HAL
open science

La Strioscopie...Révélations des dessous des LEDs, une lumière “ froide ” dans un corps chaud !

Laurent Canale, Georges Zissis

▶ **To cite this version:**

Laurent Canale, Georges Zissis. La Strioscopie...Révélations des dessous des LEDs, une lumière “ froide ” dans un corps chaud !. Armir. Voir l'Invisible T.2, Editions du Puits Fleuris, pp.100-101, 2019. hal-03164483

HAL Id: hal-03164483

https://hal.science/hal-03164483v1

Submitted on 30 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

La Strioscopie…

Révélations des dessous des LEDs, une lumière « froide » dans un corps chaud !

L. Canale, Ingénieur de Recherche au CNRS ; G. Zissis, Prof. Université de Toulouse III

Voir

L'éclairage à LEDs est certainement la révolution domestique la plus profonde de ces dernières décennies. Une lampe à LEDs peut se commander à la voix, se programmer ou changer de couleurs… Remarquée principalement pour sa frugalité énergétique et sa longue durée de vie, la LED serait-elle une panacée dans le monde de l'éclairage ?... Pas si sûr… Car si elle consomme dix fois moins que son illustre aînée à incandescence pour la même quantité de lumière avec une durée de vie cinquante fois supérieure, la lampe à LED a un talon d'Achille : la chaleur ! Si l'on dit souvent d'elle qu'elle est une lumière « froide » (elle n'émet pas d'Infrarouge !), la LED recèle de noirs dessous puisque sa chaleur peut réduire sa durée de vie de façon dramatique ! Les chercheurs disposent de deux outils pour y palier : augmenter l'efficacité pour réduire les pertes thermiques ou évacuer au mieux sa chaleur produite… Le groupe de recherche « Lumière et Matière » s'est penché sur la seconde option avec l'optimisation des dissipateurs thermiques adaptés aux LEDs.

Dans toutes études, tôt ou tard, il est nécessaire de confronter le modèle théorique avec l'expérience. Les principes appliqués de la mécanique des fluides, des écoulements convectifs, visualisés et mis en forme par des logiciels spécialisés doivent être confrontés à la réalité et à des mesures in situ. Mais comment visualiser des flux de chaleur invisibles dans l'espace sans perturber l'objet à mesurer ?!

Comprendre

La **Strioscopie** : un principe relativement simple, inventé par Foucault en 1859… Regardez quelqu'un ou un objet derrière une source de chaleur et vous verrez son image mouvante. Les rayons de lumière renvoyés vers l'œil sont soumis aux variations de l'indice de réfraction de l'air résultants des variations de température et leur trajectoire initiale est ainsi modifiée. L'œil perçoit une image déformée. Cette méthode optique permet donc de révéler un phénomène invisible : la convection thermique. Son principe consiste à visualiser uniquement les rayons déviés en coupant la lumière non modulée par l'air chaud (Fig. 1).

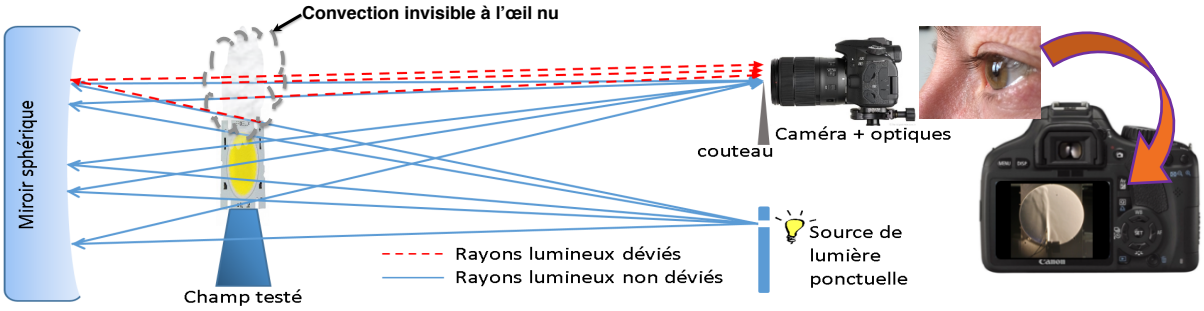

Fig. 1 : La strioscopie, un dispositif simple… en apparence /1-2/.

Un miroir convergent forme l'image de la source qui est formée de tous les rayons non déviés. En masquant partiellement ces derniers à l'aide d'un couteau dans ce plan image,

seuls les rayons déviés vont pouvoir franchir l'obstacle. On obtient donc une image présentant des variations de contraste modulées par la chaleur issue de l'objet à étudier et dont l'intensité est proportionnelle à la chaleur émise.
La figure 2 montre les variations thermiques de l'air provoquées par une source lumineuse à LED. Cette série de photographies semble montrer des volutes de « fumées » émanant d'une source de lumière à LEDs… Mais il n'en est rien, elles restent invisibles à l'œil nu !

