

LES NOTES DU CREOGN

Centre de Recherche de l'École des Officiers de la Gendarmerie Nationale

Numéro 74 - Juin 2022

CNE (RO) Philippe TRUILLET



©Gendarmerie/SIRPA/F. BALSAMO

FABLABS ET « DO-IT YOURSELF » : UNE RÉVOLUTION SILENCIEUSE ?

FabLab¹ (abréviation de « **F**abrication **L**aboratory »), *openlabs*, *makerspaces*, tiers-lieu, « DIY » (**D**o-**I**t **Y**ourself), autant de termes qui fleurissent depuis quelques années dans la presse et dont les acteurs locaux mais aussi industriels et gouvernementaux se sont rapidement emparés. Ce qui semble n'être au départ qu'un lieu ou une pratique de passionnés, s'est rapidement diffusé dans la société, au point d'avoir complètement changé les pratiques industrielles et de devenir même le symbole de l'innovation. Nous allons, dans cette *Note*, en découvrir les ressorts et les indéniables avantages.

L'origine du « DIY » est généralement controversée : si on trouve des magazines « de bricolage » dès le début du XX^e siècle, pour certains, il serait issu du mouvement hippie des années 1960, voire, pour d'autres, du mouvement punk des années 1970. Les FabLabs² ou *openlabs* sont, quant à eux, nés de la philosophie hacker dans les années 1990 et ont surtout gagné en popularité vers les années 2010, notamment du fait du mouvement *maker* (Dougherty, 2012).

Au cours des dernières décennies, l'intégration de l'informatique, des outils de partage en ligne et d'autres technologies de collaboration en matière d'interaction humain-machine a favorisé un regain d'intérêt et une adoption plus large des cultures et des pratiques de « bricolage » grâce à la facilité d'accès, au caractère abordable des outils et à l'émergence de nouveaux mécanismes de partage (Kuznetsov, 2010). Aujourd'hui, les FabLabs se sont largement démocratisés et accueillent un large public de tous âges et toutes professions dans des quartiers, des écoles, des entreprises, notamment du fait des opportunités sociales et pédagogiques qu'ils rendent possibles. Les usagers des ateliers de fabrication échangent directement au sein de ces structures autour de pratiques « DIY » : ils montrent leurs projets, collaborent et partagent leurs compétences.

Partager son savoir-faire et échanger autour des pratiques de fabrication est d'ailleurs au cœur de la philosophie de ces espaces (Kurti, 2014). Ils peuvent aussi se former sur Internet sur des sites de partage comme Thingiverse³ (pour la 3D), Instructables⁴ (électronique) ou Github⁵ (pour le code). Les motivations des *makers* pour participer à la création de ressources partagées sont nombreuses :

- pour initier une **démarche réflexive** en vue d'une utilisation ultérieure ou pour une recherche de retours (*feedbacks*) de la part de la communauté (collègues, pairs, enseignants...). Les ressources disponibles peuvent alors servir de supports d'échanges entre *makers* et permettent de provoquer de nouvelles perspectives ou des prises de décision ;
- pour susciter la **réplication** du procédé proposé, une amélioration ou un retour pour la communauté. La question se pose ici de la construction de la ressource qui soit réellement exhaustive (sur le matériel utilisé, la clarté du propos...), permettant une réelle répliquabilité ;
- et, enfin, pour **communiquer** dans le but de montrer ses compétences ou de générer des discussions entre pairs.

