Zeitschrift: Actes de la Société jurassienne d'émulation
Herausgeber: Société jurassienne d'émulation
Band: 111 (2008)

Artikel: Les lifters
Autor: Koch, Donovan
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-549982

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Les lifters

Donovan Koch

Les lifters sont une piste très prisée de l'aérospatial dans le développement de nouveaux systèmes de propulsion. Ces simples structures en balsa sont la représentation la plus évidente de l'effet *Biefeld-Brown* découvert en 1928. *Thomas Townsend Brown* montra qu'un condensateur asymétrique chargé avec une haute tension produit une force qui reste inexpliquée aujourd'hui. Dans mon travail de maturité, j'ai construit plusieurs lifters avec différents paramètres pour en étudier les comportements. Ma recherche porte également sur l'évaluation de la force d'un vent ionique créé par le lifter dans l'air.

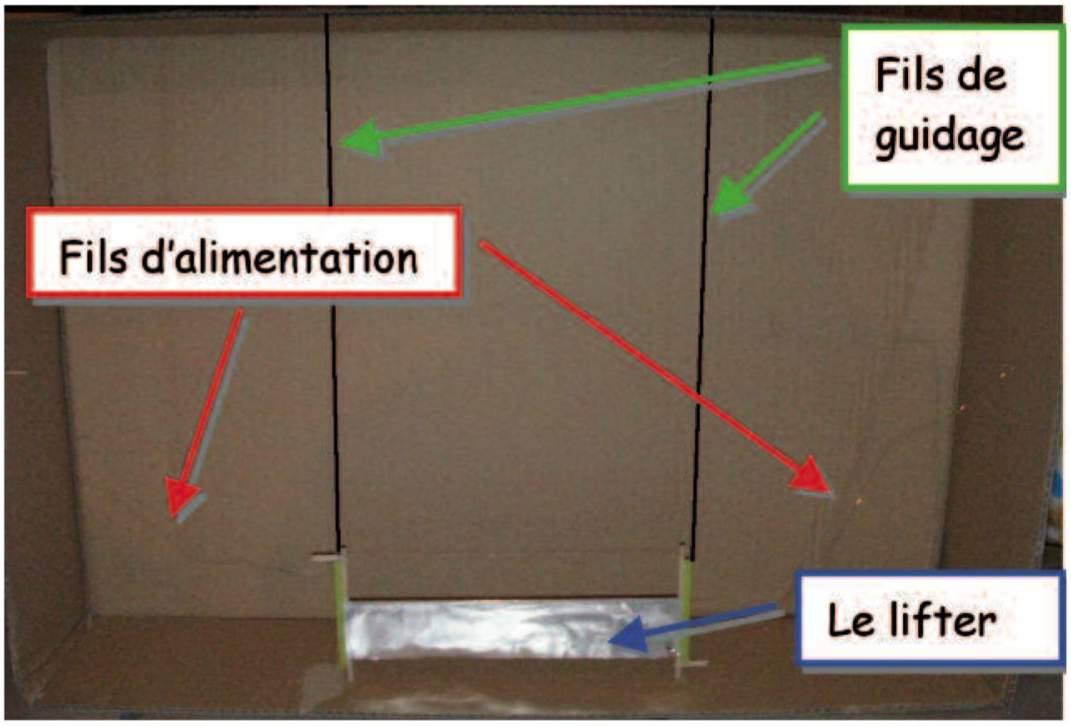
Contexte et but du travail de maturité

Les premiers lifters ont été construits en 2001. Les lifters utilisent l'effet *Biefeld-Brown*. L'effet *Biefeld-Brown* a été découvert par *Thomas Townsend Brown* en 1928. *Brown* montrait qu'un condensateur asymétrique soumis à une haute tension produit une force sur l'environnement extérieur.

J'avais déjà construit deux lifters avant de commencer mon travail de maturité. Quand est venu le moment de décider d'un thème de travail, j'ai choisi le lifter pour essayer d'en comprendre le fonctionnement. Je me suis approché de M. Schmied, qui n'en connaissait pas plus que moi à propos des lifters. Le but est donc de trouver un modèle qui explique pourquoi cet engin, sans partie mobile, décolle quand on lui applique une haute tension.