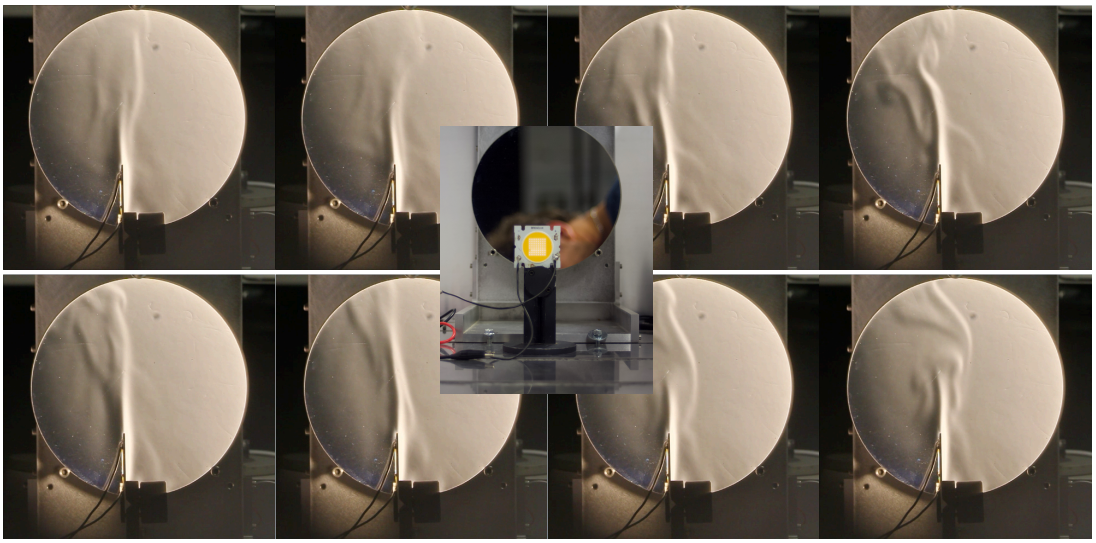

Figure 2 : Au centre, la LED étudiée, sans dissipateur, de face, à l'œil nu ;
autour, la même LED, vue par la tranche à travers l'optique de la caméra ;
à l'arrière, le miroir sphérique présenté dans le schéma Fig.1, vu de face.

Ces modulations ne se révèlent qu'à travers l'œil de la caméra. Ce sont des « ombres » issues d'une absence de lumière au niveau de la caméra résultant de la distorsion des rayons lumineux… Le rayon non dévié … Un rayon dévié de sa trajectoire initiale en traversant une zone, dont l'indice de réfraction (n) n'est pas constant, laissera une zone sombre (Fig.3) … Elle met en évidence les variations spatiales de l'indice de réfraction de l'air (dérivées d'ordre 1) qui sont elles-mêmes liées aux variations de masse volumique (ou densité) et donc de température ou de pression… ;

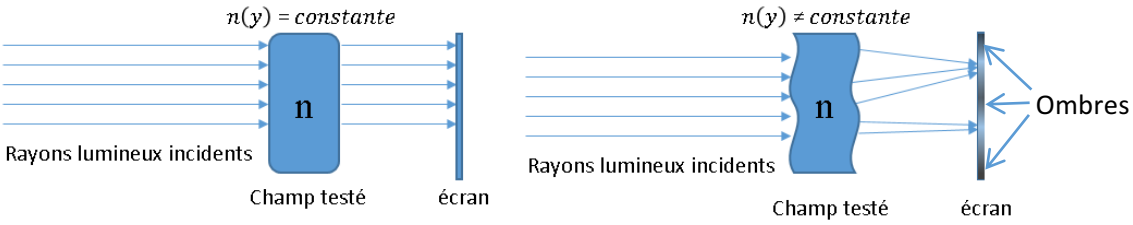

Figure 3 : un jeu d'ombres et de lumières où les rayons lumineux sortent du droit chemin...

Agir :

La longévité des lampes à LEDs, leur frugalité énergétique et leur robustesse, les ont propulsées aux premières places des sources de lumières artificielles. Mais leur fragilité paradoxale vis-à-vis de la chaleur impose aux chercheurs d'étudier et d'optimiser de

nouveaux modes de refroidissements. Là où il peut être concevable d'avoir une convection forcée avec un ventilateur (ordinateurs, etc.), l'introduction d'un tel système électromécanique n'est pas envisageable dans les lampes à LEDs à plusieurs titres : les nuisances sonores, l'encombrement réduit et surtout une réduction de la durée de vie globale du système et une baisse de l'efficacité énergétique dues au ventilateur lui-même.
La strioscopie permet ainsi de valider de nouvelles structures de dissipateurs adaptés aux dispositifs à LEDs en éprouvant les modèles théoriques. Et cette technique est bien loin d'être spécifique à l'étude de la convection pour les LEDs ! Elle s'applique également à des applications industrielles aussi variées que la mesure et contrôle d'objets en 3D, l'étude du mouvement des vagues en mécanique des fluides, la reconnaissance d'objets, le codage des films numériques, la vision robotique ou le parking automatique de véhicule ! /2-4/

/1/ A.J. Smits and T.T. Lim, Flow Visualization: Techniques & Examples. Imperial College Press, 2000.
/2/ V. Laude, Corrélation optique et application aux architectures cohérentes et incohérentes, Chap. 10, Etude géométrique de l'ombroscopie, Thèse de doctorat de l'Université Paris XI, Orsay, 1994
/3/ G.S. Settles. Schlieren and Shadowgraph Techniques. Springer Berlin Heidelberg, 2001
/4/ K. Onu, M. R. Flynn, and B. R. Sutherland. Schlieren measurement of axisymmetric internal wave amplitudes. Exp. Fluids, 'Online first', 2003.