1 <https://www.media.mit.edu/projects/fab-labs/overview>

2 Il est à noter que, pour porter l'appellation de FabLab, la structure doit, entre autres, respecter une charte mise en place par le *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>

3 <https://www.thingiverse.com>

4 <https://www.instructables.com>

5 <https://github.com>

L'objectif recherché, notamment par les industriels, peut être, en sus, de développer de nouvelles stratégies et des services qui pourraient augmenter l'engagement des employés. L'usage des plateformes dédiées permettant à la fois de partager le travail et d'autoriser les commentaires constitue sans doute le meilleur moyen de stimuler l'engagement de la communauté (Tucker-Raymond, 2016). (Hurst, 2011) montre, par ailleurs, que le mouvement « DIY » permet un accès plus aisé à la technologie récente, qu'il réduit les temps de décision et d'implémentation, avec des coûts moindres par rapport aux solutions commerciales. De plus, elle montre que la démarche « DIY » permet une émulation de tous les acteurs concernés et de créer des communautés riches et imaginatives.

Un parallèle peut aussi être fait entre ce mouvement et la théorie de la diffusion de l'information d'Emerett Rogers (Rogers, 1962) concernant la diffusion et l'adoption des technologies. Ce modèle de la diffusion des innovations – critiqué – est encore fréquemment cité. Il définit les éléments qui agissent sur la rapidité avec laquelle une innovation est adoptée dans un groupe social. Cette théorie décrit un processus en cinq phases : la connaissance, la **persuasion**, étape cruciale du modèle (celle où l'individu amorce une prise de position au sujet de l'innovation), la décision, l'implantation et la confirmation. Cinq attributs définissent, en outre, les caractéristiques perçues d'une innovation : son avantage relatif en termes économique et social ; sa compatibilité avec les valeurs du groupe d'appartenance ; sa complexité ; la possibilité de la tester et sa visibilité pour montrer les résultats aux autres.

Ce modèle a le mérite de poser des questions importantes autour du taux d'adoption par les utilisateurs, de leur propension à l'innovation, des canaux de diffusion et des clusters d'innovation.

On retrouve, enfin, peu ou prou, ces éléments dans l'approche centrée sur l'utilisateur utilisée en Interaction Humain-Machine⁶ (IHM) avec la norme ISO 9241-210 (ISO 2019)⁷. Cette approche se focalise principalement sur les besoins de l'utilisateur plutôt que sur la technologie, ce qui permet de réduire *a priori* les problèmes d'utilisabilité.

Beaucoup de travaux ont été menés sur cette méthodologie et il existe un grand nombre de techniques et d'outils pour la mettre en œuvre. Il est, entre autres, indispensable de proposer une « *participation active des utilisateurs* » dans les quatre phases du processus de conception (cf. Figure 1) : l'analyse des besoins et des activités des utilisateurs, la production d'idées, la conception et le prototypage, et l'évaluation par rapport aux exigences.

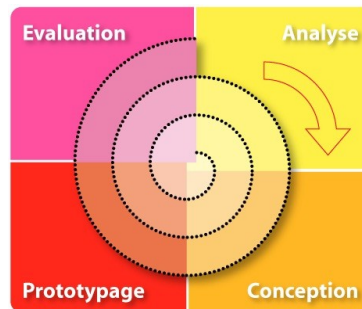


Figure 1 – Démarche de conception itérative en IHM (schéma emprunté à Jean-Luc Vinot)

Le **prototypage** est dans ce processus itératif une étape essentielle, à la fois pour réduire le coût de développement, tester l'utilisabilité d'un système ou d'une technologie, mais aussi pour améliorer la connaissance sur le comportement des utilisateurs et les fonctionnalités du système (Arnowitz, 2007). De plus, le prototypage permet de tester à moindre frais un certain nombre de solutions innovantes pouvant être utiles aux utilisateurs dans le contexte envisagé. Le retour sur expérience peut alors être employé pour guider les développements ultérieurs.

Le prototypage matériel, dernier verrou

Si les techniques de prototypage logiciel sont largement utilisées depuis de très nombreuses années, tant sur les aspects de design (*sketching*) (Buxton, 2010, Greenberg, 2011) que pour le codage « rapide » de l'application (les *frameworks* QT⁸, Processing.org⁹ ou encore le langage Python¹⁰ sont, par exemple, très largement utilisés), il a été longtemps difficile d'en faire de même avec les composants électroniques.

