

Les éléments à télécharger sont disponibles à l'adresse suivante :
<http://www.editions-eni.fr>
 Saisissez la référence ENI de l'ouvrage **LF360FU** dans la zone de recherche
 et validez. Cliquez sur le titre du livre puis sur le bouton de téléchargement.

Chapitre 1

Premiers pas avec Fusion 360

1. Introduction	7
2. Démarrage.....	9
3. Interface et gestion des fichiers.....	18
4. Statut, Compte et Aide.....	22
5. Espace de travail et barre d'outils	25
6. Mise en pratique : découvrir les manipulations de base.....	27
7. Navigateur de projet.....	39
8. Cube de visualisation.....	41
9. Outils de navigation et paramètres visuels	42
10. Historique de conception.....	47
11. Menu radial.....	50
12. L'espace collaboratif	51

Chapitre 2

Outils de création 2D

1. Interface 2D	59
2. Les outils de dessin	60
2.1 Les lignes.....	61
2.2 Les arcs de cercle et tangentes	65
2.3 Les courbes de Bézier (splines).....	68
2.4 Les paraboles et hyperboles (courbes coniques).....	72

2 Fusion 360

3. Les outils de forme	73
3.1 Dessiner avec des contraintes	74
3.2 Cinq outils pour tracer des cercles.....	77
3.3 L'outil Ellipse	80
3.4 Les outils Polygones.....	81
3.5 Cinq outils pour former des rainures	83
4. Les outils de transformation	88
4.1 Déplacer/copier.....	88
4.2 Symétrie Miroir.....	95
4.3 Réseau circulaire	96
4.4 Réseau rectangulaire.....	99
4.5 Échelle de l'esquisse, mise à l'échelle de contours	102
4.6 Congé.....	104
4.7 Découpe (ajuster, prolonger, couper).....	106
4.8 Décalage	108

Chapitre 3

Modélisation 3D

1. Interface.....	111
2. L'extrusion.....	112
2.1 Créer une extrusion	112
2.2 Les différentes opérations d'extrusion.....	117
3. La révolution.....	120
4. Balayage.....	122
4.1 Appliquer un balayage.....	122
4.2 Balayage avec chemin.....	126
5. Lissage	127
6. Les primitives 3D solides.....	131
7. Les primitives 3D en forme libre	139
7.1 Mise en pratique : créer une coque de bateau.....	145
8. Modélisation surfacique.....	154

Chapitre 4

Modification 3D et extension

1. Introduction	167
2. Congé.....	167
3. Appuyer/Tirer	169
4. Chanfrein.....	171
5. Dépouille	173
6. Coque	174
7. Scinder le corps.....	176
8. Combiner.....	181
9. Décaler la face	184
10. Fusion 360 App-Store	186
11. Voronoi Sketch Generator	189
12. DXF for Laser cutting	192
13. IO Parameter	196

Chapitre 5

Création d'un marque-page nominatif

1. Introduction	199
2. Outil Texte	199
3. Le corps du marque-page.....	201
4. L'attache du marque-page.....	204

Chapitre 6

Importer un graphisme dans votre objet paramétrique

1. Introduction	211
2. Modèle paramétrique et importation de fichier.....	212
3. Modifier une typographie dans une esquisse	225

4 Fusion 360

Chapitre 7

Bras robot articulé, liaison d'assemblage

1. Introduction	231
2. Le tronc	232
3. Le bras	236
4. Les jonctions de l'avant-bras	238
5. L'avant-bras	247
6. Les profils de la pince et la jonction avec l'avant-bras	256
7. Préparation des pièces pour l'impression 3D	265

Chapitre 8

Engrenage et cran d'arrêt

1. Introduction	269
2. Le socle	269
3. L'engrenage	270
4. Le cran d'arrêt	272
5. Le dôme	278

Chapitre 9

Simulation

1. Introduction	283
2. Optimisation de la forme	284
3. Contrainte statique	295

Chapitre 10

Liaisons d'assemblage et analyse de mouvements

1. Introduction	307
2. Fixer la base et rotation du tronc	308
3. Rotation et limites du bras	310
4. Rotation de l'avant-bras et analyse de contact	312
5. Rotation et insertion de la pince	313
6. Modification des mouvements et positions	317
7. Analyse des mouvements individuels	320
8. Études des mouvements globaux	322

