistor est bloqué au niveau de la porte P, la lampe L s'allume. Sa durée d'éclairement dépend de « l'engorgement » de la porte et de la résistance porte-drain que l'on peut considérer, en première approximation, comme constante pour un transistor donné.

L'« engorgement » de la porte P dépend à la fois du nombre de charges présentes sur le corps électrisé et de la rapidité de leur déplacement. Il est donc recommandé pour mettre en évidence de faibles charges de les déplacer rapidement.

L'approche d'un corps chargé positivement attire les électrons de l'antenne : la porte du FET est ouverte, le transistor fonctionne normalement, la lampe L est éteinte. Par contre, dès que le corps chargé positivement est éloigné de l'antenne, les électrons de celle-ci refluent vers la porte, le transistor est bloqué et la lampe L s'allume..

Pour des explications plus détaillées, on se reportera à l'article déjà cité de J.-P. PÉLISSIER.

LE CHAMPMÈTRE ET L'ELECTROSTATIQUE.

L'utilisation du champmètre en électrostatique offre d'abord l'intérêt d'exciter la curiosité des élèves. Il permet ensuite d'étudier avec précision l'électrisation des différentes substances : matières plastiques, métaux et le changement de la nature des charges développées par frottement sur un même corps si les corps frottants sont de nature différente (laine ou matières plastiques).

Comme je l'ai expliqué dans mon article (B.U.P. n° 592, mars 1977), il permet aussi l'étude de l'état d'électrisation de l'atmosphère et de se libérer des idées reçues comme par exemple le pouvoir « bénéfique » des ions négatifs, alors que nous baignons, au moins pendant une bonne partie de l'année, dans une atmosphère où prédominent les ions positifs.

On lira à cet égard, avec profit, les ouvrages cités en référence (Physique du globe, Science et Vie).

Le champmètre permet d'étudier l'état électrique de l'atmosphère même lorsqu'elle est globalement neutre.

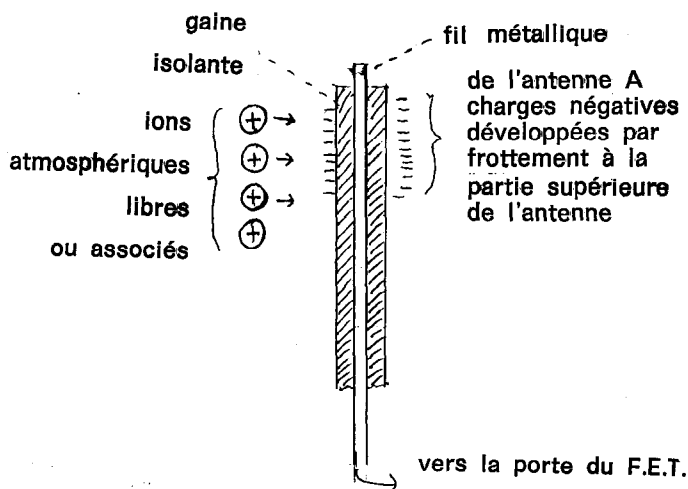


Fig. 2

Il suffit pour cela d'utiliser comme antenne un simple fil électrique isolé, comme le montre la fig. 2. En pinçant entre le pouce et l'index la partie supérieure de la gaine de l'antenne, elle s'électrise négativement comme la plupart des matières plastiques, alors les électrons du fil refluent vers la porte et bloquent le FET et la lampe L s'allume. La durée de l'éclairement dépend d'une part, comme je l'ai déjà dit, de la résistance de fuite : porte-drain, qui est très élevée et peut être considérée comme constante et d'autre part, de l'importance des charges développées par frottement.

Avec un peu d'entraînement et une sécheresse convenable de la peau, on peut arriver à développer des charges identiques.

Mais les ions extérieurs vont intervenir pour neutraliser ces charges et le FET fonctionnant à nouveau, la lampe du champmètre s'éteint.

La durée de l'éclairement de cette lampe fournit une mesure approximative du nombre d'ions extérieurs et cette mesure peut être recoupée par l'étude de la durée de décharge d'un électroscope.