Pour combler ce fossé, les Phidgets¹¹, littéralement **Physical Widgets**, par analogie avec les widgets des interfaces graphiques (Greenberg, 2001) ont été une des premières initiatives au début des années 2000. Mais c'est par la création, vers 2005, d'un modeste outil pour des étudiants de l'*Interaction Design Institute* d'Ivrea (Italie), que le projet

6 ACM SIGCHI, *Curricula for Human-Computer-Interaction* [en ligne], 1992, 173 p. Disponible sur : <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2594128>

7 ISO 9241-210:2019 Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. Disponible sur : <https://www.iso.org/fr/standard/77520.html>

8 <https://www.qt.io/design>

9 <https://processing.org>

10 <https://www.python.org>

11 <https://phidgets.com>

Arduino¹² a initié une véritable révolution dans le monde du « DIY » auprès d'artistes, de passionnés et de professionnels. Son prix modique, sa simplicité d'usage et ses aspects open-source et open-hardware ont rapidement séduit une large communauté. Depuis, les mini-PC comme les **Raspberry Pi**¹⁴ ou encore les plateformes Jetson de NVIDIA¹⁵ ont fait leur apparition et procurent aux *makers* à la fois des plateformes robustes, peu consommatrices en énergie, puissantes et peu onéreuses (de quelques euros à quelques dizaines d'euros), d'autre part, un ensemble d'outils simples permettant de réaliser des opérations complexes comme du *machine learning*, de la capture et manipulation de flux vidéo haute-fidélité à haute fréquence et permettant d'utiliser facilement des capteurs/effecteurs, y compris pour des débutants.

Fabrication Numérique : un retour d'expérience avec des licences (L1) en informatique à l'université de Toulouse

Nous avons proposé, dès 2013, à l'université Toulouse 3, un enseignement « FabNum » (Fabrication Numérique) avec des étudiants volontaires et novices en programmation. Depuis 2017, cet enseignement est intégré au cursus de Licence 1 informatique comme unité d'enseignement optionnelle (cela concerne une trentaine d'étudiants par an parmi les 400 de 1^{ère} année en informatique).

Cet enseignement sur 14 semaines s'effectue en lien étroit avec le FabLab¹⁶ de l'université qui met à disposition ses personnels, son matériel, ses logiciels (notamment scanner et imprimantes 3D, découpeuse laser, machines CNC – *computer numerical control*, soit, en français, « commande numérique par ordinateur ») et y associe des professionnels issus de différents domaines. Outre ces différents acteurs, des doctorants, ingénieurs et chercheurs du laboratoire de l'Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT)¹⁷ interviennent comme consultants techniques pour les différents groupes constitués.

L'enseignement se compose de 4 séances de 2 heures d'enseignements théoriques sur la modélisation 3D, la programmation événementielle et une initiation à Arduino et Raspberry Pi, suivies de 10 semaines de projets en semi-autonomie choisis parmi le panel proposé par les partenaires ou par les étudiants eux-mêmes. Le bilan de ces quelques années peut paraître assez contrasté (notamment suite aux années en distanciel) mais permet de tirer deux grands enseignements :

- il apparaît que de nombreux étudiants ont au départ choisi cet enseignement « par hasard » ou par méconnaissance mais sont « enchantés » de cette expérience, à la fois technique, humaine, et en termes de gestion de projet. Il est donc possible de **motiver rapidement des personnes a priori** frileuses ou totalement novices dans l'approche « DIY », avec peu de moyens financiers et de leur permettre d'être autonomes rapidement ;
- pour les enseignants-chercheurs impliqués, ces suivis de projets demandent énormément de travail en amont et durant le déroulement, notamment à cause de la multiplicité et de l'hétérogénéité des propositions. Néanmoins, certains résultats ont été **immédiatement transférables** sur des projets de recherche et ont permis **d'ouvrir de nouveaux horizons**.

