

Devenez  
**Maker!**



**Andrea Maietta  
Paolo Aliverti**

# Devenez Maker !

**Le guide pratique pas à pas**

**Traduit de l'anglais (États-Unis)  
par Gérard Samblancat**

DUNOD

Cet ouvrage est la traduction en langue française, par Dunod Éditeur, de l'ouvrage  
*The Maker's Manual*  
d'Andrea Maietta et Paolo Aliverti

Authorized French translation of the English edition of *The Maker's Manual*  
ISBN 9781457185922 © 2015 Edizioni FAG srl published by Maker Media Inc.  
This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc.,  
which owns or controls all rights to sell the same.

Traduction : Gérard Samblancat  
Graphisme de couverture : Wip Design  
Photographie de couverture : © Andrea De Martin – 123rf.com  
Maquette intérieure : Maud Warg  
Mise en pages : PCA

<p>Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.</p> <p>Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements</p>	<p>d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.</p> <p>Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).</p>
--	--



© Dunod, 2017  
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff  
www.dunod.com  
ISBN 978-2-10-076293-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2<sup>o</sup> et 3<sup>o</sup> a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

# TABLE DES MATIÈRES

---

AVANT-PROPOS

IX

## #1 LE MONDE MAKER

<b>/&gt;1</b>	<b>QUI SONT LES MAKERS ?</b>	<b>3</b>
	La culture de la réutilisation	4
	Nous sommes tous des créateurs	4
	Tout n'est pas numérique	5
	Qu'est ce qu'un Maker ?	5
<b>/&gt;2</b>	<b>LES ORIGINES DU MOUVEMENT</b>	<b>7</b>
	La culture du partage	8
	Le triomphe de la technologie	8
	Les Fab Labs	8
	La diffusion par les médias	9
<b>/&gt;3</b>	<b>UNE NOUVELLE RÉVOLUTION ?</b>	<b>11</b>
	L'introduction des ordinateurs	11
	Le pouvoir de l'information	12
	Des octets aux atomes	13
	La renaissance de l'économie	14

## #2 RÉALISER SES IDEES

<b>/&gt;4</b>	<b>PEUT-ON APPRENDRE À ÊTRE CRÉATIF ?</b>	<b>17</b>
	La neurophysiologie pour les non-initiés	17
	Le processus d'apprentissage	18
	Techniques de créativité	19
	Changer les hypothèses	21
	Décaler les limites du problème	23
	Remplissage aléatoire	23
<b>/&gt;5</b>	<b>DE L'IDÉE AU PROJET</b>	<b>25</b>
	Création	25
	Le processus de conception	26
<b>/&gt;6</b>	<b>GESTION DE PROJET</b>	<b>39</b>
	Qu'est-ce qu'un projet ?	39
	Le chef de projet	40
	Gérer un projet	41
	La liste des activités	41
	Le diagramme de Gantt	43
<b>/&gt;7</b>	<b>ESSAYER, SE TROMPER, ET SE REMOTIVER !</b>	<b>47</b>
	Le Business Plan	47
	Prêt pour le succès ?	49
	Le succès, pour de bon cette fois	51
<b>/&gt;8</b>	<b>FINANCER SON TRAVAIL</b>	<b>59</b>
	Les sources de financement classiques	59
	Solutions alternatives	60
	Au-delà du financement	62
<b>/&gt;9</b>	<b>COLLABORATION</b>	<b>63</b>
	L'importance de l'Internet	63
	Un processus ouvert	65

## #3 DES BITS AUX ATOMES

<b>/&gt;10</b>	<b>GESTION DE CONFIGURATION</b>	<b>71</b>
	La conception distribuée	71
	Git et GitHub	73
	Des branches comme sur les arbres	82

<b>/&gt;11 CECI N'EST PAS UNE PIPE</b>	<b>87</b>
Procédés de fabrication	87
Commencer par des bits	88
OpenSCAD	90
Aller plus loin avec OpenSCAD	101
<b>/&gt;12 IMPRESSION 3D</b>	<b>103</b>
Comment cela fonctionne ?	104
Les matériaux	105
Les imprimantes 3D	106
La méthode de travail	109
<b>/&gt;13 FRAISAGE</b>	<b>119</b>
Machines à commande numérique	119
Conception avec une machine CN	122
Les logiciels	124
Quel type de machine utiliser ?	129
<b>/&gt;14 DÉCOUPE AU LASER</b>	<b>131</b>
Les lasers	131
La découpe au laser	131