Le champmètre permet donc, par différentes méthodes, de se rendre compte des variations diurnes, saisonnières, annuelles et accidentelles de l'état électrique de l'atmosphère et de ses répercussions sur certaines de nos expériences d'électrostatique : la facilité (ou la difficulté), plus ou moins grande, de charger un corps par frottement, de maintenir la charge d'un électroscope, de réussir plus ou moins bien l'expérience de Hertz sur l'effet photo-électrique, etc.

Pour en revenir à mon point de départ, j'ai réalisé avec le champmètre l'expérience décrite par notre collègue et cela avec une telle facilité, une telle économie de moyens que j'ai été incité à écrire ce nouveau plaidoyer pour le champmètre. J'ai repris le dispositif expérimental de M^{me} DEBUIGNE mais la feuille de papier d'aluminium B est placée sur une plaque de polystyrène de 2 mm d'épaisseur (photos nos 2 et 3). Le disque mobile A est réalisé soit avec du carton un peu fort, soit avec du polystyrène (voir technique du hobbystyrène - B.U.P. n° 599) recouvert d'une feuille de papier d'aluminium légèrement repliée sur l'autre face du disque pour la commodité de la charge du condensateur ; la tige isolante de ce disque est simplement constituée par l'enveloppe plastique d'un crayon à bille ordinaire collée au centre du disque par une colle pour matière plastique.

L'isolant destiné à séparer les deux lames du condensateur n'est pas constitué par une feuille de matière plastique dont l'électrisation pratiquement permanente compromettrait, par suite de

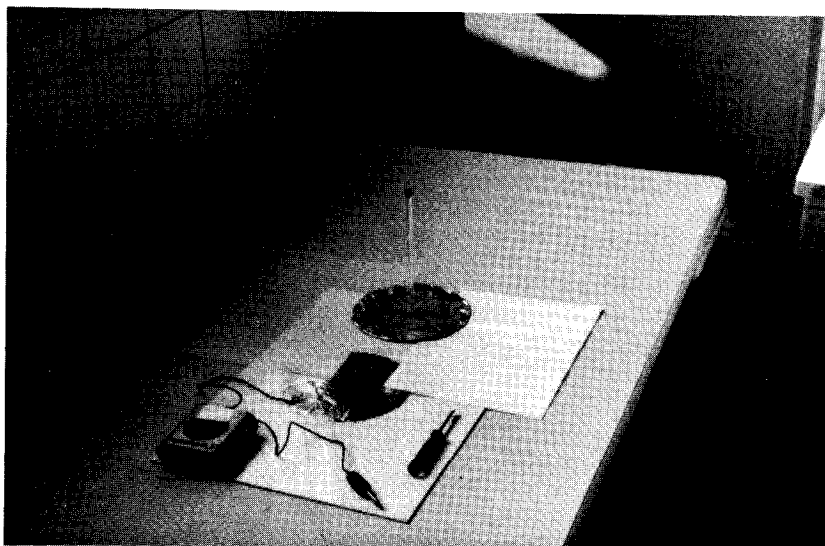


Photo n° 2

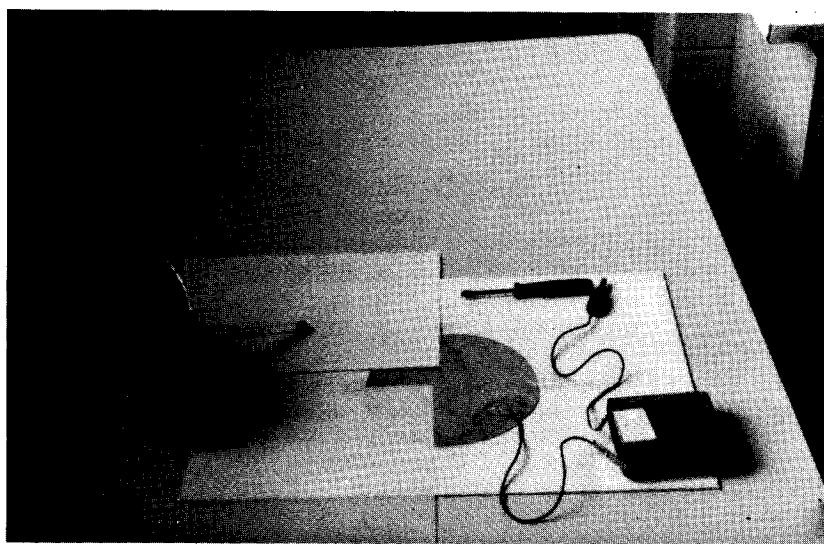


Photo n° 3

l'extrême sensibilité du champmètre, la réussite de l'expérience. On prend comme isolant une simple feuille de papier à lettre ou une feuille de calque Canson. Une pile de 4,5 volts suffit pour réussir l'expérience.

