

Etude d'un alternateur de bicyclette (dynamo)

Amateur de vélo, j'ai opté pour des lumières rechargeables, bien que leur usage ne soit pas toujours idéal. La dynamo, en perte de vitesse, demeure pourtant une solution pertinente. Selon COFACY, le manque de visibilité est un risque majeur, et l'éclairage autoalimenté pourrait y remédier efficacement.

Souvent jugée banale, la dynamo repose pourtant sur une mécanique ingénieuse et économe. Son autonomie énergétique et sa durabilité en font une alternative pertinente aux solutions à batterie. Elle s'intègre parfaitement dans une démarche de transition écologique et favorise une mobilité plus durable et responsable.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire)*
- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

<i>Induction</i>	<i>Induction</i>
<i>Vélo</i>	<i>Bike</i>
<i>Générateur</i>	<i>Generator</i>
<i>Bobinage</i>	<i>Winding</i>
<i>Sécurité</i>	<i>Safety</i>

Bibliographie commentée

Selon une étude expérimentale menée par l'Université d'Aalborg au Danemark (où la capitale compte aujourd'hui plus de vélos que d'habitants), l'utilisation de lumières permanentes, de jour comme de nuit, réduit significativement le risque d'accident jusqu'à $47 \% \pm 2$ et diminue le risque de blessure de 19% . De plus, les 2000 participants du groupe de test ont apprécié la facilité d'utilisation, ainsi que la tranquillité de ne pas avoir à penser à recharger, remplacer les batteries ou emporter leurs lampes. [3]

Ceci démontre l'importance d'un système d'éclairage adapté, mais quels principes physiques utilise-t-on dans ce dispositif ?

Frédéric Legrand sur son site personnel[1] nous offre un large choix de simulations et expériences physiques – sur l'induction et ses applications. De la méthode des différences finies aux techniques d'acquisition tout est expliqué et détaillé avec précision, accompagné de graphiques pertinents dont on peut s'inspirer.

Aussi dans le but de modéliser une dynamo, on pourra utiliser les expressions de champ magnétique décrites par Mr. Ziemann [2], sous leur forme la plus simple sur des bobines en cuivre en l'absence de matériaux ferromagnétiques qui complexifient les calculs. Dans ce cas l'aimant permanent en question pourra se modéliser par un solénoïde parcouru par un certain courant, et on étudie l'interaction des bobines ainsi créées. Ou plus en détail avec des logiciels type COMSOL par résolution des champs vectoriels dans différents milieux. [2]

Aussi la force électromotrice induite étant sinusoïdale et mal adaptée à certains cas d'utilisation (charge smartphone/GPS en itinérance) un redresseur de tension peut être utilisé pour obtenir une tension plus stable. [4] L'article de Takashi Ohara décrit différents modèles qui offrent des efficacités variables, et explique le calcul de charge adaptée à puissance donnée. Par une méthode d'analyse analogique typique dite « des états présumés » décrite dans le cours MIT OpenCourseWare sur l'électronique de puissance (leçon 2). [5]

Problématique retenue

Peut-on concevoir une dynamo de vélo adaptée pour l'éclairage & autres utilisations?

Objectifs du TIPE du candidat

Mettre en évidence et interpréter le phénomène d'induction entre une bobine et un aimant en mouvement

Déterminer et interpréter la vitesse minimale permettant le fonctionnement de l'éclairage

Comparaison avec un modèle commercial.

Réaliser une simulation numérique analogue à la dynamo réalisée.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] FREDERIC LEGRAND : Aimant et bobine : flux et force - Étude expérimentale : <https://www.f-legrand.fr/scidoc/docmml/sciphys/electmag/aimantbobine2/aimantbobine2.html>
- [2] VOLKER ZIEMANN : Closed-form expressions for the magnetic field of permanent magnets in three dimensions (2022) : <https://arxiv.org/pdf/2106.04153>

- [3]** MADSEN, JENS CHR. OVERGAARD; ANDERSEN, T.; LAHRMANN, HARRY : Safety effects of permanent running lights for bicycles (2013) : https://vbn.aau.dk/ws/files/274548813/Safety_effects_of_permanent_running_lights_for_bicycles.pdf
- [4]** TAKASHI OHIRA : Power efficiency and optimum load formulas on RF rectifiers featuring flow-angle equation : https://www.jstage.jst.go.jp/article/elex/10/11/10_10.20130230/_pdf/-char/en
- [5]** INSTRUCTOR: DAVID PERREAULT : MIT OpenCourseWare - Power Electronics Course : <https://youtube.com/playlist?list=PLUl4u3cNGP62UTc77mJoubhDELSC8lfR0>