## #4 DONNER VIE AUX OBJETS

<b>/&gt;15 ELECTRONIQUE ET POUSSIÈRE MAGIQUE</b>	<b>147</b>
Hello World !	147
Circuits et composants	153
<b>/&gt;16 ARDUINO</b>	<b>171</b>
Qu'est-ce que Arduino ?	171
La structure d'un programme	173
Le plus simple des croquis	173
<b>/&gt;17 APPROFONDIR ARDUINO</b>	<b>197</b>
Mesurer le monde : les capteurs	197
Shields	205
Textiles intelligents ( <i>smart textiles</i> )	206
<b>/&gt;18 RASPBERRY PI</b>	<b>209</b>
Vérification des composants	209
Bien commencer	211

L'interface graphique	220
Python	222
GPIO	224
Arduino et Raspberry Pi	232
<b>/&gt;19 PROCESSING</b>	<b>235</b>
Votre premier croquis	235
Donnons un peu de mouvement !	239
Combien de cercles ?	242
J'ai le pouvoir de tout faire !	245
Programmer des dessins animés	246
Processing rencontre Arduino !	254
<b>/&gt;20 L'INTERNET DES OBJETS</b>	<b>257</b>
Physical Computing	257
Tout un nouveau monde	258
Où stocker les données ?	258
D'Ivrée à Rome : Flyport	259
Raspberry Pi sur Internet	259
Les caractéristiques d'un service	264
<b>INDEX</b>	<b>267</b>





# AVANT-PROPOS

Une révolution est en marche : la fabrication d'objets est en train de passer des grandes compagnies (où votre seul choix est celui de la couleur noire) à des productions individuelles conduisant à une variété jamais vu auparavant.

Aujourd'hui, nous pouvons profiter d'outils aussi polyvalents, puissants, et pratiques que Arduino ou que les imprimantes 3D avec lesquelles tout le monde peut construire, personnaliser ou réparer des objets. Les outils et les technologies ont changé, mais pas la passion pour le processus de création.

Un **maker** ne travaille pas nécessairement tous les jours dans le design ou la fabrication, mais plutôt quelqu'un qui cherche toujours une façon de tirer de sa passion, un bénéfice personnel ou économique. Il peut être amené à relever un défi technique personnel, et réaliser que d'autres ont déjà eu le même problème. Comment des inventeurs travaillant dans leurs garages ont-ils pu transformer leur passion en startup, puis en une entreprise rentable, surtout par ces temps de crise ? La fabrication et le commerce ont tous deux changé, et les gens qui ont des difficultés à s'adapter voient leur situation empirer de jour en jour.

Les nouveaux entrepreneurs ont une approche totalement différente : basée sur les nouvelles techniques qui sont nées de l'industrie, puis ont été informatisées et récupérées par les entreprises. Comme le phénomène open source a influencé les logiciels dans les années 90, ce sont maintenant le **open hardware** et le **open design** qui influencent la création de nouveaux produits. De nouvelles startups créent des produits **open source** aussi bien pour le logiciel que le matériel. La philosophie des entrepreneurs est elle-même plus ouverte. Ils gagnent à coopérer et collaborer avec d'autres, les gens partagent leurs idées, et plus les idées circulent plus les gens en tirent profit. Tout le monde peut contribuer à un projet ou créer sa propre version, en échangeant des idées ou des techniques. Ce modèle vient du monde logiciel où des communautés de développeurs collaborent et partagent des idées parfois dans le monde entier. Chacun d'eux peut en profiter.

Pour devenir un maker, il y a plusieurs choses à apprendre. Certaines d'entre elles étaient familières à nos grands-parents mais ont été largement oubliées.

Un maker est comme un Léonard de Vinci des temps modernes, il doit avoir de nombreuses compétences et connaissances, et pas seulement dans les domaines techniques.

Ce guide vous donnera un aperçu des outils indispensables dont vous aurez besoin pour devenir un maker: le point de départ vers un parcours vraiment gratifiant.

