

Chapitre 5

État de la recherche - comparative

5.1 Diffuseurs électro-optiques

Notre introduction de l'état de la recherche «préliminaire» effectuée au chapitre 3 ainsi que nos résultats expérimentaux nous permettent alors de procéder à une comparaison avec le domaine des diffuseurs électro-optiques. La comparaison exacte est en fait impossible tel que discuté précédemment mais il est tout de même possible de statuer sur le potentiel de nos résultats par interpolation tout en gardant en tête les conditions expérimentales.

Nous obtenons de bons contrastes de 100 à 450 (isotrope/anisotrope) sous ces conditions : angle de collection de $0,5^\circ$, lumière collimée He-Ne, $d=50\mu\text{m}$, $V=10$ à 110V 1kHz sinus), de bas temps de réponse ($\tau\sim 10\text{ms}$) ainsi qu'une opalescence $\sim 1\%$ de façon répétée prouvant le potentiel de notre technique d'orientation électromagnétique de substrats mésogènes. Nous avons aussi effectué des mesures en diffusion angulaire et en transmission angulaire. Pour le cas anisotrope (parallèlement à l'axe de frottement), la diffusion angulaire chute à un contraste de 10 pour $\pm 0,6^\circ$ centré à 0° . Pour le cas isotrope, la diffusion angulaire de la cellule chute à un contraste de 10 pour $\pm 0,3^\circ$ centré à 0° . Pour la transmission angulaire (rotation de l'échantillon sur son axe vertical) la cellule montre une perte de 10% pour une rotation de 22° .

Nous comparons quantitativement avec PSLC orienté homéotropiquement et planairement. Le contraste pour orientation homogène planaire $d=8\mu\text{m}$, (dépendance en polarisation) permet un contraste $\geq 15:1$ et $\leq 100:1$ [71] et le voltage requis est élevé $\geq 5V_{\text{rms}}$ avec temps de réponse $\geq 5\text{ms}$, la perte en transmission maximale est de 10% en

considérant les pertes des réflexions. Le contraste pour orientation homéotrope $d=8\mu\text{m}$ (indépendance en polarisation) a un contraste limité à $\sim 10:1$ et le voltage requis est inférieur $\sim 15V_{\text{rms}}$. Les transistors en couches minces TFT requièrent de faibles voltage $\lesssim 7V_{\text{rms}}$ et donc que certains modes sont proscrits pour l'application aux ACL.

La diffusion angulaire et balistique sera par exemple fortement dépendante de l'épaisseur de la cellule ainsi que de l'angle de collection utilisé pouvant varier une mesure de contraste d'un facteur 2. À la figure 5.1, à gauche, le contraste est exprimé par $T_{\text{sat}}/T_{\text{min}}$ en fonction de l'angle de collection. Dans l'image de droite le contraste angulaire permet de lire approximativement une chute de 10% du contraste pour un angle de moins de 5° (manque de données), la transmission absolue chutant de 60%.