Chapitre 11

Rendu d'images fixes, photoréalistes et vidéo

1. Introduction	327
2. Paramètres des textures	328
3. Paramétrer l'environnement	334
4. Ajouter un logo	336
5. Contrôler les coordonnées de texture	337
6. Rendu et post-traitement	338

Index	349
-------------	-----

Les éléments à télécharger sont disponibles à l'adresse suivante :
<http://www.editions-eni.fr>
 Saisissez la référence ENI de l'ouvrage **LF3DIMP** dans la zone de recherche
 et validez. Cliquez sur le titre du livre puis sur le bouton de téléchargement.

Avant-propos

Chapitre 1

Historique de la fabrication additive

1. Les années 80 : genèse de l'impression 3D	13
2. Les années 90 : les fondations industrielles	15
3. Les années 2000 : une décennie d'innovations	16
4. Les années 2010 : la démocratisation	17
5. Les années 2020 : quel avenir pour l'impression 3D ?	19

Chapitre 2

Quelle imprimante 3D choisir ? Pour quel besoin ?

1. Des technologies additives qui répondent à des besoins spécifiques	21
1.1 L'impression 3D FFF/FDM/DFF (dépôt de filament fondu)	21
1.2 L'impression 3D SLA (photopolymérisation)	23
1.3 L'impression 3D SLS (frittage de poudre)	24
2. Les différents domaines de l'impression 3D	25
2.1 Dans le monde industriel	25
2.2 Dans le monde des makers	26
3. Par quoi commencer ?	27
3.1 Imprimantes 3D cartésiennes ou delta ?	27
3.2 Imprimante 3D en kit ou déjà montée ?	30
3.3 Structure de l'imprimante 3D	31
3.4 Système d'extrusion	34

2 L'impression 3D FDM - Le guide complet pour vos impressions 3D

3.5	Mise en garde sur les volumes d'impression	34
3.6	Plateau chauffant et chambre d'impression régulée	35
3.7	Caractéristiques techniques à vérifier	36
3.8	Options.....	37
3.9	Rapport qualité/prix et support	37

Chapitre 3

Premiers pas avec mon imprimante 3D

1.	Composition d'une imprimante 3D FFF	39
1.1	Les axes d'une imprimante 3D	41
1.1.1	Imprimantes cartésiennes.....	41
1.1.2	Imprimantes delta.....	42
1.2	Le type de système d'extrusion.....	43
1.2.1	Le système Direct Drive	44
1.2.2	Le système Bowden.....	45
1.2.3	Comparaison Bowden/Direct Drive.....	46
1.2.4	Le système Direct Drive déporté.....	47
1.2.5	Les systèmes à double entraînement.....	48
1.3	Le guidage des axes	49
1.3.1	Les moteurs pas-à-pas.....	49
1.3.2	Les contrôleurs de moteurs pas-à-pas	50
1.3.3	Les amortisseurs de moteurs.....	51
1.3.4	La transmission de courroie	52
1.3.5	Les tendeurs de courroies	53
1.4	La carte électronique de contrôle.....	54
1.4.1	Le micrologiciel : firmware	56
1.4.2	L'EEPROM de votre imprimante 3D	57
1.4.3	Introduction au langage G-Code	57
2.	Le flux de travail en impression 3D.....	59
2.1	Naissance des idées	60
2.2	Conception 3D	61
2.3	Maillage 3D.....	62
2.4	Modèles 3D sur le net.....	64
2.5	Transformation du maillage 3D en commandes numériques	65
2.6	Slicers d'impression 3D.....	66