Né de l'expérience du **Frankenstein Garage**, qui a été pendant des années le lieu de cours et d'ateliers et de divers rassemblement de makers, ce livre traite des sujets complexes d'une façon simple et intuitive, en anticipant les questions de ceux qui débutent ou qui cherchent encore leur voie. Son style direct vous aidera à aborder des notions difficiles et vous guidera pour vous constituer votre propre boîte à outils personnelle qui vous permettra de transformer vos rêves en réalité.

Ce guide est constitué de quatre parties:

- > la première partie traite des origines du mouvement maker et de son possible impact sur le système économique;
- > la seconde partie vous propose une approche simple et structurée pour décupler et améliorer vos idées et les faire grandir dans un environnement propice (processus et techniques de création). Vous verrez aussi ce qu'est une startup, comment commencer un projet, qu'est-ce qu'un business model, et comment trouver des collaborateurs fiables ainsi que des ressources de financement;
- > La troisième partie est la plus pratique. Vous y apprendrez comment créer des objets en utilisant des technologies comme le fraisage, l'impression 3D, et la découpe laser;
- > La quatrième partie vous expliquera comment donner vie à vos créations, grâce à l'électronique et aux microcontrôleurs. Vous y verrez aussi comment créer plus d'interactions visuelles, ainsi qu'un aperçu de ce que l'on appelle l'Internet des objets.
- > Amusez-vous!

### Compléments en ligne

Retrouvez sur le site [www.dunod.com](http://www.dunod.com) l'ensemble des codes détaillés dans cet ouvrage.

### Notations utilisées dans le livre

Les conventions typographiques suivantes ont été utilisées dans ce livre:

- > **En gras et en couleur**: les termes mis en avant (nouveaux mots, organismes, etc.).
- > **Police à chasse fixe**: utilisée pour les différents listings et extraits de code (noms de variables, fonctions, types de données, etc.). Notamment:

Les listings complets sont présentés dans des lignes surlignées.

Les instructions à entrer dans une invite de commande sont saisies de cette manière.

- > **En gras**: les termes provenant des interfaces graphiques, touches à appuyer, noms de programme, chemins d'accès, etc.
- > **En maigre et en couleur**: les URL et adresses email.

## / UTILISATION DES EXEMPLES DE PROGRAMME

Ce livre est là pour vous aider à concrétiser vos objectifs. Vous pourrez en général utiliser directement les exemples de code de ce livre dans vos applications, et n'aurez pas besoin de nous demander une autorisation si vous n'utilisez qu'une partie des codes. Par exemple, l'écriture d'un programme qui reproduit quelques lignes de code de ce livre ne demande pas d'autorisation. Vendre ou distribuer un CD-Rom d'exemples tirés de ce livre nécessite une autorisation. Il n'y a pas besoin d'autorisation pour répondre à une question en citant un extrait de ce livre ou un extrait de code. Vous devrez avoir une autorisation pour incorporer des parties entières de codes dans vos documentations.

Si vous pensez que votre utilisation des exemples de code risque de dépasser le simple cadre d'une permission, n'hésitez pas à contacter l'éditeur.

### **Pour nous contacter**

Pour adresser à l'éditeur d'origine toutes vos questions et remarques concernant ce livre :

*Make:*  
1160 Battery Street East, suite 125  
San Francisco, CA 94111  
Tél : 707-639-1355 (à l'international).

Le mouvement *Make*: inspire, informe, et rassemble une communauté grandissante de gens pleins de ressources capables de réaliser des projets incroyables dans leur cave ou leur garage. *Make*: vous permet et vous encourage à customiser et à détourner selon vos souhaits toute forme de technologie.

Les lecteurs de *Make*: pensent toujours qu'un certain progrès est possible pour nous, notre environnement, notre éducation, ou le monde entier. Ce ne sont plus de simples lecteurs, mais un mouvement mondial que *Make*: conduit, le mouvement *mouvement Maker*.

Pour plus d'informations en ligne sur *Make*:

- > *Make*: magazine ([makezine.com/magazine](http://makezine.com/magazine))
- > *Maker Faire* ([makerfaire.com](http://makerfaire.com))
- > *Makezine.com* ([makezine.com](http://makezine.com))
- > *Maker Shed* ([akershed.com](http://akershed.com))

Nous avons créé une page web pour ce livre. Vous y trouverez toute une liste d'erratas, d'exemples et de nouvelles informations. L'adresse est <http://bit.ly/makers-manual>.

