

Fablab en école d'ingénieurs : quelle formation pour quelle transformation du métier d'ingénieur ?

Fablab in engineering schools: what training for which transformation of an engineer's job?

Marie Goyon¹

¹ Ecole Centrale Lyon, CTT EVS UMR 5600, France, marie.goyon@ec-lyon.fr

RÉSUMÉ. Cet article propose de réfléchir à l'apport de l'esprit « fablab » dans la transformation du métier d'ingénieur et en particulier de celui du métier d'ingénieur généraliste. Ouvrant à des dynamiques de co-construction et de communication entre acteurs hétérogènes (scientifiques, ingénieurs, citoyens, travailleurs), associant « bricolage » [SEN 08] et « rétro-ingénierie » [BEN 12], ces environnements semblent pouvoir renouveler les démarches de conception, voire même la culture et le métier d'ingénieur. Dans le cadre du paradigme actuel de « l'innovation », entendue comme un appel à « décloisonner », à sortir des « frontières » (pédagogiques, disciplinaires, territoriales et managériales –entre les espaces des écoles, de la recherche, de l'industrie, de la société civile...-), cet exemple nous semble tout à fait emblématique des problèmes que peut soulever ce genre d'initiatives, qui tout en étant parfois très concrètes, demeurent également encore largement performatives.

ABSTRACT. This article aims to study the contribution of the "fablab" spirit in the transformation of an engineer's job and in particular that of engineering general practitioner. By opening dynamics of co-construction and communication between heterogeneous actors (scientists, engineers, citizens, workers), associating "do-it-yourself" [SEN 08] and "retro-engineering" [BEN 12], these environments seem to be able to renew the steps of conception, and even the engineer's work and culture. Within the framework of the current "innovation" paradigm, understood as a call "decompartmentalize", and break down the "barriers" (educational, disciplinary, territorial and managerial - between the educational spaces, research, industry, and the civil society), this example is viewed as emblematic of the challenges and difficulties faced by the kind of initiatives that can be raised, while being sometimes very concrete, whilst also remaining widely performative.

MOTS-CLÉS. fablab, école d'ingénieur, innovation, conception.

KEYWORDS. fablab, engineering school, innovation, conception.

L'exemple développé pour la réflexion menée dans cet article sera celui de l'Ecole Centrale de Lyon, qui forme principalement des ingénieurs généralistes. L'école a mis en œuvre depuis 2011 une réflexion sur les mutations générales du travail et en particulier des sciences de la conception, au travers d'une expérimentation pédagogique dans le cadre d'un financement IDEFI -Initiatives d'excellence en formation innovante- (ANR), en partenariat avec une école de commerce, EM Lyon Business School : le programme IDEA (Innovation Design Entrepreneuriat et Arts). Ce programme (Master, 2 ans) repose sur une pédagogie pluridisciplinaire (design, sciences de l'ingénieur, de gestion, sciences sociales, art) conçue comme décloisonnée et centrée sur les usages, construite sur la pratique de projets intégrés à des demandes sociales, économiques et industrielles émises par des partenaires de la société civile. Le centre névralgique de cette pédagogie est un fablab¹, intégré sur le campus d'Ecully. Le fablab est conçu comme le cœur de cette pédagogie, afin de faciliter l'accès à la prise de risque, aux démarches essais-erreur et de gagner en agilité.

¹ Fab lab : fabrication laboratory. Inspiré du premier « fablab », né au MIT dans le cadre du cours « How to make almost anything » de Neil Gershenfeld (1998). Le succès des fablabs : une diffusion locale dans le cadre associatif à Boston même, puis dans diverses régions du monde, en Inde et en Afrique notamment, puis en Europe. L'ouvrage de Gershenfeld « Fab The coming revolution on your desktop. From Personal Computer to Personal fabricator » (2005) est devenu une référence. Le mouvement fablab se situe aujourd'hui dans un réseau international doté d'une charte, permettant de partager et poursuivre en open source les projets développés, à partir d'un « esprit » et d'un équipement commun à tous les lieux : <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/> L'« esprit » fablab (collaboration, horizontalité, diffusion ouverte) en tant qu'espace social configurant des modes de relations humaines, fait donc partie intégrante de l'espace (spatial) du fablab.

