

EDITORIAL

Nous avons le plaisir de vous présenter la lettre des syzygies de l'équinoxe d'automne dans laquelle vous trouverez deux articles : un premier sur les formes et sections des faisceaux réfléchis, un second sur un diffuseur permettant de refermer considérablement le faisceau lumineux issu d'une fibre optique.

Les inventeurs de l'Optique Fluide

CONCEPT

Formes et sections des faisceaux réfléchis

Cette première présentation, loin d'être exhaustive, sera suivie d'autres présentations permettant ainsi de se rendre compte des possibilités offertes par l'utilisation du concept de l'Optique Fluide dans la conception des réflecteurs. Nous avons mené un grand nombre d'études théoriques, et quelques pro-

(Suite page 2)

SOMMAIRE

Editorial

Concept

Formes et sections des faisceaux réfléchis

Produits

Un cas de diffuseur "Optique Fluide®" du type concol

Infos

Produits

Un cas de diffuseur "Optique Fluide®" du type concol

La fibre optique plastique est de plus en plus répandue dans le métier de l'éclairage. En effet, celle-ci présente l'avantage de transférer la lumière depuis le générateur jusqu'à l'objet à éclairer. Ainsi les problèmes de chaleur et de maintenance sont déportés. Cette technique, de plus en plus répandue, est souvent utilisée dans les vitrines des musées ou pour éclairer des détails de monuments.

Le générateur de lumière et sa fibre optique

Outre le problème de l'efficacité du générateur qui ne fait pas l'objet de cet article, un autre problème se pose à la sortie de la fibre optique. La sortie de la fibre optique réagit comme une nouvelle source constituée de multiples brins émetteurs de lumière, et chacun de ces brins émet de la lumière pour son propre compte dans un angle important, le plus souvent de l'ordre de 60°. La lumière produite est diffuse, désordonnée et difficilement maîtrisable sur une grande distance.

(Suite page 6)

(Suite de la page 1)

totypes ont été ponctuellement réalisés.

Nous vous présentons, d'abord, notre classification des réflecteurs en fonction de la forme du faisceau lumineux réfléchi. Ensuite, vous trouverez l'énoncé de certaines de nos méthodes (nous ne présentons pas le savoir faire pour aboutir au résultat car il reste la propriété de ses inventeurs) pour moduler la section de flux du faisceau lumineux réfléchi.

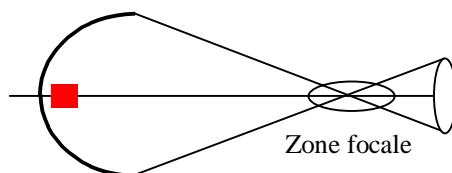
Classification des réflecteurs

Le réflecteur est un système optique destiné à recueillir la lumière provenant d'une ou de plusieurs sources et de la diriger, par l'utilisation de la réflexion seule, simple ou multiple, de la réfraction simple ou d'un mélange des deux à la fois, vers un ou plusieurs lieux, selon des flux homogènes, hétérogènes ou modulés selon le besoin.

On distingue, selon notre concept, trois grandes classes principales de réflecteurs. Les réflecteurs positifs, les réflecteurs négatifs et une troisième classe, occupée par les réflecteurs à vocation, c'est-à-dire des réflecteurs dotés de plusieurs de ces fonctions à la fois.

Vous trouverez également les définitions qui vont suivre sur notre site Web.

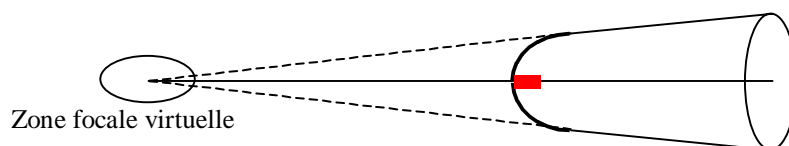
Réflecteur positif



- Par convention interne, **un réflecteur est dit positif**, c'est-à-dire convergent, quasi-convergent ou pseudo convergent si le flux créé à partir de sa zone émissive est focalisé, concentré ou condensé devant le réflecteur à une distance finie.