Pour tout commentaire ou question technique sur cet ouvrage, écrivez-nous à [bookquestions@oreilly.com](mailto:bookquestions@oreilly.com).





# 1

# LE MONDE MAKER

---

*« ...des gens qui court-circuitent les appareils, les modèles économiques  
et les modes de vie, pour découvrir de nouvelles façons de vivre  
heureux même quand l'économie est en faillite. »*

Cory Doctorow

<b>/&gt; CHAPITRE 1</b> Qui sont les Makers ?	<b>3</b>
<b>/&gt; CHAPITRE 2</b> Les origines du mouvement	<b>7</b>
<b>/&gt; CHAPITRE 3</b> Une nouvelle révolution ?	<b>11</b>





# CHAPITRE 1

## QUI SONT LES MAKERS ?

Nous vivons aujourd'hui dans un monde que la plupart d'entre nous qualifieraient d'avancé, rempli de merveilles de technologie comme les smartphones ou le World Wide Web. Mais tous ces gadgets ne sont que le fruit de l'application des sciences et technologies à notre vie quotidienne. Remercions cette civilisation qui nous permet de vivre au chaud, de conserver nos aliments, d'avoir de la lumière, de communiquer avec nos amis dans le monde entier, ou de voyager bien plus vite que ce que nos jambes nous le permettraient.

Mais dans le même temps, tous ces changements qui améliorent notre façon de vivre sont aussi en train de nous brider. La plupart des gens diraient qu'ils ne peuvent plus vivre sans ordinateurs, sans télécommunications, sans électricité ou sans la chimie. Si ces technologies étaient amenées à disparaître brutalement, une bonne partie des sept milliards de gens qui composent l'humanité mourraient rapidement.

Nous sommes bombardés par les médias qui font leur maximum pour nous encourager à consommer, à faire la queue tous les six mois devant un Apple Store, ou à acheter une nouvelle voiture tous les deux ans. Et ces mêmes médias nous amènent à nous sentir hors du coup, si nous ne nous conformons pas à ce qu'ils nous proposent.

Dans ce contexte, les objets ne sont plus vraiment faits pour répondre aux besoins des consommateurs, mais pour créer un cercle vicieux. Les objets sont conçus pour durer de moins en moins longtemps, pour casser aussitôt après la garantie passée (précisément et statistiquement calculée). Ainsi nous n'avons plus qu'à acheter encore de nouveaux produits, en créant ainsi un marché artificiel pour toujours maintenir la production.

Les gouvernements d'aujourd'hui ne jurent que par la croissance de leur PIB, même si celui-ci est un bien mauvais indicateur du sentiment de satisfaction des nations. Il augmente toujours pendant les événements comme les désastres ou les guerres.

---

## LA CULTURE DE LA RÉUTILISATION

---

Du temps de nos grands et arrière grands-parents, tout était différent. Tous ceux qui sont nés vers 1925 ont grandi pendant la Grande Dépression – une période de fort chômage, et d’insécurité même dans les plus grandes nations. Ces gens ont appris par eux-mêmes et ont montré à leurs enfants, cet esprit de faire avec ce qu’ils ont, même si c’est très peu de choses.

Des ressources limitées conduisent à une culture du recyclage, du respect et de la réutilisation. Rien ne doit être jeté, mais au contraire tout doit être ingénieusement

transformé en utilisant les outils à portée de main. Nos grands-parents étaient habitués à construire ce dont ils avaient besoin, et ils étaient heureux car ils avaient le sentiment gratifiant – que nous avons un peu perdu aujourd’hui – d’avoir construit quelque chose de leurs propres mains. Ils pouvaient voir évoluer leurs créations de la simple idée à une réalité – avec des planches découpées, un couteau, une faucille jusqu’aux outils plus perfectionnés (figure 1.1).

C’était alors une question de culture: quand ils avaient un problème à résoudre, ou que l’on avait besoin de quelque chose, les gens avaient plusieurs approches, en commençant par faire

avec ce qu’ils avaient sous la main, et souvent en recyclant d’une façon improbable, jusqu’à trouver une solution. La pratique était alors, et est toujours la seule façon d’apprendre.



