

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
<b>Chapitre 1. Optique singulière des défauts de cristaux liquides</b> . . . . .	5
Étienne BRASSELET	
1.1. Prélude des carottes . . . . .	5
1.2. Cristaux liquides, optique et défauts : une trilogie de longue date. . . . .	6
1.3. Optique de polarisation des cristaux liquides : ingrédients de base . . . . .	7
1.3.1. Aperçu des phases cristallines liquides abordées dans ce chapitre . . . . .	7
1.3.2. L'anisotropie des cristaux liquides et ses principales conséquences optiques. . . . .	8
1.3.3. Représentation de l'état de polarisation dans le régime paraxial . . . . .	10
1.3.4. Évolution de l'état de polarisation dans le cas d'un champ de directeur uniforme . . . . .	11
1.3.5. Biréfringence effective. . . . .	13
1.3.6. Évolution de l'état de polarisation dans le cas d'un champ de directeur torsadé. . . . .	14
1.4. Réorientation des cristaux liquides sous champs externes . . . . .	20
1.5. Optique usuelle des défauts de cristaux liquides . . . . .	22
1.5.1. Films cholestériques frustrés et structures de défauts localisées . . . . .	23
1.5.2. Films cholestériques frustrés et structures de défauts allongées. . . . .	27
1.5.3. Optique régulière à partir d'autres structures topologiques . . . . .	31
1.5.4. Assemblage de blocs de construction photoniques avec des défauts de cristaux liquides . . . . .	40

1.6. De l'optique régulière à l'optique singulière . . . . .	43
1.6.1. Introduction à l'optique singulière . . . . .	43
1.6.2. Un clin d'œil aux défauts des cristaux liquides . . . . .	48
1.6.3. Faisceaux lumineux paraxiaux singuliers . . . . .	50
1.6.4. Stratégies de mise en forme du faisceau singulier . . . . .	52
1.7. Émergence d'éléments optiques singuliers par auto-ingénierie des cristaux liquides . . . . .	56
1.7.1. Vortex optiques et lame cholestérique : approche dynamique . . .	56
1.7.2. Vortex optiques et gouttelette nématique : approche géométrique . . . . .	58
1.8. Fonctions optiques singulières basées sur les défauts de cristaux liquides : une décennie d'avancées . . . . .	60
1.8.1. Éléments optiques diffractifs singuliers à phase dynamique sur mesure . . . . .	60
1.8.2. Éléments optiques singuliers à phase géométrique : auto-ingénierie spontanée . . . . .	61
1.8.3. Éléments optiques singuliers à phase géométrique : auto-ingénierie dirigée . . . . .	67
1.8.4. Du vortex unique aux réseaux de vortex optiques . . . . .	74
1.9. Fonctionnalités optiques émergentes . . . . .	76
1.9.1. Coronographie à vortex adaptable spectralement et spatialement . . . . .	77
1.9.2. Contrôle multispectral du moment angulaire orbital de la lumière . . . . .	85
1.10. Conclusion . . . . .	89
1.11. Bibliographie . . . . .	90

## Chapitre 2. Contrôle des microparticules

### avec des cristaux liquides . . . . . 103

Chenhui PENG et Oleg D. LAVRETOVICH

2.1. Introduction . . . . .	103
2.2. Contrôle des microparticules par l'électrocinétique à base de cristaux liquides . . . . .	104
2.2.1. Électrophorèse à cristaux liquides activée . . . . .	106
2.2.2. Électro-osmose à cristaux liquides . . . . .	113
2.3. Dynamique contrôlée de micronageurs dans des cristaux liquides nématiques . . . . .	119
2.4. Conclusion . . . . .	128
2.5. Remerciements . . . . .	130
2.6. Bibliographie . . . . .	131