Exemple d'application : On devra faire appel à un réflecteur positif pour entrer un flux de lumière dans un faisceau de fibres optiques.

Réflecteur négatif



- Par convention interne, **un réflecteur est dit négatif**, c'est-à-dire divergent, quasi-divergent ou pseudo

(Suite page 3)

(Suite de la page 2)

divergent si le flux créé à partir de sa zone émissive est divergent, quasi-divergent ou pseudo divergent, c'est-à-dire que le prolongement virtuel du flux est focalisé, concentré ou condensé derrière le réflecteur à une distance finie.

Ce qui signifie aussi que tout se passe comme si virtuellement, tout le flux semblait provenir d'une zone réduite, ou non, située derrière le réflecteur.

Exemple d'application : On devra faire appel à un réflecteur négatif pour éclairer une zone étendue.

Par abus de langage, on pourrait parler d'un réflecteur "nul", ce qui reviendrait à imaginer un réflecteur capable de créer un faisceau parallèle. Ceci est une vue de l'esprit. On peut assurer qu'il est impossible, même avec le secours de l'optique fluide de créer, à partir d'une zone émissive étendue, un flux parfaitement parallèle. On ne peut seulement, avec des zones émissives quelconques, que tenter d'approcher cette situation, et créer des réflecteurs qui dans certaines conjonctures peuvent créer des faisceaux très étroits. Actuellement on arrive à créer (en théorie et en application pratique) un faisceau ouvert à 12° réel, sans flux périphérique perdu, et fonctionnant avec une source à arc étendue. Il faut faire appel à l'optique dioptrique pour pouvoir considérablement baisser cette valeur. Vous constaterez, dans l'article "Produits", que l'utilisation d'un concol seul (dioptrique) permet, actuellement, d'atteindre des ouvertures de faisceaux égales à environ 3 à 5° avec bords francs.

Réflecteurs à vocation

- Par convention interne, on distingue une troisième série de **réflecteurs dits "à vocation"**. On classera dans cette rubrique tous les réflecteurs qui ne sont ni totalement positifs, ni totalement négatifs. Cela signifie que la zone virtuelle pseudo-focale peut passer de l'arrière du réflecteur à l'avant du réflecteur.

On constatera, au fil des articles suivants, que cette classification fait bien correspondre chacune de ces trois classes de réflecteurs à des familles de propriétés géométriques très spécifiques

Exemples d'application :

- le réflecteur torique dont la zone émissive virtuelle est simultanément en partie devant et derrière le réflecteur.

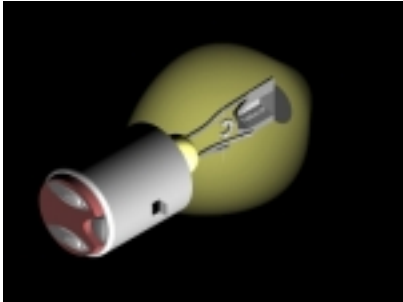
Modulation des sections des flux

Moduler une section de flux, c'est donner à l'enveloppe du faisceau une section spécifique, destinée à définir un contour de trace, prévu à l'avance, sur la cible, en tenant compte de l'orientation de la cible par rapport à l'axe optique du faisceau.

(Suite page 4)

première méthode :

- La plus simple et première méthode consiste à utiliser le faisceau à section circulaire créé par le réflecteur circulaire et à occulter une partie du flux en interposant sur le chemin optique un cache, une coupelle, un couteau ou tout autre objet opaque.

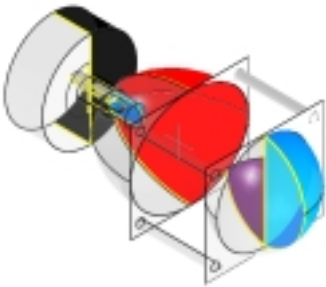


Exemple d'application : Dans l'industrie automobile, des sources à coupelle sont utilisées pour créer des projecteurs de croisement. Dans l'industrie du spectacle, la forme de la section des faisceaux est donnée par l'utilisation de couteaux interceptant tout ou partie du flux.

deuxième méthode :

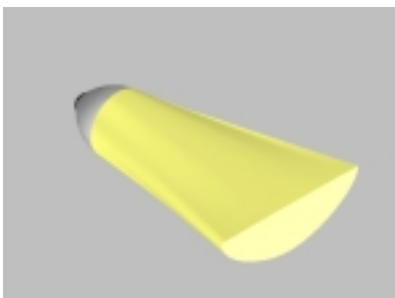
- Une méthode un peu plus élaborée consiste à utiliser les règles propres à l'imagerie et sa propriété aplanétique.