Chapitre 4

Montage et calibration mécanique

1. Les points clés du montage de votre imprimante 3D	69
1.1 La première erreur des débutants	69
1.2 Les points clés mécaniques	70
1.2.1 Parallélisme	70
1.2.2 Jeu sur les axes	70
1.2.3 Tension des courroies	71
1.2.4 Serrage des vis	72
1.2.5 Montage de la tête d'impression	72
1.2.6 Serrage à chaud de la buse	75
1.3 Les points clés électriques	75
1.3.1 Vérification électrique des connexions	75
1.3.2 Identification de la tension d'alimentation en entrée/sortie	76
2. La séquence de remise à l'origine des axes	77
3. Les trois piliers de la calibration mécanique	78
3.1 Premier pilier : le parallélisme	78
3.2 Second pilier : la distance buse-plateau	81
3.3 Troisième pilier : la tension des courroies	83

Chapitre 5

En route vers la première impression 3D

1. Quel environnement pour votre imprimante 3D ?	85
1.1 Les conditions pour imprimer	85
1.2 La sécurité des personnes	86
2. Installation du slicer 3D : Ultimaker Cura	87
2.1 Windows	89
2.2 macOS X	94
2.3 Linux	98
3. Configuration de votre imprimante 3D	102
3.1 Les profils préenregistrés	102
3.2 La création d'un profil vierge	105
3.2.1 Profil simple pour une extrusion	105
3.2.2 Multiextrusion avec plusieurs buses	112

4 L'impression 3D FDM - Le guide complet pour vos impressions 3D

3.2.3 Multiextrusion avec une buse.....	114
4. Interface de Cura	117
4.1 Passage du logiciel en français.....	117
4.2 Explication de l'interface	119
4.2.1 Déplacements de la vue	120
4.2.2 Fenêtre Préparer.....	121
4.2.3 Fenêtre Aperçu	139
4.2.4 Fenêtre Surveiller	145
4.3 Quelques plug-ins utiles.....	148
4.3.1 Auto-Orientation.....	151
4.3.2 Automatic Slicing Toggle	152
4.3.3 Custom Printjob Prefix	153
4.3.4 Setting Visibility Set Creator	154
4.3.5 Sidebar GUI	155
4.3.6 Titlebar Info.....	156
5. Préparation de votre première pièce.....	157
6. Réalisation de votre première impression 3D.....	159
7. Bilan de la première impression et ajustements.....	161

Chapitre 6

Calibration électronique de l'imprimante 3D

1. Le contrôleur d'imprimante : Pronterface.....	165
1.1 Installation de Pronterface	165
1.1.1 Windows	166
1.1.2 macOS	168
1.1.3 Linux.....	172
1.2 Interface de Pronterface	176
1.2.1 Contrôle de l'imprimante 3D.....	178
1.2.2 Communication avec l'imprimante 3D.....	181
2. Le paramétrage électronique de l'imprimante 3D	182
2.1 Optimiser la chauffe de sa tête d'impression.....	182
2.2 Optimiser la chauffe de son plateau chauffant.....	184
2.3 Calibrer sa roue d'extrusion	185
2.4 Régler son offset électronique Z.....	187

2.5 Ajuster la tension Vref des drivers moteurs.....	191
2.6 Ajuster la précision en X/Y	194
2.7 Régler l'accélération par défaut.....	196
2.8 Régler la saccade par défaut.....	197

Chapitre 7

L'importance de la première couche

1. Une étape importante.....	199
2. La planéité du lit d'impression.....	200
3. Les phénomènes de warping et curling	203
4. Les capteurs, assistants de votre première couche	205
4.1 Les capteurs "à distance"	207
4.1.1 Le capteur capacitif	207
4.1.2 Le capteur inductif	208
4.1.3 Le capteur IR (infrarouge).....	208
4.2 Les palpeurs mécaniques.....	209
4.2.1 Le palpeur Touch-Mi	209
4.2.2 Le palpeur BLTouch	210
4.2.3 Les palpeurs 3DTouch.....	211
4.2.4 Le palpeur de précision piézo.....	212
4.3 L'utilisation de la compensation de planéité du plateau avec son palpeur	214
4.3.1 Compensation à chaque impression	216
4.3.2 Compensation précise préenregistrée	217
5. Les différences de première couche selon les matériaux imprimés.....	218
6. Le réajustement du niveau avec le micropas	219