Outre sa réussite propre, ce modèle, sur lequel nous reviendrons plus en détails dans la troisième partie de l'article, a également produit des effets de diffusion, poussant à transformer progressivement les cursus « classiques » de la formation des ingénieurs de l'Ecole Centrale comme des étudiants de l'école de commerce EML et à développer des offres de formation continue et d'accompagnement en entreprise, dans des cellules d'open innovation et de R&D.²

Ainsi, le monde de l'entreprise et la société civile au sens large connaissent des mutations rapide du « travail » que l'on pourrait qualifier de « post-tayloristes » (participatif, collaboratif, horizontalité, intraprenariat et entrepreneuriat, pratiques d'atelier, prototypage rapide, numérique, pluridisciplinarité, interculturalité, pratique de projet, usages au centre de la conception, qualité de vie, durabilité, éco-efficience...) comme le soulignent des travaux comme ceux de Michel Lallement [LAL 15] ou de Dominique Meda [MED 10]. L'orientation industrielle, managériale, sociale et environnementale semble donc appeler à un renouvellement de la formation même de ses futurs professionnels, dont les têtes de pont demeurent encore largement les ingénieurs.

L'école centrale entend se positionner sur ces évolutions, elle affirme vouloir « conjuguer aujourd'hui réflexion académique, expression des entreprises, expérimentations sur des plates-formes et mise en œuvre de formations adaptées pour penser et agir sur ces évolutions »³. La question de l'expertise cloisonnée, séquentielle et centralisée est très fortement remise en question dans cette approche (telle qu'on la retrouve également critiquée et renversée dans le « management de l'innovation », utilisant le « design thinking » et le « lean » par exemple [BRO 09] et [WIT 13], menant vers une expertise que l'on espère plus humble, plus diffuse, plus concertée, qui bouleverserait la place classique de l'ingénieur dans les processus de projet.

En quoi l'introduction d'une pratique «fablab» au cœur du dispositif pédagogique d'une école d'ingénieur pourrait-elle contribuer à une transformation des pratiques professionnelles (techniques, mais aussi organisationnelles et éthiques) ? Comment pourrait-elle modifier les représentations même de la figure de l'ingénieur et de son rôle au sein des sociétés ? Relève-t-elle d'une démarche susceptible de transformer concrètement les pratiques, ou d'un vœu pieux, voire d'une « pensée magique » ou plus radicalement encore d'un discours performatif ? Quelles tensions l'implantation de ce type « d'innovation » éclaire-t-elle dans les définitions de la science comme dans les soubassements idéologiques des institutions de production scientifique et technique ?

Si l'engouement semble être général face à ce genre d'initiatives⁴, nous tenterons à partir d'une étude de cas, d'apporter des éléments pour un regard plus nuancé et critique vis-à-vis de cet enthousiasme⁵, en nous intéressant notamment aux résistances des différents « acteurs » impliqués dans ce type de projet (enseignants-chercheurs, administratifs, élèves...) mais aussi aux problèmes organisationnels et institutionnels que l'introduction de ces nouvelles orientations soulève.

Nous devons préciser que ce travail d'enquête n'est pas encore achevé et que nous amorçons ici une réflexion plus générale par l'intermédiaire des premiers éléments collectés. Il faut également noter

² Je ne développerai pas ces aspects ici, mais leur étude a été amorcée lors d'une conférence (Democracy and Participation in the 21st Century, track 1.3, Congrès ISA, Lisbonne, 2017) sera prochainement publiée.

³ Note interne sur le projet stratégique de l'école, ECL 4.0. (2017)

⁴ Les créations de projets « fablabs » dans le supérieur se sont multipliés : sites de Saclay, Centrale Marseille, ARTEM à Nancy, Faclab de Nantes par exemple... Ils participent pour certains de projets déjà assez anciens permettant des collaborations entre établissements d'un même site, avec comme base générale le triptyque design-commerce-ingénierie [RUA 17].

⁵ En témoignent depuis 2015 les nombreux articles de presse sur la présence de fablabs en école de commerce et d'ingénieur, qui présentent cet essor comme « le » témoignage d'un tournant dans l'innovation, de la mutation du monde du travail, auquel répondraient les écoles : Le Monde, L'Etudiant, L'Express, le Journal des Grandes Ecoles etc... Il y a dans cette profusion médiatique une forme de prophétie auto-réalisatrice, une performance qui mériterait à elle seule une étude, dans laquelle nous ne pourrions malheureusement pas nous lancer.

qu'étant impliquée dans le processus que je décris, en tant qu'enseignante au sein de l'Ecole Centrale et du Programme I.D.E.A., cet article participe d'une démarche réflexive sur mon milieu et ma pratique professionnelle. L'enquête préliminaire, commencée en décembre 2016, a consisté en des observations flottantes⁶ de type ethnographique des activités du fablab, mais aussi dans la participation à des réunions d'information institutionnelle à son sujet, ainsi qu'en une dizaine d'entretiens formels et informels avec les différents protagonistes du projet (élèves, enseignants, personnels administratifs). Nous tirerons de cette première approche inductive, associée à des éléments de contexte général analysés en première partie d'article, une première typologie des réactions des acteurs concernés par le projet ainsi que des pistes de recherche pour l'avenir.