<b>Chapitre 3. Les effets thermomécaniques dans les cristaux liquides</b> . . . . .	<b>141</b>
Patrick OSWALD, Alain DEQUIDT et Guilhem POY	
3.1. Introduction . . . . .	141
3.2. Équations d’Ericksen-Leslie . . . . .	145
3.2.1. Équations de conservation . . . . .	145
3.2.2. Champ moléculaire . . . . .	148
3.2.3. Équations constitutives . . . . .	149
3.3. Simulations en dynamique moléculaire de l’effet thermomécanique . . . . .	154
3.3.1. Modèles moléculaires . . . . .	155
3.3.2. Ensembles contraints . . . . .	157
3.3.3. Calcul des coefficients de transport . . . . .	158
3.3.4. Analyse des résultats . . . . .	159
3.4. Mise en évidence expérimentale de l’effet thermomécanique . . . . .	160
3.4.1. L’expérience statique d’Éber et Jánossy . . . . .	161
3.4.2. Une autre expérience statique proposée dans la littérature . . . . .	166
3.4.3. La rotation continue des configurations invariantes par translation . . . . .	167
3.4.4. Dérive des doigts cholestériques sous ancrage homéotrope . . . . .	192
3.5. Effet thermohydrodynamique . . . . .	202
3.5.1. Une proposition pour mesurer le coefficient TH de Leslie $\mu$ : prédiction théorique . . . . .	203
3.5.2. À propos de la mesure des coefficients TH d’Akopyan et Zel’dovich . . . . .	207
3.6. Conclusions et perspectives . . . . .	213
3.7. Bibliographie . . . . .	214
<b>Chapitre 4. La physique de la texture furcelle</b> . . . . .	<b>223</b>
Pawel PIERANSKI et Maria Helena GODINHO	
4.1. Introduction . . . . .	223
4.1.1. Disinclinaisons et monopôles . . . . .	223
4.1.2. Découverte de la texture furcelle . . . . .	227
4.1.3. La texture furcelle . . . . .	232
4.2. Génération de la texture furcelle . . . . .	238
4.2.1. Dispositifs appelés « collisionneurs de monopôles » . . . . .	238
4.2.2. Génération classique de la texture furcelle . . . . .	238
4.2.3. Génération accélérée de la texture furcelle à l’aide du dispositif DDC2 . . . . .	240

4.3. Transition homéotrope $\Rightarrow$ furcelle induite par l'écoulement . . . . .	242
4.3.1. Expérience au moyen du dispositif DDC2 . . . . .	242
4.3.2. Transformation arc $\Rightarrow$ furcelle induite par l'écoulement dans les capillaires . . . . .	245
4.3.3. Transition homéotrope $\Rightarrow$ furcelle dans la configuration CDC2 . .	245
4.3.4. Théorie de la transition homéotrope $\Rightarrow$ furcelle induite par l'écoulement . . . . .	247
4.3.5. Résumé et discussion des résultats expérimentaux . . . . .	248
4.4. Rhéotropisme. . . . .	249
4.4.1. Première manifestation du rhéotropisme . . . . .	249
4.4.2. Enroulement synchrone du champ furcelle . . . . .	252
4.4.3. Enroulement asynchrone du champ furcelle . . . . .	257
4.4.4. Enroulement hybride du champ furcelle avec CDC2 . . . . .	262
4.4.5. Comportement rhéotropique des parois $\pi$ et $2\pi$ . . . . .	262
4.4.6. Action d'un écoulement de Poiseuille alternatif sur des champs furcelle enroulés. . . . .	264
4.5. Cunéitropisme, parois $2\pi$ solitaires. . . . .	267
4.5.1. Génération des parois $\pi$ par un champ magnétique tournant. . .	267
4.5.2. Génération et relaxation des parois $2\pi$ circulaires. . . . .	269
4.5.3. Origine cunéitropique de la paroi $2\pi$ circulaire . . . . .	270
4.6. Électrotropisme . . . . .	273
4.6.1. Définition de l'électrotropisme . . . . .	273
4.6.2. Polarisation flexo-électrique . . . . .	274
4.6.3. Configuration . . . . .	275
4.6.4. Première mise en évidence de la polarisation flexo-électrique . .	275
4.6.5. Mesures de la polarisation flexo-électrique. . . . .	275
4.7. Électro-osmose. . . . .	280
4.7.1. Système d'électrodes à une seule fente . . . . .	280
4.7.2. Système d'électrodes à deux fentes . . . . .	284
4.7.3. Convection du champ furcelle . . . . .	286
4.8. La texture furcelle comme univers naturel des monopôles nématiques . . . . .	287
4.8.1. Structures et charges topologiques des monopôles nématiques . .	287
4.8.2. Paire de <i>dowsons</i> ( $d+$ , $d-$ ) vue comme une paire de monopôles . .	289
4.8.3. Génération de paires monopôle-antimonopôle par rupture des parois $2\pi$ . . . . .	291
4.9. Mouvements des <i>dowsons</i> dans un champ furcelle enroulé. . . . .	297
4.9.1. <i>Dowson</i> unique dans un champ furcelle enroulé. . . . .	297
4.9.2. La force de type Lorentz. . . . .	299
4.9.3. Vitesse des <i>dowsons</i> dans un champ furcelle enroulé. . . . .	301
4.9.4. La course des <i>dowsons</i> . . . . .	302
4.9.5. Trajectoires des <i>dowsons</i> observés en lumière naturelle . . . . .	305
4.9.6. Trajectoires des <i>dowsons</i> observés en lumière polarisée . . . . .	308