**Figure 1.1** Le plaisir de construire quelque chose de ses mains

---

## NOUS SOMMES TOUS DES CRÉATEURS

---

Comme des enfants, il nous est quasiment tous déjà arrivé de démonter des jouets pour comprendre comment ils fonctionnent. Certains d’entre nous ont peut-être même déjà essayé de les remonter. Tous ces jouets que nous avons pu démonter nous ont appris quelque chose, en nous permettant parfois de les adapter à notre goût ou d’en créer de nouveaux. Dans le passé, ce type d’activité était aussi largement répandu chez les adultes, et pratiquée par ce qu’on appelait des bricoleurs: des gens qui récupéraient des objets abandonnés, les démontraient, les modifiaient pour en faire quelque chose de nouveau et de merveilleux.

Aujourd’hui, la technologie nous permet de faire la même chose d’une façon numérique. Les outils nécessaires sont à notre disposition, gratuitement ou pour un coût raisonnable. Nous pouvons concevoir des objets très différents avec des procédés très similaires. Grâce à notre accès à l’information et à l’aide des forums d’entraide, il est très facile d’apprendre, et nous pouvons devenir très rapidement efficaces avec divers outils.



---

## TOUT N'EST PAS NUMÉRIQUE

---

Dans les années 1990, tout le monde se voyait devenir web designer : la diffusion de l'Internet et du World Wide Web a créé un vent de programmation dans de nombreux foyers. Avec un simple logiciel, les gens pouvaient créer leur site web. Nous pensons que la rapidité des résultats et le faible coût de la technique ont contribué à éloigner la jeune génération des traditionnels bricoleurs qui sont encore en lien avec les choses concrètes.

Ce qui a changé récemment, c'est la démocratisation des outils comme les imprimantes 3D et autres machines de prototypage rapide, qui ont permis un passage plus facile des bits virtuels vers des atomes bien réels. Ces technologies existaient depuis longtemps, mais restaient hors de portée à cause de leurs prix extrêmement élevés. On peut aujourd'hui se procurer une imprimante 3D pour 500 €, beaucoup moins cher que la première imprimante laser (3 000 €). Même si d'autres outils comme les systèmes de découpe laser, ou les fraiseuses numériques sont encore assez chères, il existe des services spécialisés pour les utiliser à moindre coût. Cela revient à louer une usine sans avoir à supporter toutes les charges d'une société. Vous n'avez qu'à payer la main d'œuvre dont vous avez besoin (plus l'éventuelle marge du fournisseur). L'accès toujours plus facile aux outils, ainsi qu'aux méthodes nécessaires à leur utilisation, a déclenché le retour d'une culture de la réalisation concrète, et a permis la diffusion du mouvement maker.

---

## QU'EST CE QU'UN MAKER

---

Un maker, c'est avant tout un amateur enthousiaste qui fait petit à petit partie d'une communauté de gens partageant les mêmes intérêts. Il est capable de s'aventurer en dehors de son champ de compétence, et d'apprendre de nouvelles techniques grâce à la communauté Maker. Autrefois, pour faire de la sculpture sur bois, il fallait partir en apprentissage chez un ébéniste, ou chez un forgeron pour travailler le métal. Aujourd'hui il est possible de dessiner des objets de diverses formes pour les faire fabriquer par une machine à bois contrôlée par ordinateur.

De tels hobbies ne sont pas seulement l'occasion de faire des rencontres, mais ils permettent aussi aux makers de faire des économies, ou même de créer leur petite entreprise. Cela peut même conduire dans certains cas à de vrais phénomènes culturels et économiques.

Selon de nombreux économistes, l'innovation est la seule façon d'accroître la productivité d'un pays, or c'est bien une caractéristique des makers qui essaient toujours de se surpasser et de faire plus avec ce qu'ils ont sous la main. Le maker est un nouveau bricoleur, un inventeur qui bénéficie de nombreuses et nouvelles possibilités.

Avec toutes ces opportunités, ils peuvent aussi avoir une grande responsabilité les uns envers les autres. Mais heureusement la plupart des makers partagent

leur travail et collaborent avec toutes sortes de gens à travers le monde, quel que soit leur statut social ou leur profession.

Nos grands-parents étaient tous des makers. Mais nous, sommes-nous prêts à le devenir ?