1. Contexte : Fablabs et participation dans la conception

Comme ont pu le démontrer les philosophes, sociologues et historiens des sciences et des techniques [BON 13] [PES 15], l'émergence de la « science contemporaine » à partir du 19^{ème} siècle se caractérise par de nouveaux rapports avec la technique. L'existence d'une médiation technique de plus en plus massive dans la construction des faits scientifiques a modifié la connaissance de l'objet observé, du fait même de la structure du dispositif technique d'observation. De façon générale et même si des nuances peuvent être apportées à ce tableau, irrémédiablement impliquée et appliquée, la science s'est trouvée profondément reconfigurée dans son rôle : son programme ne fut plus tant de décrire ce qui est (vocation de la « science antique »), que d'opérer, à travers les techniques, des sélections dans le devenir. Cet avènement s'est accompagné d'un renouvellement du positivisme, avec une vision linéaire du changement et l'idée d'un « diffusionnisme » « naturel » résumé dans la fameuse devise de l'exposition universelle de Chicago en 1933 : « Science Finds, Industry Applies, Man Conforms », « la science découvre, l'industrie applique, l'Homme suit ».

Cette vision descendante et diffusionniste de l'innovation nous semble perdurer dans les croyances et mentalités, et peut-être en particulier dans celles des ingénieurs du fait de leur place centrale dans ce projet de la « science moderne ». Si l'idée est « bonne », techniquement irréprochable, elle marchera... Cette conviction héritée du paradigme décrit ci-dessus, vision idéalisée, ne résiste pourtant pas à l'analyse, comme l'ont amplement montré, et depuis un certain temps maintenant, les « science and technology studies », depuis la sociologie des sciences d'Akrich, Callon et Latour [AKR 88] jusqu'aux travaux plus récents comme ceux de Williams et alii [WIL 14].

Comment expliquer cette résistance ? Deux raisons principales me semble-t-il.

D'une part on constate un manque d'enseignement encore important en France des *sciences and technology studies*. Ces enseignements sont souvent négligés ou insuffisants dans les cursus ingénieurs et peut-être davantage encore insuffisamment reliés à une pratique directe et concrète dans les projets d'application et de recherche que peuvent mener élèves. Ces matières sont le plus souvent enseignées sous forme de cours magistraux de « philosophie des sciences » par exemple, ou encore d'exercices sur des cas théoriques, contribuant à renforcer un effet de distance avec cette problématique. Sans pouvoir l'étayer par des travaux en la matière, mais ayant partagé ce constat issu de mon expérience professionnelle avec des collègues d'autres établissements supérieurs français, la dimension intrinsèquement sociale et politique de la pratique des sciences et des techniques semble être souvent réduite à un « éclairage de contexte » ou à une « attention critique », ce qui d'après moi participe à la naturalisation de la tendance au positivisme.

⁶ L'observation flottante, en ethnographie, bien qu'elle puisse constituer un parti pris méthodologique en tant que tel (voir les travaux de référence de Colette Petonnet [PET 82], fait également souvent figure de première phase d'approche durant l'immersion, en enquête préliminaire [BEA 98]. On prend en quelque sorte la « température » du terrain, afin de commencer à percevoir des enjeux sous-jacents, des configurations d'acteurs, des temporalités, qu'il faudra approfondir et vérifier par une observation plus cadrée. Cette observation flottante, base de la démarche inductive, permet d'élaborer un cahier des charges de l'enquête et notamment la grille d'observation.

D'autre part, la vision diffusionniste de l'innovation technique est difficile à déconstruire car elle entretient ce que nous pourrions appeler le « mythe de l'ingénieur ». Elle l'entretient car elle conforte l'ingénieur dans sa position d'expert, irremplaçable et incontournable, aux origines du processus « la science découvre » et dans le cadre du nouveau régime technoscientifique, également présent en « phase 2 », « l'industrie appliquée ». Claude Maury, du CEFI (comité d'étude sur les formations d'ingénieurs), souligne à quel point l'opinion publique et les ingénieurs eux-mêmes conservent une vision « lyrique », idéaliste et optimiste de l'ingénieur comme figure du Progrès [MAU 11].