Mes modèles de lifters

Pour tester différentes configurations j'ai construit un modèle simple et facilement modifiable. Alors que mes premiers lifters étaient en 3D avec plusieurs segments, ceux-ci sont formés d'un seul segment et guidés par des fils. Chaque segment est fait d'une armature en tiges de balsa supportant une bande d'aluminium surmontée de trois centimètres d'un fil de cuivre très fin (0,1 cm). Cela m'a permis de varier plus facilement la largeur de la bande d'aluminium.



La plate-forme du lifter-test.

Pour ce travail, j'ai réalisé trois modèles de base. Ils ont tous la même longueur, la seule différence est la largeur de la bande d'aluminium.

Expériences de base

Je me suis rendu au laboratoire haute tension de la Haute Ecole Arc ingénierie au Locle avec M. Georges Jean-Richard. Dans ce laboratoire, j'ai mesuré les tensions et courants dans mes lifters.

Tension [kV]	Courant [µA]	Observations
10	1	
12	8.5	
14	22	
16	43	Petits tremblements, petits bruits
18	100	
20	162	
22	240-260	Bruits dus à l'ionisation irrégulière
24	350	Début du soulèvement
26	500	

Mesure de la tension et du courant

Voilà un tableau des mesures effectuées sur un lifter avec une bande d'aluminium large de deux centimètres. La différence avec les autres lifters est très faible.

C'est aux alentours de 16 kV que l'on constate une augmentation du courant, respectivement le bruit caractéristique provoqué par l'ionisation de l'air.

Modèle physique

Présentation

Les lifters produisent un vent ionique lorsqu'ils fonctionnent dans l'air ou dans certains autres gaz. En plus de ce vent ionique, il y a l'effet *Biefeld-Brown* qui produit également une force d'élévation. Des études montrent que le lifter peut fonctionner dans un vide quasi parfait uniquement grâce à l'effet *Biefeld-Brown*. Mais cet effet n'a pas encore été exactement modélisé. Je l'ai alors négligé pour me pencher uniquement sur l'effet du vent ionique. Le lifter ionise du gaz autour du fil et pas autour de la bande. Le gaz est ensuite propulsé loin du fil par la force du champ électrique. Le gaz éjecté va être plus ou moins attiré par la bande, polarisé négativement. Le vent ionique sera orienté du fil en direction de la bande.

Si la bande est trop petite, elle peut elle aussi ioniser l'air ambiant. Dans ce cas, les deux vents ioniques s'annuleraient.

Mon modèle comprend deux éléments:
- le fil de cuivre, chargé positivement, avec un potentiel de 13 kV;
- la bande d'aluminium, chargée négativement, avec un potentiel de -13 kV.

Approximation de la charge par simulation

Dans tous les calculs de champ électrique, la charge Q est essentielle. Pour ce modèle, la valeur de la charge Q m'est inconnue. De plus, les calculs pour la trouver sont très complexes.
J'ai donc cherché à tâtons la charge nécessaire dans le logiciel Visualis.
La valeur que j'ai alors trouvée est de:

$$Q = \pm 3 \cdot 10^{-8}\ C$$

C'est cette valeur que j'utiliserai tout au long de mon travail.

Champ électrique E autour du fil

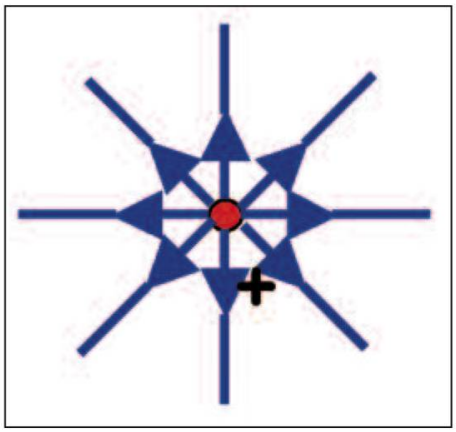
J'ai utilisé la formule de champ autour d'un conducteur linéaire. Cette formule nous donne la valeur du champ électrique à une distance donnée du conducteur. En effet, comme le champ est de plus en plus grand, son intensité diminue.