En résumé, la réussite repose sur une forte mobilisation de tous les acteurs, ce qui peut ralentir la généralisation d'une telle démarche. Néanmoins, les retombées restent intéressantes pour les personnes impliquées : l'innovation appelle l'innovation et nous avons pu observer la réalisation de projets de plus en plus ambitieux au fil des années.

Enfin, concernant les aspects pédagogiques, ce dispositif a permis d'explorer des aspects techniques nouveaux et peu abordés dans les cursus, de créer durablement des « ponts transdisciplinaires », et démontré une forte adhésion et une meilleure confiance en eux des étudiants dont on constate les effets positifs plusieurs années après.

Pour la Gendarmerie, l'innovation est aussi en marche

Dans le cadre de l'ambition GEND 20.24 visant à favoriser l'innovation au plus près du terrain, « **GendFabLab** »¹⁸ donne un accès élargi à des capacités de prototypage rapide dans les unités de Gendarmerie. Avec un budget alloué de 40 k€/an sur trois ans, 84 imprimantes 3D étaient déployées en juin 2021 sur le territoire métropolitain et Outre-mer avec un objectif de doter plus de 90 groupements d'ici début 2023. Une communauté de *makers* a été constituée afin d'accélérer l'expérimentation et la mise en œuvre des idées, une plateforme *git*, hébergée en interne, d'échanges de plans de fabrication (à l'instar de *Thingiverse*) a été déployée (elle héberge actuellement une soixantaine de pièces) et des formations ont été mises en place (EAD pour les nouveaux *makers* et formation sur les outils FreeScad/OpenScad d'une semaine pour la conception de pièces 3D) permettant une montée en compétences des personnels.

La doctrine d'emploi est très facilitatrice et laisse une grande latitude aux *makers* de la Gendarmerie. L'impression 3D permet d'accompagner l'innovation, de faire du maintien en condition opérationnelle en réparant des pièces ou de

12 <https://www.arduino.cc>

13 <https://arduinohistory.github.io> et https://www.youtube.com/watch?v=D4D1WhA_mi8

14 <https://www.raspberrypi.org>

15 <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>

16 <https://www.univ-tlse3.fr/campus-fab-1>

17 <https://www.irit.fr/en/departement/dep-interaction-collective-intelligence/ellipse-team>

18 SERVICE DE LA TRANSFORMATION. Inauguration du « GendFabLab » par le Major général [en ligne]. *GENDInfo*, 29 juin 2021. Disponible sur: <https://www.gendinfo.fr/actualites/2021/inauguration-du-gendFabLab-par-le-major-general>

répondre à des besoins non pourvus. Et les résultats du dispositif sont spectaculaires : 6 500 pièces ont déjà pu être réalisées, matériel pour l'instruction, témoins de chambre vide, goodies personnalisés mais aussi création de bornes de scan des passes sanitaires ou des valises de streaming vidéo par exemple.

La Région de gendarmerie d'Occitanie fait partie des régions où un FabLab a déjà été déployé. Par exemple, à la Section d'appui numérique, la modélisation, l'impression 3D et le développement sous Raspberry Pi font déjà partie du travail quotidien des personnels du service. De nombreux prototypes ont ainsi été conçus, modélisés en 3D, fabriqués et testés. Si la démarche engagée est fortement appréciée par les personnels rencontrés, il reste encore du travail pour une meilleure prise en considération de ce qui pourrait devenir à terme de nouvelles missions d'unités proches du terrain et sur le nécessaire accompagnement dans ce changement de paradigme. Les locaux dédiés aux FabLabs restent le plus souvent assez exigus, ce qui peut être un frein vers un usage plus généralisé et en limite pour partie l'appropriation par les personnels encore éloignés de cette culture *maker*. Néanmoins, la Gendarmerie a établi localement des partenariats avec des FabLabs locaux à titre privé, tissé des liens avec d'autres institutions comme la Direction générale de l'armement (DGA), le laboratoire d'innovation Fuscolab et mène une expérimentation avec l'association « France Tiers-Lieu », notamment à Toulouse et Amiens, permettant d'élargir les usages par les personnels.