Dans ce cas, tout revient à créer un petit système optique capable de créer une image à partir d'un objet. Si, par exemple, l'objet est un demi cache, cet objet se traduira sur la cible par une zone éclairée contiguë à une zone sombre. Tous les profils présentés par l'objet seront reproduits sur la cible.



Exemple d'application : Dans l'industrie automobile, la limite de coupure droite ou en V (avec pente à 15°) est régulièrement créée par un cache adéquat positionné entre la source, son réflecteur et la lentille d'imagerie (en général une lentille plan convexe asphérique).

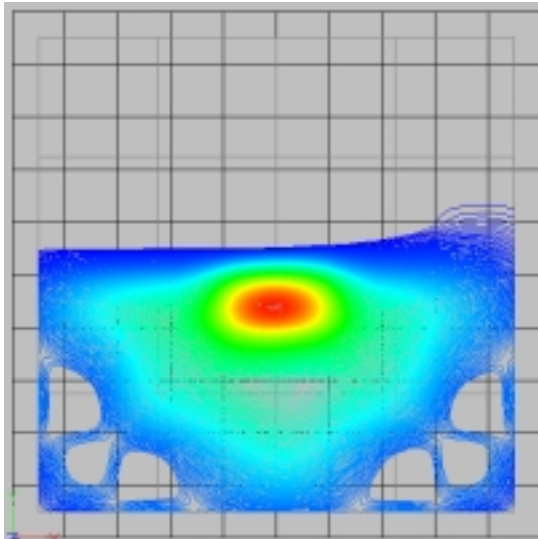
troisième méthode :



Il existe plusieurs méthodes de mise en géométrie pour moduler un flux provenant de sources de lumière à partir d'un voile réfléchissant généré par une évolution de profils, et ainsi créer sur une cible des taches aux formes prédéfinies. Tous ces réflecteurs n'utilisent pas de coupelle ni cache pour créer leur coupure. L'absence d'occulteur évite naturellement les pertes de lumière.

(Suite de la page 4)

Le tout début consiste d'abord à dessiner des voiles fluides par rattrapage de forme ou extrusion. Ces réflecteurs non de révolution à voile lisse sont destinés à créer une limite droite limitant deux zones contiguës, l'une éclairée, l'autre sombre. Une étude toute particulière est nécessaire pour rendre le gradient de lumière limitant ces deux zones le plus élevé possible.



**Vue de la cible à 25m du projecteur
Graphe des isolux**



**vue de profil de la
cible**

On voit ci-dessus la présentation d'une coupure obtenue à partir d'une source dépourvue de cache ou coupelle, d'un voile fluide dessiné pour adresser la lumière selon une cible de croisement traditionnel. De plus, on remarque bien sur la simulation ci-dessus le début d'obtention d'un relevé de la ligne de coupure par simple déformation du voile fluide. On constate de plus, par l'image de droite, un renforcement du flux situé un peu sous la ligne horizontale.

On notera que ce type de mise en géométrie de réflecteur est en cours d'étude, c'est-à-dire que nous tentons de définir les paramètres géométriques nécessaires à faire varier pour apprendre à maîtriser les caractéristiques des iso-rayons et gradient de flux sur la cible. De plus, on n'ignore pas la légère dégradation inévitable prévisible lors de la fabrication d'un tel prototype.

Exemple d'application : Des études théoriques, avec ponctuellement, quelques applications ont permis de développer plusieurs familles de réflecteurs classés selon leur fonction.

quatrième méthode :

On peut même mélanger les solutions et créer un réflecteur mixte pouvant assurer deux fonctions.