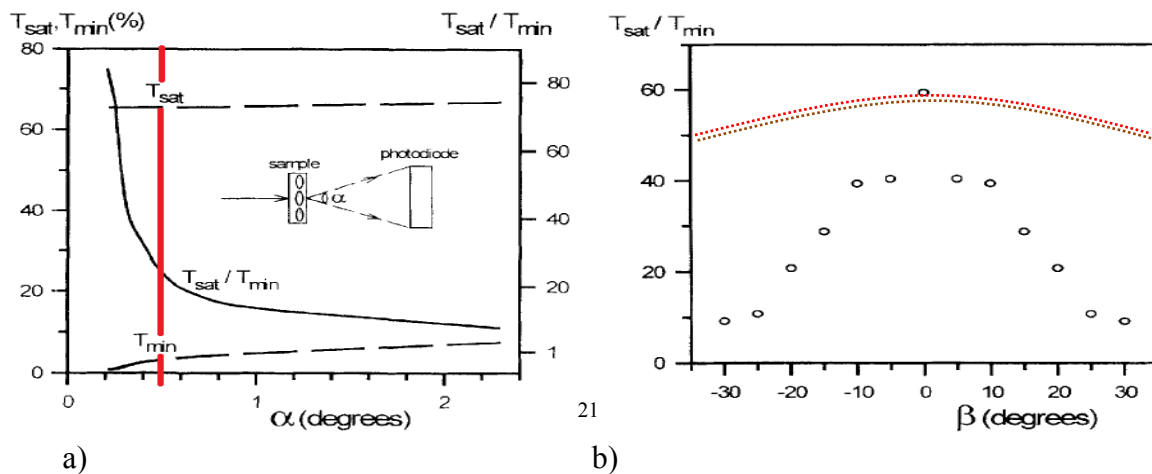


Figure 5.1 : a) Contraste d'un *PDLC-monolayer* selon l'angle de collection (t_{min} =quenching state, t_{sat} =saturation). La ligne rouge verticale permet d'effectuer une comparaison avec nos résultats (contraste allant entre 100 et 450). b) Contraste d'un *PDLC-monolayer* selon l'angle d'incidence (mesure transmission angulaire). La courbe rouge représente nos valeurs expérimentales superposées.

Le mode dit «compensé en éventail OCS (abordé au chapitre 3.3) est limité par la nécessité d'utiliser des polariseurs croisés. Son niveau de noir est aussi limité par perte lumineuse suite à la présence d'une couche biréfringente permanente $d\Delta n_{\text{eff}} > \lambda/2$. D'après

²¹ Molecular Crystals and Liquid Crystals, 368:1, 215-222, 2001

l'acquisition ci-dessous, figure 5.2, nous pouvons estimer un contraste, non abordé par les auteurs, d'environ 30 et dépendant de la polarisation. La transmission, n'étant pas absolue, ne nous permet pas d'évaluer l'opalescence.

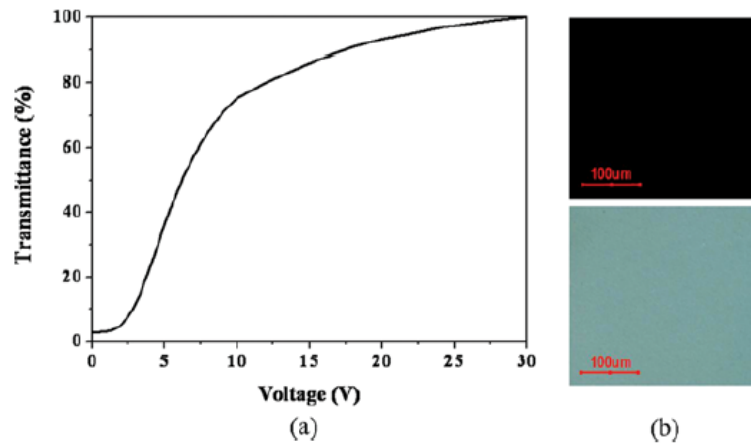


Figure 5.2 Mode OCS à 0,4%v/v de MR a) Dépendance en voltage de la transmission polarisée, b) image microscopique de l'état on et off [73]

D'autres techniques sont présentées. La figure 5.3 montre en un premier temps (gauche) l'utilisation de PDLC en couche mince, ou UOF (uniaxially oriented film PDLC, film de PDLC orienté uniaxialement) comme diffuseurs polarisée.