## CHAPITRE 2

# LES ORIGINES DU MOUVEMENT

Les êtres humains sont des makers depuis les tous débuts de l'histoire. On peut même dire que l'histoire de l'humanité a commencé parce que nous sommes de prodigieux makers. Nous assistons en ce moment à une renaissance du modèle

**Do It Yourself (DIY)** (faites le vous-même).

Les anciens outils, marteaux, ciseaux, et autres pinces sont maintenant agrémentés de tablettes interactives, de logiciels coopératifs, et de *crowdsourcing* pour le partage des techniques. La fabrication est tellement numérisée, qu'il devient parfois possible de remplacer tous ces outils par un petit ordinateur portable.

Les dix dernières années ont vu arriver et grandir des **hackerspaces**, **makerspaces**, et **fab labs** – sortes d'ateliers où les amateurs et créateurs de technologies ou d'arts peuvent se rencontrer, partager leurs connaissances, et participer à la création de divers objets (figure 2.1). Dans ces endroits il est possible d'utiliser des équipements qui sont

rarement disponibles pour le particulier en raison de leurs coûts élevés : perceuses, machine à souder, imprimante 3D, découpe laser et autres. Pour un prix raisonnable et comparable à un abonnement, tout le monde peut avoir accès à ces outils, ce qui démocratise la production.

Au début, le phénomène était quelque peu limité par le prix élevé des investissements, et seules quelques grosses institutions pouvaient financer ce genre d'ateliers.

Il y a maintenant des centaines d'ateliers. Le plus souvent situés dans l'enceinte de grandes universités ou d'institutions, les fab labs et makerspaces se développent de plus en plus. Le plus connu est sans doute **TechShop**, qui dispose de huit ateliers aux États-Unis. On peut trouver une carte des fab labs français sur [www.makery.info](http://www.makery.info).



**Figure 2.1** La plaque d'entrée d'un fab lab (photo de Vargson)

---

## LA CULTURE DU PARTAGE

---

La diffusion des technologies numériques dans la communauté des Makers et dans les fab labs a permis aux **early adopters** – ou les fans de nouvelles technologies – de participer à de nombreux projets de logiciels open-source, ou au moins de partager leur philosophie. Le partage et la collaboration sont la base des communautés qui prennent forme dans ces ateliers, le plus souvent grâce à Internet qui permet d'atteindre n'importe quelle partie du globe.

Certaines des technologies qui sont utilisées dans ces ateliers peuvent d'ailleurs s'avérer dangereuses si elles ne sont pas utilisées correctement. Mais le plus souvent les débutants participent à des formations données par d'autres passionnés. La pratique aide à vraiment maîtriser un sujet complètement, et même quand il s'agit d'une activité sans danger comme la programmation de microcontrôleur. Beaucoup de fab labs ont une culture basée sur un cercle vertueux où les formateurs et les étudiants échangent leur rôle. On peut toujours être formateur dans un certain domaine, et apprenti dans un autre.

---

## LE TRIOMPHE DE LA TECHNOLOGIE

---

L'accès de plus en plus facile aux technologies numériques a favorisé la diffusion d'une nouvelle culture du faire soi-même (making) : le partage des informations grâce à Internet met la fabrication d'objets – même de plus en plus complexes – à la portée de tous. Nous avons aujourd'hui la possibilité de concrétiser nos idées, de passer des octets aux matériaux bien réels d'un clic de souris. Nous pouvons accéder à la puissance d'une usine depuis chez nous, depuis un train, ou un jardin.

La rapidité de fabrication proposée en plus par ces nouvelles technologies réduit les temps et les coûts de production, ce qui permet même aux créateurs les moins expérimentés et les moins fortunés, d'avoir un retour rapide sur leurs prototypes. Cela facilite aussi le développement itératif et progressif, qui est typique des bons projets.

Lisez par exemple l'article « *The value of Quick iteration* » sur le premier avion à énergie humaine, le Gossamer Condor (<http://bit.ly/1wY4evP>, article en anglais).

---

## LES FAB LABS

---

À la fin des années 90, Neil Gershenfeld, professeur au MIT, a réalisé que ses étudiants étaient très bien préparés sur le plan théorique, mais ne savaient pas fabriquer le moindre objet. Ainsi en 1998, il créa un cours appelé « Comment fabriquer n'importe quoi (ou presque) ».