4.10. Collisions de <i>dowsons</i> . . . . .	316
4.10.1. Paire de <i>dowsons</i> ( $d+$ , $d-$ ) insérée dans un champ furcelle enroulé . . . . .	316
4.10.2. Section efficace d'annihilation des paires de <i>dowsons</i> . . . . .	319
4.10.3. Contrôle rhéotrope du résultat des collisions . . . . .	320
4.11. Mouvements des <i>dowsons</i> dans les champs homogènes. . . . .	322
4.12. Stabilisation des systèmes de <i>dowsons</i> par des champs inhomogènes avec des singularités. . . . .	325
4.12.1. Expérience « par la pensée ». . . . .	325
4.12.2. Triplet de <i>dowsons</i> stabilisé par un champ électrique quadrupolaire faible . . . . .	326
4.12.3. Septet de <i>dowsons</i> stabilisé par un champ électrique quadrupolaire fort. . . . .	326
4.12.4. <i>Dowsons</i> $d+$ stabilisés par des singularités angulaires du champ électrique . . . . .	328
4.13. Champ furcelle soumis aux conditions limites avec des géométries et des topologies plus complexes. . . . .	329
4.13.1. État fondamental furcelle dans une gouttelette annulaire . . . . .	329
4.13.2. États métastables enroulés du champ furcelle dans la gouttelette annulaire . . . . .	331
4.13.3. Champ furcelle dans un réseau carré de canaux, jonctions à quatre bras . . . . .	332
4.13.4. Réseau triangulaire, jonctions à six bras. . . . .	332
4.13.5. Jonctions à trois bras . . . . .	335
4.13.6. Discussion générale des jonctions à $n$ bras . . . . .	335
4.14. Transformation <i>bowson-dowson</i> induite par l'écoulement . . . . .	336
4.15. Instabilité de la position du <i>dowson</i> $d-$ au point de stagnation . . . . .	339
4.16. Annexe : équation de mouvement du champ furcelle . . . . .	341
4.16.1. Couple élastique . . . . .	342
4.16.2. Couples visqueux . . . . .	343
4.16.3. Couple magnétique . . . . .	344
4.16.4. Couple électrique . . . . .	345
4.17. Remerciements . . . . .	345
4.18. Bibliographie . . . . .	345

## **Chapitre 5. L'émergence spontanée de la chiralité . . . . .** 349

Mohan SRINIVASARAO

5.1. Introduction. . . . .	349
5.2. La chiralité : un tour d'horizon historique . . . . .	350
5.2.1. Chiralité et optique . . . . .	354
5.2.2. Rupture de la symétrie chirale et son utilisation abusive . . . . .	360

5.2.3. Émergence spontanée de la chiralité ou des structures chirales dans les cristaux liquides . . . . .	361
5.2.4. Émergence spontanée de la chiralité due au confinement . . . . .	364
5.2.5. Émergence spontanée de la chiralité due au confinement cylindrique . . . . .	368
5.2.6. Quelques idées fausses sur la rotation optique . . . . .	379
5.3. Observations finales . . . . .	380
5.4. Remerciements . . . . .	381
5.5. Bibliographie . . . . .	381
 <b>Liste des auteurs . . . . .</b>	 <b>387</b>
 <b>Index . . . . .</b>	 <b>389</b>