(Suite page 6)

(Suite de la page 5)

Exemple d'application : Dans l'automobile par exemple, le réflecteur peut avoir une fonction croisement avec une source allumée. Le même projecteur aura une fonction route avec une seconde source allumée. On rappelle que les deux sources ne possèdent pas de cache, que ces voiles réfléchissantes sont lisses, et que, évidemment, ce réflecteur peut fonctionner sans glace ou derrière une glace lisse.

cinquième méthode :

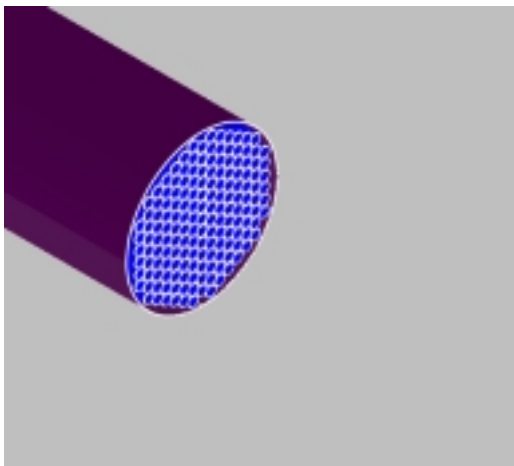
Une dernière méthode consiste à utiliser des masses dioptriques de matière transparentes pour moduler un faisceau et créer ainsi un profil sur la cible.



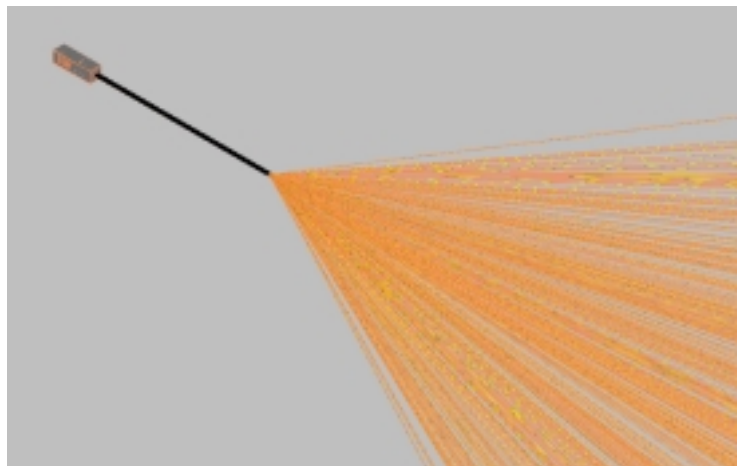
Nous avons cité cet exemple pour mettre en évidence qu'il est aussi possible de parvenir au résultat en utilisant des masses dioptriques.

Exemple d'application : le double projecteur dioptrique que nous avons conçu, sur le magnifique concept-car KOLEOS que l'équipe de la direction du design de la société RENAULT a imaginé. Le Koléos a été présenté à l'occasion du salon de l'automobile de Genève de mars 2000 et également au salon de l'automobile de Paris de septembre 2000.

(Suite de la page 1)



Modélisation d'une extrémité de fibre optique

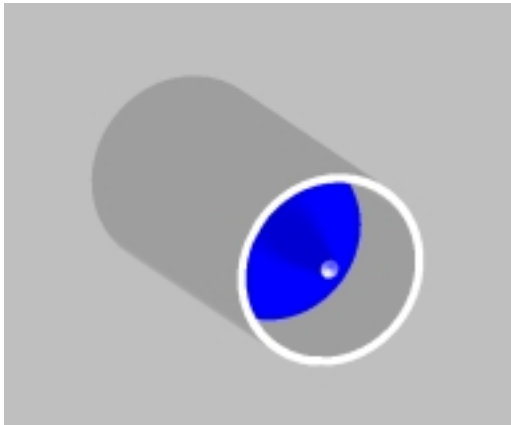


Vue du flux de sortie de la fibre optique

S'il est nécessaire de mettre en valeur avec précision une partie réduite d'œuvre d'art, il sera utile d'utiliser un concol. En effet, ce concol a pour fonction de transformer le faisceau large et désordonné de sortie de fibre optique en un faisceau très "ponctualisé" et ouvert à quelques degrés seulement.