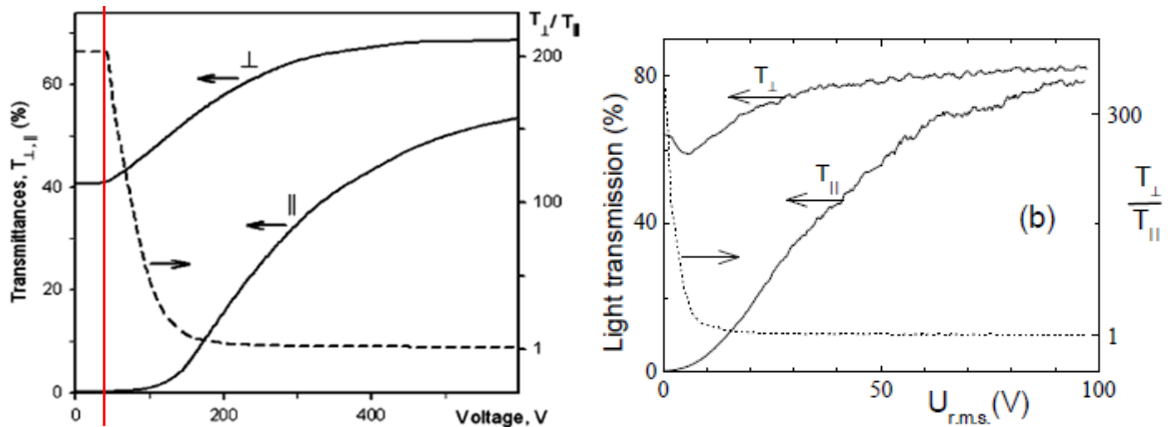


Figure 5.3 : Gauche : Diffusion polarisée basée sur l'anisotropie par voie mécanique UOF PDLC [81], Droite : Diffusion polarisée basé sur l'anisotropie d'un gel de CL [82]

Nous remarquons que le contraste est élevé pour l'état au repos ~ 66 mais que les voltages requis sont très élevés pour obtenir une transmission plus élevée, quoique faible $\sim 50\%$ à tension élevée. En un second temps, la figure de droite présente un PSLC avec angle de collection $0,5^\circ$ permettant un contraste ~ 80 à une température de 56°C . Des tensions élevées sont requises pour obtenir une transmission excitée élevée $\sim 70\%$.

À la figure 5.4 est présenté un cas PSLC 97%v/v de CL nématiques, angle de collection de $0,5^\circ$. Nous voyons que pour la polarisation parallèle le contraste est d'environ ~ 20 entre l'état au repos et l'état excité $\sim 3\text{V}$. Nous notons la présence importante de fluctuations et nous ne pouvons nous prononcer sur l'opalescence ni sur les caractéristique de transmission angulaire. De plus, la stabilité aux tensions supérieures est rapidement compromise.

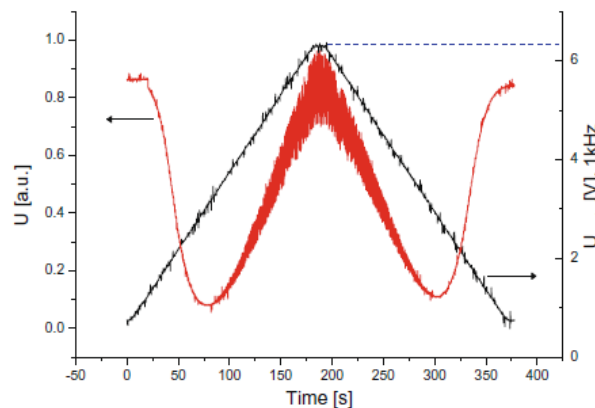


Figure 5.4 : Cellule PSLC soumise à une montée et chute en tension. La transmission permet d'évaluer pour la polarisation parallèle à l'axe du directeur les caractéristiques électro-optiques. [83]

Les diffuseurs électro-optiques non polarisés et polarisés obtenus pas substrats mésogènes contrôlés par champs électromagnétiques sont une avenue intéressante qui profiterait de l'appui de recherches plus poussées. Ce sont les premiers essais seulement au sein d'une industrie mature (p.ex. PDLC, PSLC) et la difficulté à comparer sera toujours présente. De plus, il est essentiel de tenir compte de la stabilité des cellules créées ainsi que de garder l'œil ouvert sur la faisabilité industrielle. Les perspectives futures : couche de MR plus épaisse avec long temps d'interdiffusion sous \mathbf{E} , étude plus approfondie de l'influence de la fréquence d'excitation, de l'épaisseur de la cellule, intensité et temps d'exposition.