Que faire si l'innovation ne se produit pas ainsi ? Quel rôle jouerait alors « l'ingénieur » idéal, c'est-à-dire ce scientifique emblématique de la « science contemporaine », aussi bien technicien voire technologue, que visionnaire et scientifique ?⁷

En effet, en contrepoint de l'idéal de performance, d'optimisation et d'hyperspécialisation technoscientifique, apparaissent des « débordements » [CAL 01] : des aspects importants du réel sont omis, non pris en compte. Et si l'on suit Beck [BEC 01], ces omissions provoquent des crises (la crise de la vache folle, ou la crise du sang contaminé), parce que des décisions sont prises sans tenir compte des incertitudes inhérentes créées par le processus de réduction scientifique. C'est dans ce contexte qu'une attention accrue est portée au « tiers secteur scientifique », aux non-chercheurs qui deviendraient alors des acteurs légitimes pour opérer des choix d'ordre scientifique et technique.

Ainsi, la vision descendante du changement fondée sur la diffusion des savoirs et des techniques repose sur une vision biaisée de la dynamique du changement. En effet, en postulant telle la devise de l'exposition universelle de Chicago, que « l'Homme suit »⁸, on pose de manière explicite l'idée que les manières de penser et d'agir, ainsi que les modes d'existence doivent s'adapter aux productions technoscientifiques. Or, objectivement les choses ne se passent pas de cette manière. Certes le changement peut être suscité par les nouveautés techniques et conceptuelles issues de la recherche et de la technique. Mais l'innovation scientifique et technologique, entendue comme productrice de dispositifs socialement et historiquement construits, est également appropriée, et souvent transformée dans les situations d'usage. Ainsi l'irruption des usagers et des citoyens a modifié en profondeur certains protocoles techniques [HIP 05], de la bicyclette aux réseaux techniques *online* en passant par le traitement du sida. D'autre part, la nouveauté peut être initiée et portée par les non-scientifiques, dans leurs propres milieux de vie et travail, à partir souvent de stratégies et tactiques de « bricolage » et détournement [CER 90].

De telles analyses conduisent à revoir le modèle linéaire du changement. Elles incitent aussi à poser la question des rapports savoir-pouvoir dans la conception et l'innovation, question déjà très présente dans les travaux français et italiens sur le design participatif en vue d'innovation sociale [MAN 15].

Ces limites, tout autant que les enjeux de leur dépassement sont finalement aujourd'hui bien identifiés, au point qu'en France, la loi du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche se donne pour objectif de « favoriser les interactions entre sciences et société », tout particulièrement dans le contexte de l'innovation. Si donc le contexte est à la « co-conception », que vont devenir les ingénieurs ? Comment peuvent-ils s'adapter à cette nouvelle ère ? Le peuvent-ils et même, le doivent-ils ? Qu'exige-t-on des anciens experts ?

Comme le constate Claude Maury [MAU 2011], animateur du Comité d'Etude sur les Formations d'Ingénieurs (CEFI), les choses ont déjà changé en entreprise, lieu principal d'exercice du métier

⁸ Cette vision est décrite chez Akrich, Callon et Latour (1988) dans leurs travaux d'autopsie d'échecs de processus d'innovation. Le moteur du « modèle de diffusion » : si les qualités techniques intrinsèques de l'objet sont validées par les ingénieurs, le produit sera « bon » et se « diffusera » auprès des utilisateurs. Si ce n'est pas le cas, c'est que les utilisateurs « n'ont pas compris ». Ils démontrent que cette vision, dans les années 1990, est encore très présente voire majoritaire. L'exemple des kits photovoltaïques pour le développement en Afrique, repris in extenso par Madeleine Akrich dans Techniques et Culture (2010) est à ce titre édifiant.

d'ingénieur à l'heure actuelle. A la figure de l'ingénieur traditionnel porteur d'autorité, coordinateur du travail d'équipes d'ouvriers et de contremaîtres, s'est déjà largement substituée une activité où l'on passe beaucoup (même parfois l'essentiel) de son temps devant un écran d'ordinateur, intervenant de plus en plus pour modéliser et calculer. De plus, force est de constater que lorsqu'un ingénieur bâtit une route ou un pont, il intervient généralement en suivant un cahier des charges sur lequel il n'a guère eu son mot à dire.