6 L'impression 3D FDM - Le guide complet pour vos impressions 3D

Chapitre 8

Entretien et maintenance

1. Entretien	221
1.1 Graissage des axes et lubrification des roulements	222
1.2 Vérification de la tension des courroies	224
1.3 Nettoyage de la tête d'impression et débouchage	224
1.3.1 Dépoussiérage	224
1.3.2 Résidus de filaments fondus sur le bloc de chauffe	225
1.3.3 Débouchage de la tête d'impression	226
1.4 Nettoyage de la roue d'extrusion	228
1.5 Nettoyage de l'électronique	229
2. Maintenance	230
2.1 Changer sa buse d'impression	230
2.1.1 Quand changer sa buse?	230
2.1.2 Quel type de buse?	231
2.1.3 Méthode pas à pas pour changer sa buse	235
2.2 Resserrer les jeux dans le guidage des axes	237

Chapitre 9

Améliorer l'accroche de ses impressions

1. Optimiser l'homogénéité de chauffe du plateau	241
1.1 Types de plateaux chauffants	242
1.1.1 Plateau aluminium simple + petit patch chauffant	242
1.1.2 Plateau avec patch complet sous la surface en aluminium	243
1.1.3 Plateau avec résistance chauffante intégrée	243
1.2 Isolation thermique de son plateau chauffant	244
1.2.1 Isolation en liège	244
1.2.2 Isolation Kapton	245
1.3 Puissance de chauffe, voltage et consommation	246
2. Améliorer l'adhérence des pièces	248
2.1 L'optimisation de la première couche	249
2.2 Les aides à l'accroche	249

2.3	Les surfaces d'impression	253
2.3.1	Les surfaces à aspect lisse	253
2.3.2	Les surfaces rugueuses	254
2.3.3	Les surfaces perforées	260
2.3.4	Les attaches de surface	261
2.4	Le nettoyage du plateau	263
3.	Méthodes pour retirer les pièces du plateau	265
3.1	Méthode classique : la spatule	265
3.2	Décollement à l'alcool ménager	266
3.3	Plateaux souples	267
3.4	Résidus restant sur le plateau	268

Chapitre 10

Optimiser ses paramètres d'impression

1.	Principaux paramètres à maîtriser	269
1.1	L'orientation de la pièce	269
1.2	Les paramètres d'impression principaux	272
1.2.1	Qualité	272
1.2.2	Coque	274
1.2.3	Remplissage	278
1.2.4	Matériau	280
1.2.5	Vitesse	282
1.2.6	Déplacement	283
1.2.7	Refroidissement	283
1.2.8	Supports	284
1.2.9	Adhérence du plateau	285
1.3	L'onglet Double extrusion	287
1.4	Les modes spéciaux	287
1.4.1	Séquence d'impression	287
1.4.2	Moule	288
1.4.3	Spiraliser le contour extérieur	289
1.5	Quelques paramètres expérimentaux	290
1.5.1	Support arborescent	290
1.5.2	Le bouclier	291
1.5.3	Utiliser les couches adaptatives	291

8 L'impression 3D FDM - Le guide complet pour vos impressions 3D

2. Adaptation des paramètres à votre type de pièce	292
2.1 Pièces rigides	292
2.2 Pièces souples ou légères	293
2.2.1 Cas spécifique : le "mode vase"	294
2.3 Impression en flexible	295
2.4 Impression de pièces étanches aux liquides	296
2.5 Prototypage rapide	297
3. Scripts post-découpe	297
3.1 Changer de filament à une hauteur prédéfinie	297
3.1.1 Méthode M600	298
3.1.2 Méthode Filament Change	300
3.1.3 Méthode Pause at height	303
3.2 Changer un paramètre à une hauteur prédéfinie	306

Chapitre 11

La gestion des supports d'impression

1. Tester vos paramètres de supports	311
2. Mettre en place les supports d'impression	312
2.1 Orientation de la pièce pour optimiser la position des supports	312
2.2 Mise en place automatique des supports	316
2.3 Optimisation des supports d'impression	318
3. Retirer les supports d'impression non désirés	322