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{rh} = 2.696 \cdot 10^6 \ \frac{V}{m} \qquad [a]$$

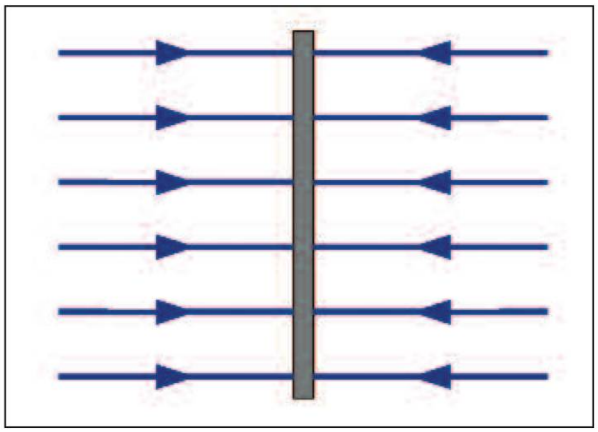
L'ionisation de l'air aux conditions normales se fait quand

$$E > 1000000 \ \frac{V}{m} \ .$$

On voit que E dépasse bien la valeur d'ionisation, ce qui prouve qu'il y a ionisation.



On voit les lignes de champ qui divergent autour du fil.



Voilà un schéma de la feuille d'alu. Les lignes de champ sont parallèles, le champ est uniforme.

Champ électrique E aux alentours de la bande l'aluminium

Pour ce calcul-ci, j'ai utilisé la formule pour un plan infini. On néglige les effets de bords. Le champ est alors uniforme, la distance au plan n'a pas d'influence sur la grandeur du champ.

$$E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} = -\ 2.824 \cdot 10^5 \ \frac{V}{m} \qquad [c]$$

Cette fois-ci, l'intensité du champ électrique aux alentours de la bande d'aluminium n'est pas assez intense pour ioniser le gaz ambiant.

Masse de gaz ionisé par seconde

Le courant mesuré est le courant perdu dans le système en ionisant l'air ambiant. En admettant que l'air est formé uniquement de molécules d'azote ionisables quatre fois, on trouve la masse d'azote ionisé par seconde.

$$M = 3.629 \cdot 10^{-11}\ kg$$

Simulations

Pour toutes les simulations, j'ai utilisé le software Visualis. Il s'agit d'un programme simple d'utilisation qui offre une belle visualisation des événements. Par contre, la précision des modèles n'est pas de la meilleure qualité.

Les simulations sont faites en 2D.

Trajectoires de molécules ionisées et leur vitesse

Pour la simulation des trajectoires, j'ai admis deux paramètres:

- simulation dans le vide, donc pas de résistance;
- uniquement des molécules d'azote.

J'ai placé quarante molécules de N_2^{+4} sur un carré de deux millimètres de côté centré sur le fil.

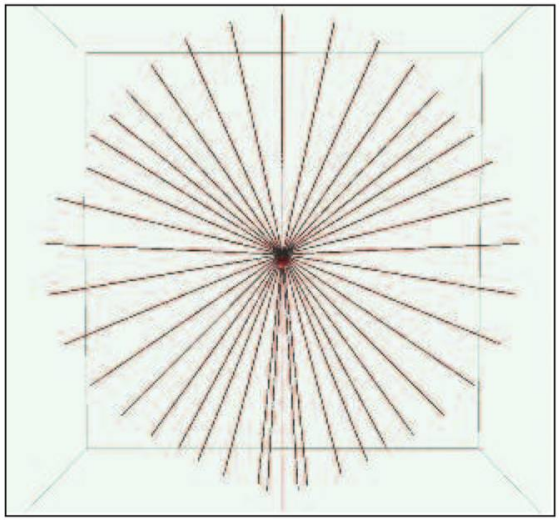
Après un temps $t = 1.3 \cdot 10^{-5}\ s$ et à environ dix mètres du lifter, j'ai noté les vitesses verticales des particules. Leur vitesse moyenne est de:

$$\bar{v} = 6.79 \cdot 10^{4}\ m \cdot s^{-1}$$

Calcul de la force du flux

A l'aide de la formule de l'impulsion masse ionisée par seconde calculée précédemment, on trouve que la force générée par le vent ionique sur le lifter est de:

$$F = 2.46 \cdot 10^{-6}\ N$$



On voit les trajectoires courbées des particules ionisées et la tendance à se concentrer vers le bas.