Pour finir, depuis l'accord-cadre signé entre la Direction générale de la gendarmerie nationale (DGGN) et la Conférence des Présidents d'Université (CPU)¹⁹ en janvier 2019, de nombreuses conventions ont été signées avec les établissements d'enseignement supérieur. Ne doutons pas que des partenariats et échanges fructueux seront noués localement avec les universités, écoles ou laboratoires de recherche en région autour de projets structurants. Les échanges de matériels, de savoir-faire et d'idées ne peuvent qu'être bénéfiques pour l'Institution et ses personnels et permettre un regard croisé pour alimenter l'innovation et enrichir les compétences de ses personnels.

Bibliographie

- Arnowitz J., Arent M. & Berger N. (2007). *Effective Prototyping for Software Makers* (Interactive Technologies), San Francisco, Morgan Kaufmann.
- Buxton B. (2010). *Sketching User Experiences – Getting the design Right and the Right Design*. Elsevier Science. ISBN: 978-0080552903
- Dougherty D. (2012). The Maker Movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, Vol. 7, Issue 3 (July 2012), 11–14. https://doi.org/10.1162/INOV_a_00135
- Morin, Céline. Innover en temps de crise. *GEND Info*, 16 novembre 2020. <https://www.gendinfo.fr/dossiers/repondrepresent-gestion-de-crise-au-caeur-des-territoires-mars-juin-2020/innover-en-temps-de-crise>
- Greenberg S., Fitchett Ch. (2001). Phidgets: easy development of physical interfaces through physical widgets, *UIST'01: Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology*. November 2001, p. 209-218. <https://doi.org/10.1145/502348.502388>
- Greenberg S., Carpendale Sh., Marquardt N., Buxton B. (2011). *Sketching User Experiences: The Workbook*, Morgan Kaufmann. ISBN:13: 978-0123819598.
- International Standard Organization (2010). Ergonomie de l'interaction homme-système - Partie 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. Retrieved November 26, 2012, from : <http://www.boutique.afnor.org/norme/nf-en-iso-9241-210/ergonomie-de-l-interaction-homme-systeme-partie-210-conception-centree-sur-l-operateur-humain-pour-les-systemes-interactifs/article/774240/fa160301>
- Kurti S., Kurti D., Fleming L. (2014). The Philosophy of Educational Makerspaces - Part 1 of Making an Educational Makerspaces in *Teacher Librarian Bowie*, Vol. 41, N° 5 (Jun 2014), p. 8-11. http://newblankets.org/worth_a_look/philosophy_of_makerspace.pdf
- Kuznetsov S., Paulos E. (2010). Rise of the Expert Amateur: DIY Projects, Communities, and Cultures. *NordiCHI 2010*, October 16-20 2010, Reykjavik, p. 295-304. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1868914.1868950>
- Rogers E M. (1962). *Diffusion of Innovations*, Free Press.
- Tucker-Raymond E., Gravel B., Wagh A., Wilson N. (2016). Making It Social: Considering the Purpose of Literacy to Support Participation in Making and Engineering. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 60, 2 (2016), p. 207–211. <https://doi.org/10/ghd4w2>

Philippe TRUILLET est capitaine de la réserve opérationnelle de la gendarmerie nationale, maître de conférences en informatique à l'université de Toulouse 3.

Le contenu de cette publication doit être considéré comme propre à son auteur et ne saurait engager la responsabilité du CREOGN.

¹⁹ Accord-cadre entre la DGGN et la CPU, 31 janvier 2019 [en ligne]. Disponible sur : <http://www.cpu.fr/wp-content/uploads/2019/02/DOC010219-01022019114226.pdf>