(Suite page 7)

L'optique de sortie ou Concol

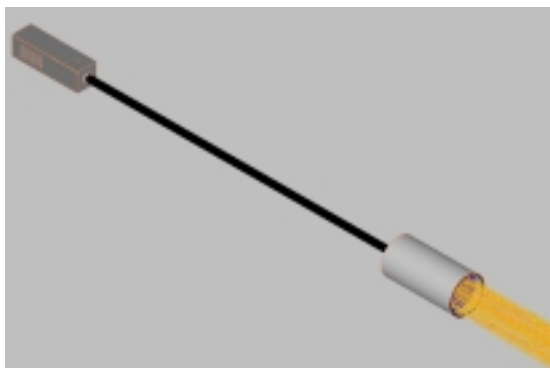


Vue arrière du Concol

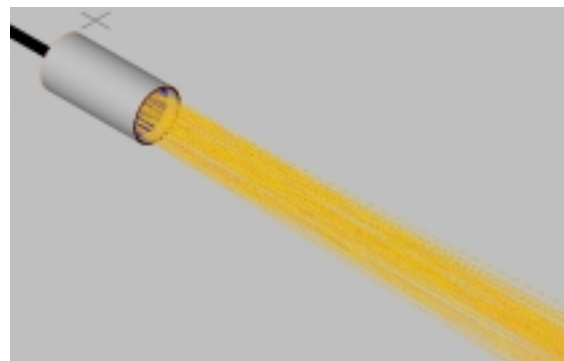


Vue avant du Concol

Le système optique présenté ici, est maintenu dans un cylindre d'aluminium, lui assurant une bonne protection. Cette optique, calculée en utilisant le concept de l'Optique Fluide[®], permet d'utiliser le faisceau de lumière issu du faisceau de fibre optique et ouvert à 60 ° et de le transformer en un faisceau organisé ouvert dont le demi-angle est inférieur à 3°.

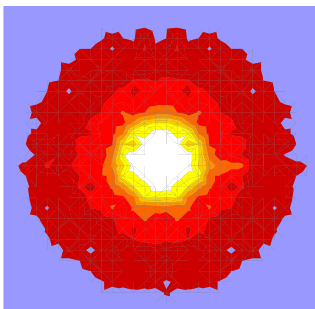


Vue du système optique complet



Vue agrandie de la sortie du concol

Pour la modélisation, un capteur plan est placé à 3 m de la sortie de l'optique et permet d'analyser le profil énergétique du faisceau lumineux ainsi que la répartition des rayons lumineux en fonction de l'angle.



Profil énergétique du faisceau lumineux à 3m

Nous connaissons, pour chaque rayon lumineux simulé et calculé, l'angle formé par le rayon lumineux issu du concol et l'axe optique de celui-ci.

D'après ces calculs nous obtenons la répartition angulaire suivante :

- 55 % des rayons forment un angle inférieur à 1°,
- 33 % des rayons forment un angle compris entre 1° et 2°,

(Suite de la page 7)

- 12% des rayons forment un angle compris entre 2° et 3° .
- Aucun rayon lumineux ne fait un angle supérieur à 3° .

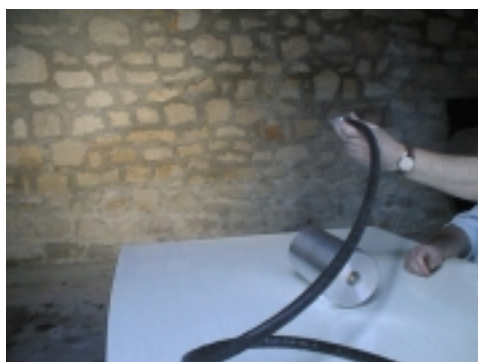
Les angles des rayons lumineux du faisceau issus de la fibre optique ont tous été fortement rabattus sur l'axe optique du concol. Tous ces angles sont passés de plus de 30° environ à moins de 3° .