Chapitre 12

Les bobines et les matériaux

1. Les formats des bobines	329
1.1 Les différents diamètres de filaments	329
1.2 Les bobines	330
1.3 Le bobinage manuel avec la MasterSpool	330
2. Le stockage des bobines	331

3. Les conditions d'impression	334
3.1 La bobine sur l'imprimante 3D	334
3.2 L'environnement et l'adhérence intercouche	334
3.3 La nécessité de la ventilation et d'un caisson	335
4. Les dérouleurs de bobine	336
4.1 Liste de dérouleurs recommandés	336
4.2 Optimisation du passage de filament	341
5. Les principaux filaments rigides	342
5.1 PLA	342
5.2 ABS	344
5.3 PETG	346
6. Les filaments flexibles et semi-flexibles	348
6.1 Valeurs Shore	348
6.2 Adaptation du système d'extrusion	349
6.3 Filaments TPU	349
7. Les alliages et les filaments chargés en poudre ou en fibres	351
7.1 Objectif des additifs	351
7.2 Compatibilité avec les buses d'impression 3D	353
8. Les filaments techniques	354
8.1 ASA	354
8.2 PET	356
8.3 Nylon	358
8.4 Polypropylène - PP	360
8.5 Polycarbonate - PC	362
9. Les filaments sacrificiels	364

Chapitre 13

Diagnostique sur pièces ratées

1. Introduction	367
2. Problèmes mécaniques	368
2.1 Tête d'impression bouchée	368
2.2 Filament abîmé en entrée	369
2.3 Extrusion non constante en sortie de buse	370

10 L'impression 3D FDM - Le guide complet pour vos impressions 3D

3. Problèmes au démarrage de l'impression	372
3.1 Absence d'extrusion au démarrage	372
3.2 Non-adhésion de la pièce au plateau	374
4. Problèmes pendant l'impression	374
4.1 Sous-extrusion	374
4.2 Surextrusion	375
4.3 Trous sur les couches inférieures et supérieures	376
4.4 Stringing/Fils d'anges ou cordage	377
4.5 Surchauffe de la pièce	379
4.6 Décalage de couche	381
4.7 Séparation des couches	383
4.8 Arrêt de l'extrusion pendant l'impression	384
4.9 Remplissage faible	386
4.10 Espacement entre le remplissage et les parois	387
4.11 Coins incurvés sur les couches inférieures - Warping	388
4.12 Coins incurvés sur les couches supérieures - Curling	390
4.13 Espaces dans les parois fines	391
4.14 Parties fines non imprimées	392
5. Problèmes sur le rendu final	393
5.1 Bavures sur la paroi externe	393
5.2 Rayures sur les surfaces supérieures	395
5.3 Lignes d'impressions marquées sur les parois	396
5.4 Vibrations et oscillations visibles sur les parois	398
5.5 Surfaces maintenues par des supports de mauvaise qualité	399
5.6 Défauts de dimensions	400

Chapitre 14

Introduction à la multiextrusion

1. Technologies de multiextrusion	403
1.1 Les têtes d'impression n-1	403
1.1.1 Multiplexeur intégré au refroidisseur	403
1.1.2 Montage d'un multiplexeur sur une tête simple	405
1.1.3 Multiplexage via système MMU Prusa	407
1.1.4 Multiplexage via Palette	408
1.2 Les têtes mélangeuses n-1	409

1.3 Les têtes d'impression n-n	410
1.3.1 Montage de plusieurs têtes d'impression	411
1.3.2 Montage type Chimera	411
1.4 Le multioutil.....	412
2. Paramètres relatifs à la multiextrusion.....	413
2.1 Températures de veille et de chauffe.....	413
2.2 Tour de purge	413
2.3 Nettoyage de buse avec bouclier	414
3. Préparation d'une pièce en double extrusion	415
3.1 Modèles bicouleurs.....	416
3.2 Extrusion selon le type de ligne d'impression	419
4. Préparation d'une pièce avec support soluble	420
Index	423