Conclusion

Initialement notre projet vient d'un manque au niveau de la technologie d'orientation en surface des CL au sein des cellules électro-optiques. Afin de créer une méthode simple, sans contact physique ni mélange complexe, d'orientation du CL par la surface nous avons pris comme base d'utiliser un mésogène réactif nématique en couche mince, d'utiliser ses propriétés d'orientation électrique puis de le polymériser dans son orientation polaire. Nous avons d'abord étudié l'orientation du mésogène et sa capacité à être polymérisé par *corona poling* mais sans succès suite aux difficultés expérimentales rencontrées. La seconde approche fut de construire la cellule de cristal liquide avec substrat mésogène puis d'effectuer l'orientation électrique et de fixer l'angle polaire. En variant les paramètres clés de construction soit la pré-exposition, l'interdiffusion et la programmation, nous avons observé un comportement global électro-optique diffusant ainsi que la formation d'un réseau organisé particulier entre MR et CL diffusant fortement la lumière. L'étude de ce réseau auto-organisé (voir p.ex. l'article#1) a permis de saisir l'importance de l'interdiffusion et de la programmation électrique pour la création de cellules électrodiffusives. Ne pouvant éliminer la création de ce réseau hautement diffusif, notre objectif global d'orientation polaire a été modifié vers l'optimisation de la qualité diffusante des cellules interdiffusées et programmées. D'abord sur substrat anisotrope de polyimide frotté, les expériences, conclues par l'article#2, ont permis la création de cellules électrodiffusives dépendante de la polarisation incidente avec un contraste ≥ 150 et < 450 parallèle au frottement et ~ 1 perpendiculaire à celui-ci. Fort de ces résultats, notre élan s'est poursuivi avec cellules construites par substrats isotropes sur ITO avec un comportement électro-optique en deçà des attentes. Par la suite, sur polyimide non frotté, les cellules optimisées en interdiffusion (MR non pré-polymérisé et programmé) ont montré un comportement comparable (contraste ≥ 100) aux cellules sur substrat anisotrope mais indépendamment de la polarisation incidente. Ce cas a fait l'objet de l'article#3 étayant ce comportement électro-optique prometteur. L'analyse comparative entre les divers cas ainsi

que l'étude de la morphologie nous a permis d'apprécier le rôle physique du champ électrique de programmation pour l'interdiffusion excitée et la formation de l'interface composite organisée.

La nature fortement expérimentale de nos travaux laisse place à une grande diversité d'interprétation et de jugement et c'est pourquoi nous nous sommes efforcés de ratisser les divers cas expérimentaux concernant les paramètres clés de manière rigoureuse et ce toujours de façon à établir une base de référence suivie de la variation des paramètres clés de construction. Nous avons inséré trois articles en tant que contenu poursuivant chronologiquement la démarche. Les discussions, complémentaires aux analyses au sein des articles, ont été placées de manière à permettre au lecteur une lecture uniforme et chronologique. Les sections explicitant la méthode expérimentale de chaque article sont, nous l'admettons, mal placées à travers le texte mais nous croyons que de maintenir la structure des manuscrits intacte tout en y faisant référence est de bon aloi.

La poursuite de nos travaux est envisageable considérant le caractère nouveau des composantes diffusant la lumière par CL stabilisés par les surfaces ; S-PSLC. Certaines difficultés liées à la constance des variables de construction et de la difficulté à interpréter les phénomènes physiques peuvent décourager le nouvel expérimentateur mais une méthode de travail rigoureuse permet d'optimiser les cas prometteurs rencontrés. Par exemple, une analyse topographique reprise en entier mais avec lavage non agressif des substrats mésogéniques serait une bonne avancée pour caractériser la morphologie réelle et ainsi la physique de l'interaction MR-CL. Le comportement électro-diffusif pourrait aussi être optimisé davantage soit par un meilleur choix de paramètres de construction soit par l'apport de nouvelles idées, p.ex. nouveaux matériaux, nouvelles surfaces, etc.

Nous espérons que ce travail puisse inspirer le nouvel expérimentateur d'une curiosité grandissante face au domaine des cristaux liquides stabilisés par les surfaces tout autant que le scientifique érudit en lui apportant de nouvelles idées.

[MCours.com](https://www.MCours.com)