Expériences de contrôle

Contrôle de l'influence de l'asymétrie

L'asymétrie est le facteur le plus important. J'ai alors testé des lifters avec des bandes d'aluminium de plus en plus étroites pour finir avec une largeur d'un millimètre.

Les lifters avec les bandes d'aluminium plus fines qu'un centimètre ne décollent plus.

Evaluation de l'accélération du lifter

J'ai utilisé une vidéo, décomposée image par image, pour évaluer l'accélération du lifter. En connaissant la masse du lifter (1,15 g), on trouve la force appliquée :

$$F_e = 1.661 \cdot 10^{-2} \ N$$

Conclusion

La force d'élévation théorique obtenue d'après les simulations est de :

$$F = 2.46 \cdot 10^{-6} \ N$$

La force d'élévation calculée au moyen de l'analyse vidéo vaut :

$$F_e = 1.661 \cdot 10^{-2} \ N$$

La différence entre ces deux valeurs est de facteur 10^4. Cette différence reste acceptable, car le modèle est encore trop simple.

Il ne tient pas compte de l'effet *Biefeld-Brown*, mais seulement du flux ionique présent lors de vol dans l'atmosphère. Aujourd'hui, nous ignorons encore les caractéristiques exactes de l'effet Biefeld-Brown. Nous savons qu'une autre force agit sur le lifter en plus du flux ionique. Plusieurs expériences le démontrent.

On peut encore améliorer le modèle de vent ionique que j'ai réalisé en tenant compte de la pression, de la composition exacte de l'air (azote, oxygène, gaz carbonique…), et la résistance exercée par l'air sur les particules en mouvement autour du lifter.

Le logiciel Visuallis que j'ai utilisé n'indique pas la précision des simulations effectuées. En utilisant un logiciel plus puissant, il serait possible de calculer beaucoup plus précisément les charges présentes dans le lifter.

Pour finir, la maquette pourrait être améliorée pour limiter les frottements avec les guides.

J'ai beaucoup aimé travailler sur ce projet; bien que certaines phases des simulations sur ordinateur étaient assez longues et répétitives. Cela m'a permis de me familiariser avec l'électricité et différents phénomènes électrostatiques.

Non seulement j'ai compris comment fonctionne un lifter, mais surtout, j'ai maintenant une idée de la complexité des modèles physiques que peuvent cacher de simples petits dispositifs comme un lifter.

Remerciements

Je remercie Dr Daniel Gerber de la Haute Ecole ARC de Saint-Imier pour m'avoir mis en contact avec M. Georges Jean-Richard.

Je remercie également M. Georges Jean-Richard qui m'a aidé à expérimenter mes lifters dans le laboratoire haute tension de la Haute Ecole ARC du Locle.

Mes remerciements vont aussi à mon ancien professeur, M. Rémy Rubin, pour m'avoir fabriqué une alimentation à haute tension.

Je remercie enfin le Gymnase français de Bienne pour son soutien durant la réalisation de mon travail de maturité.

Donovan Koch a obtenu son certificat de baccalauréat au Gymnase français de Bienne en 2007. Avant d'entreprendre des études à l'EPFL en section Physique (en septembre 2008), il a voyagé aux USA, en Russie et en Ukraine. Il souhaiterait orienter ses études vers la physique expérimentale, son objectif étant de travailler dans le domaine spatial, plus particulièrement dans le développement des satellites ou des systèmes embarqués.

REFERENCES

Site internet:

[1] http://jlnlabs.imars.com/lifters/index.htm

Livres : [a] Formulaires et tables – [b] Monard Mécanique – [c] Harris Benson, PHYSIQUE II: Electricité et magnétisme – [d] Cours de physique de M. B. Schmied