Les mesures sur l'optique réalisée

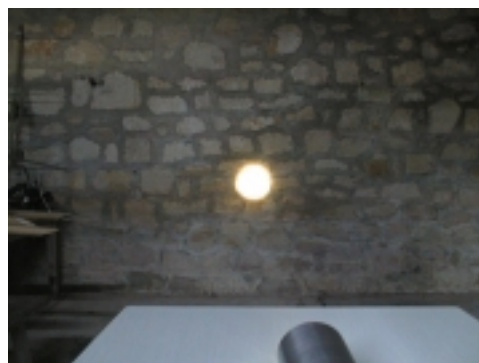


La photo ci-contre présente le générateur de lumière et sa fibre optique éclairant l'entrée du concol. Le générateur est un générateur de l'état de l'art pour fibre optique classique doté d'une ampoule de puissance électrique de 50W. Le concol présenté est réalisé en PMMA.

Les deux photos ci-dessous mettent en évidence l'effet du concol sur le faisceau en sortie de fibre optique. La première photo de gauche présente le flux projeté sur un mur situé à 3 mètres. La deuxième photo de droite présente la tâche de lumière projetée sur le mur situé à la même distance. Dans les deux cas le générateur créant le flux de lumière est le même.



Sans concol



Avec concol

Le faisceau de lumière issu de l'optique est conforme aux simulations.

Toute la lumière entrant par la face d'entrée est collectée, organisée et renvoyée en sortie dans une même direction. Il est important de noter, que dans le fonctionnement géométrique du concol, aucune lumière n'est perdue car elle ne frappe en aucun cas le cylindre en aluminium. A l'intérieur du concol ne figurent ni cache interne, ni piège optique destiné à éliminer les rayons mal dirigés.

(Suite page 9)

(Suite de la page 8)

Une mesure du diamètre de la tache, est faite au réglet et le résultat est de 27 cm. L'angle du faisceau peut-être déduit facilement et vaut environ $2,6^\circ$. L'incertitude de mesure, sans compter que l'œil est utilisé pour distinguer les bords de la tache est d'environ 2 cm soit environ 10 %. La valeur de 3° annoncée par la simulation est donc bien vérifiée aux incertitudes près de l'expérience.

Les applications

Cette optique du type "concol" permet l'utilisation de la fibre optique pour éclairer des œuvres d'art, de surface apparente réduite, situées à de grandes distances de l'extrémité du faisceau de fibre optique. Ainsi ces œuvres, non accessibles, situées en des lieux où il est difficile d'installer des projecteurs sous peine de détruire la beauté des lieux peuvent être éclairées et mise en valeur.



Pour vérifier la portée du faisceau, le système optique a été utilisé pour éclairer les fenêtres d'une maison à plus de 50 mètres. La fenêtre allumée au rez-de-chaussée, éclairée par une source de 100 W paraît plus intense que les deux fenêtres éclairées au 3^{ème}. Le générateur de lumière pour fibre optique utilisé, d'une puissance électrique de 50W, donne une bonne idée du faisceau lumineux étalé sur une grande surface de pierres.

On constate que le faisceau projeté, créé par le concol, possède des bords nets et ne présente pas de pénombre perceptible à l'œil. Le gradient de lumière au bord de la tâche est très important, ce qui signifie que l'on passe de la pleine lumière à la pleine obscurité sur une distance très faible. Il semble bien que l'on commence à disposer d'une nouvelle méthode pour maîtriser les bords de faisceau créés par des optiques dioptriques.

D'autres applications du concol peuvent être déclinées. En effet, il est possible par exemple de réaliser un concol créant un faisceau dont la section n'est pas circulaire, sans cache ni diaphragme pour éclairer des logos, des routes, des scènes de théâtres ou tout autre application à vocation artistique.

INFOS

S'il y a un sujet que vous souhaitez voir traiter dans cette lettre, vous pouvez directement nous joindre par email à l'adresse :

syzygies@optique-fluide.org

Vous pouvez également joindre MEGALUX, la société chargée d'exploiter l'Optique Fluide à l'adresse :

info@megalux.com

PROCHAINE LETTRE

La prochaine Lettre des Syzygies paraîtra pour le solstice d'hivers, soit pour la fin décembre.