Gershenfeld y enseignait à ses étudiants comment construire de petits circuits électroniques, comment programmer des microcontrôleurs, et comment utiliser des machines-outils à commande numérique, ou autres découpes laser. Le mot « presque » dans l'intitulé du cours faisait allusion aux limites imposées par les outils, et aussi à un certain nombre de valeurs partagées. Pendant ses cours, Gershenfeld s'aperçut que ses élèves utilisaient les machines souvent pour des buts personnels plutôt que pour les projets qui leur étaient assignés. La créativité de ses jeunes étudiants fut une très bonne surprise : l'un d'eux en particulier réalisa une bicyclette avec un cadre en plexiglas découpé au laser. Une étudiante qui se sentait mal à l'aise quand quelqu'un s'approchait trop d'elle, a réalisé une robe capable de soulever des aiguilles dès qu'on l'approche par l'arrière.

Un autre étudiant a même inventé une sorte de sac à dos en carton insonorisé dans lequel il pouvait crier et se dévouer sans se faire entendre, et même reproduire le cri enregistré une fois à l'extérieur.

Le premier fab lab est né de cette expérience en 2002. Ce nom vient de « *fabrication laboratory* », un atelier où les choses peuvent être fabriquées, mais aussi de « *fabulous laboratry* » (fabuleux laboratoire). Gershenfeld a répandu ses fab labs dans le monde entier, en aidant les populations locales à résoudre leurs problèmes. Des bergers norvégiens qui peuvent retrouver leurs moutons dans les montagnes grâce à un système radio à ondes courtes – aux fermiers indiens qui, n'ayant pas les moyens d'acheter un tracteur, ont adapté une moto – jusqu'aux fermiers africains qui pompent leur eau par énergie solaire. Toutes ces histoires sont compilées dans le livre de Gershenfeld, *FAB: The Coming Revolution on Your Desktop – from Personal Computers to Personal Fabrication* (Basic Books).

---

## LA DIFFUSION PAR LES MÉDIAS

---

C'est en 2005 que les éditions O'Reilly ont publié le premier numéro de *Make.*, un magazine qui fait maintenant référence dans la communauté des makers. Chaque numéro contient des articles avec leurs explications, des avis sur les derniers livres et outils, et bien sûr de nombreux projets du plus simple au plus compliqué : un haut-parleur dans une boîte de céréales, une fusée, un système pour jeter la balle de votre chien quand vous êtes fatigué. La plupart des projets sont décrits dans le même numéro, d'autres peuvent constituer toute une série. Un fab lab a par exemple occupé trois numéros basés sur la récupération d'objets. Chaque numéro est en général basé sur un thème particulier : les jeux, la robotique, l'impression 3D, le contrôle à distance et bien d'autres choses. Il y a toujours des articles pour les débutants, qui détaillent étape par étape les différents procédés. On trouve aussi des défis techniques à la limite du possible, où le lecteur doit se débrouiller avec (très) peu d'ingrédients.

Un des points forts de ce magazine est son côté social : de nombreux projets réalisables par des enfants avec leurs parents même dans un garage. Le fait de réaliser quelque chose ensemble, peut aider à consolider la relation parents-enfant, ce qui est crucial dans l'enfance. Il y a aussi des projets de travaux en équipe.

Pour conclure avec cet aspect social, ajoutons qu'à la fin 2005, après la publication des quatre premiers numéros de *Make:*, un soir dans son bureau, Dale Dougherty, un des fondateurs du magazine, s'est dit que ce serait une bonne idée de rassembler tous les makers dans un même endroit pour partager leurs créations. Ce fut une brillante idée, et en 2006 le premier **Maker Faire** eut lieu à San Mateo, et une bonne centaine de personnes ont pu y montrer leurs créations. Ce festival «Faire» a grandi depuis un peu plus chaque année, et il y a maintenant 1 100 makers et 130 000 participants. Le phénomène a essaimé un peu partout dans le monde. En 2013 le premier «Faire» européen a eu lieu à Rome, et on compte une bonne centaine de ces rencontres chaque année (voir en figure 2.2 et 2.3 les photos du Maker Faire 2013).



**Figure 2.2** Visiteurs du Maker Faire de San Francisco Bay Area en 2013 (Alfredo Morresi)



**Figure 2.3** on trouve toutes sortes de choses au Maker Faire 2013 (Alfredo Morresi)