

Table des matières

Préface	11
Jean-Charles POMEROL	
Avant-propos	13
Remerciements	27
Introduction	29
Partie 1. Innovations incrémentales et technologies poussées à leurs limites	41
Introduction de la partie 1	43
Chapitre 1. (R)-Évolutions incrémentales de procédés, de machines et de matériaux	47
1.1. Introduction	49
1.2. Faire de la stéréolithographie sans couche	51
1.2.1. Optimiser l'apport de la lumière dans un processus monophotonique	55
1.2.2. Fenêtre transparente	56
1.2.3. Interface gazeuse	56

1.2.4. Système à vis	57
1.2.5. La « bonne idée »	58
1.3. Absorption biphotonique simultanée	60
1.3.1. Rappels sur l'absorption biphotonique simultanée et son potentiel d'amorçage	61
1.3.2. Réalisations expérimentales	66
1.3.3. Temps de fabrication et taille des voxels	68
1.3.4. Analyse des innovations utilisant la photopolymérisation	69
1.4. Remise en cause de la notion de couche	70
1.4.1. Addition de structures préfabriquées	70
1.4.2. Preuve de concept	76
1.4.3. Synthèse	78
1.5. État de surface de qualité optique	79
1.5.1. Verres de lunettes et lentilles de contact	79
1.5.2. Microlentilles	80
1.5.3. Fabrication directe de lentilles (André <i>et al.</i> , 1991 a ; André et Corbel, 1994)	80
1.5.4. Fibres optiques multimodes	82
1.6. Impression de métal à froid	83
1.6.1. Dépôt électrolytique	83
1.6.2. Encre métallique	86
1.6.3. Procédés lasers	86
1.6.4. Photochimie	88
1.6.5. L'argent métal	89
1.6.5.1. Systèmes biphotoniques	91
1.6.5.2. Remarque	92
1.7. Polymères conducteurs	92
1.8. Objets en couleur	94
1.9. Conclusion	97
1.10. Bibliographie	99

Partie 2. Fabrication additive poussée à ses limites 115

Introduction de la partie 2. 117

Chapitre 2. μ -Fluidique (ou microfluidique) 125

2.1. Introduction	125
2.2. Rappels sur la μ -Fluidique	126

2.3. Des applications	130
2.4. Retour sur la fabrication additive	132
2.4.1. Procédé LIFT (<i>Laser-Induced Forward Transfer</i>).	135
2.4.2. Procédé FEBID (<i>Focused Electron Beam Induced Deposition</i>)	136
2.4.3. Autres méthodes.	137
2.4.4. Méthodes hybrides	145
2.5. Conséquences conclusives	146
2.6. Problème inverse : une application possible de la μ -Fluidique à la fabrication additive	146
2.6.1. Frittage 3D	146
2.6.2. Dépôt de particules polymérisées	147
2.6.2.1. L'idée de base.	148
2.6.2.2. Nébuliseur	153
2.6.2.3. Conclusion provisoire	156
2.7. Conclusion	157
2.8. Bibliographie	158

Chapitre 3. Nanofabrication 3D ; μ-Électronique 3D ; μ-Robotique	167
3.1. Introduction.	168
3.2. Nanofabrication 3D	170
3.2.1. Matière informée : les origamis d'ADN.	171
3.2.1.1. Auto-organisation	171
3.2.1.2. Exemples	172
3.2.1.3. Origamis d'ADN.	173
3.3. Retour aux méthodes classiques de la fabrication additive	176
3.3.1. (Électro)déposition	176
3.3.2. Dépôt au travers d'un nanotube.	179
3.3.3. Faisceau d'électrons focalisé	179
3.3.4. Dépôt de fil.	180
3.3.5. Couplage additif-soustractif.	181
3.4. Nanomatériaux et fabrication additive	182
3.5. Conclusion	183
3.6. μ -Électronique 3D.	185
3.6.1. Circuits électroniques 2D ou 3D	186
3.6.2. Domaines applicatifs	186
3.6.2.1. Matériaux	188
3.6.2.1.1. Matériaux conducteurs	188
3.6.2.1.2. Couplage isolant-conducteur.	190
3.6.3. Couplages soustractif/additif	192

3.7. μ -Électronique	193
3.8. Conclusion et attentes.	193
3.9. Actionneurs et μ -robots.	194
3.10. Conclusion	195
3.11. Bibliographie	196
Partie 3. Pour aller un peu plus loin ?	211
Introduction de la partie 3.	213
Chapitre 4. Petite réflexion sur des domaines à explorer et leurs conditions de succès	217
4.1. Introduction.	219
4.2. Domaines d'innovation à privilégier	226
4.2.1. Comment savoir où il faut anticiper ?	226
4.2.1.1. Remarque	227
4.2.2. Opportunités	231
4.3. Quelques conditions pour que la fabrication additive devienne mature ?	233
4.3.1. Et la fabrication additive dans ce cadre d'interdisciplinarité ?	237
4.3.2. Des constats	240
4.3.3. Des voies de solution ?	247
4.3.4. Des propositions de solutions ?	249
4.4. Pour conclure de manière positive ce chapitre	251
4.5. Bibliographie.	252
Chapitre 5. Questions d'espoirs et d'« inespoirs »	263
5.1. Introduction.	264
5.2. Approche de la « tribu-laboratoire » (TL)	266
5.2.1. Éléments de contexte.	268
5.2.2. Quelques résultats.	270
5.2.2.1. Vision générale	270
5.2.2.2. Soutiens à la créativité.	271
5.2.3. Temps à consacrer aux ruptures potentielles	274
5.2.3.1. Abus, prédation – Cohésion de groupe	276
5.2.3.2. <i>Open science</i>	276
5.2.3.3. Pour aller un peu plus loin	276

5.2.3.4. Autres commentaires	277
5.3. « Excellence scientifique »	278
5.3.1. Critères quantitatifs d'évaluation	278
5.3.2. Critères qualitatifs	279
5.4. Financements et orientation des recherches	279
5.5. Prospective, opportunités pour l'unité de recherche	280
5.6. Projets collectifs ? Projets à risques ?	283
5.7. Place de la créativité en recherche	287
5.7.1. Soutien à la créativité ?	288
5.7.2. Mais quand même des freins forts à la créativité	290
5.7.3. Que faire ?	291
5.8. Innovation, conséquence de la créativité.	293
5.8.1. Système académique	297
5.8.2. Entre productions issues de la science et conscience responsable	299
5.8.3. Engagement vers un futur centré sur l'innovation ?	301
5.8.4. Être entre deux chaises ? Entre plus que deux chaises ?	302
5.8.5. Innovation comme production scientifique : naît-elle de la liberté ? De quelle liberté ?	304
5.9. Quelles solutions évoquer pour la fabrication additive ?	307
5.9.1. Cadrage général	307
5.9.2. Et si l'on examinait à l'aune de ces commentaires l'historique de la fabrication additive en France ?	313
5.9.3. Un peu de créativité ?	324
5.10. En forme de conclusion : un point de vue résumé de l'auteur	328
5.11. Bibliographie	331
Conclusion	347
Index	351
Sommaire de <i>De la fabrication additive à l'impression 3D/4D 1</i> . . .	353
Sommaire de <i>De la fabrication additive à l'impression 3D/4D 3</i> . . .	355