Les deux fils qui assureront la liaison avec les deux armatures du condensateur sont à brins multiples et soudés aux deux pôles de la pile. Comme l'a indiqué M^{me} DEBUIGNE, les brins du fil qui assurent le contact avec B sont disposés en éventail et fixés sur la plaque d'aluminium avec un peu de scotch.

Après la charge du condensateur, le disque mobile A est approché ou éloigné rapidement de l'antenne du champmètre (fig. 3).

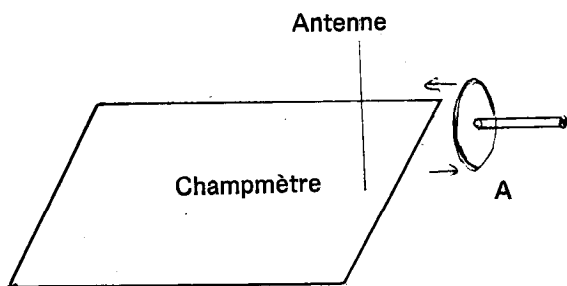


Fig. 3

Si A était en contact avec le pôle négatif de la pile, en l'approchant de l'antenne, la lampe du champmètre s'allume.

Si A était au contraire en contact avec le pôle positif de la pile, lorsqu'on l'approche de l'antenne, rien ne se produit, mais en l'éloignant rapidement, la lampe du champmètre s'allume montrant que A est bien chargé positivement. L'expérience est très simple et très probante.

CONCLUSION.

Par l'harmonieux mélange de raisonnement et d'expériences qu'elle met en jeu, l'électrostatique a une valeur pédagogique irremplaçable pour la formation de l'esprit aux méthodes des sciences physiques. Sans exclure l'utilisation de l'électroscope, le champmètre la complète. Il excite la curiosité des élèves et les incite à s'intéresser aux phénomènes qui lui sont liés. Si j'avais réussi à convaincre quelques collègues de l'introduire dans leur enseignement pour montrer à leurs auditeurs que l'électrostatique

n'est pas une partie périmée et archaïque des sciences physiques mais, au contraire, un chapitre bien vivant qui peut être enseigné d'une façon moderne et passionnante, j'aurai pleinement atteint mon but.

M. BRINGUIER (*Grenoble*).

BIBLIOGRAPHIE

- B.U.P. n° 565. — *Réalisation d'un appareil destiné à la mise en évidence du champ électrique* (J.-P. PÉLISSIER).
- B.U.P. n° 547. — *Electricité atmosphérique* (M. HENRY).
- B.U.P. n° 592. — *Electrostatique, Electrocinétique, Electronique* (M. BRINGUIER). i
- B.U.P. n° 592. — *Electronique pratique : construction et perfectionnement du champmètre* (M.-C. COLLIGNON).
- B.U.P. n° 599. — *Un nouveau moyen pédagogique : le Hobbystyrène* (P. COURBIER).
- B.U.P. n° 630. — *Expériences destinées à la classe de 4^{me}* (M^{me} DEBUIGNE).

Ouvrages et Revues :

- FEYNMANN. — Cours de physique, tome 2. *Electromagnétisme*.
- COULOMB-LOISEL. — *Physique des nuages* (Albin Michel).
- M. KOLOBROV. — *L'atmosphère et sa vie* (Editions de Moscou).
- Roger CLAUSSE, Léopold FACY. — *Les nuages* (Edition du Seuil).
- Pierre COURBIER. — *Hobbystyrène* (Fernand Nathan).
- SCIENCE ET VIE n° 573 (juin 1980). — *Les étranges effets de l'électricité statique*.
- Les transistors* (collection que sais-je ? P.U.F.).