Ce simple constat pose la question de la place que les ingénieurs peuvent, ou devraient tenir dans la définition des projets, c'est-à-dire, en d'autres termes, la question de leur rôle potentiel au niveau de la conception et de la maîtrise d'ouvrage, où s'exercent à présent de plus en plus d'arbitrages impliquant des multitudes d'acteurs de sensibilités différentes. Bien sûr, tous les ingénieurs ne sont pas égaux devant ces mutations et il y aurait de nombreuses nuances à étudier dans ce grand schéma, en suivant par exemple les phénomènes de distinction sociale présents au sein même de la profession d'ingénieur, par spécialité ou école d'origine par exemple, comme ont pu le mettre en évidence les travaux d'André Grelon [GRE 07], ou encore selon le sexe, avec les analyses de Catherine Marry [MAR 04].

2. Participation, conception et dialogue avec la situation

Concevoir c'est poursuivre un dessein, c'est-à-dire envisager un changement à opérer ou un ordre à faire advenir qui renvoie à une « volonté relative au futur ». Mais c'est aussi transformer concrètement un réel qui, du fait des résistances qu'il présente, apparaît sous la forme de possibilités ou d'impossibilités concrètes. L'origine du mot « design » est souvent retracée ainsi : dessin + dessein, c'est-à-dire la « forme » qui donne vie au « projet », à l'intention portée sur le monde.

Quasiment tous les modèles de conception mobilisent une mise en tension entre ces deux pôles, qui sont évidemment d'une grande richesse et qu'on peut donc décrire sous des formes multiples : tension entre « définition » et « résolution de problème », entre « souhaitable » et « possible », entre « opportunité des choix » et « détermination », pour ne citer que ces quelques exemples [TRO 09]. Or, au cœur de cette mise en tension semble se situer ce que D. Schön [SCH 83] décrit comme un « dialogue avec la situation » : le concepteur, tendu vers une finalité, projette ses connaissances, ses concepts et ses valeurs. Mais la situation « répond ». Elle présente des résistances inattendues, qui peuvent conduire l'acteur à réviser ses représentations et à revoir sa copie. Le « dialogue avec la situation » peut ainsi prendre la forme d'un dialogue que le concepteur entretient avec les ébauches graphiques ou physiques qu'il produit, et dans laquelle il « découvre » de la nouveauté en les manipulant. Mais les autres acteurs, s'ils sont sollicités, peuvent également surprendre du fait de leurs réponses, qu'ils soient directement les usagers finaux ou des opérateurs intervenant dans la fabrication ou l'implantation du nouveau produit ou service.

Cette idée d'un « dialogue avec la situation » souligne l'importance des médiations sociotechniques qui sont à l'œuvre dans l'acte de conception. En effet, dans un tel schéma, la capacité à mobiliser et à manipuler, durant la conception, des situations auxquelles on peut faire subir des « épreuves » apparaît stratégique. Et c'est précisément cette compétence à l'« agilité » qu'il s'agit de développer davantage grâce à l'introduction de nouvelles pédagogies par le projet et de lieux dédiés qui favorisent les processus itératifs de conception.

En effet, les environnements équipés comme les fablabs modifient très profondément la nature des situations avec lesquelles on peut dialoguer durant la conception. Si l'on va « moins loin » que dans les environnements virtuels de simulation, qui permettent une immersion sans commune mesure avec les représentations type CAO, on a toutefois la possibilité de prototyper très souvent et assez vite, et de ce fait on peut expérimenter concrètement des innovations et des collaborations sociales hétérogènes, très en amont dans le processus.

Les techniques de prototypage rapide en particulier (impression 3D et découpe laser), parce qu'elles permettent de tester et de valider les choix de conception par l'ensemble des acteurs et de repérer très tôt les erreurs de conception tant du point de vue de la qualité ergonomique, technique que formelle, modifient véritablement les étapes classiques de la conception, mécanique par exemple [DUB 00].

On peut donc penser que les fablabs offrent des possibilités inédites de mise en scène du réel et de ses résistances (aussi bien techniques que sociales): ils sont une « scène de théâtre », à la façon d'Erving Goffman [GOF 73] où l'on peut faire rentrer très tôt, très vite, une multitude d'acteurs de l'incertitude que nous évoquions plus haut et les voir en interactions. J'ai pu observer en fablab associatif des situations où l'utilisateur futur, ou le passionné venant participer en fablab rentre immédiatement en échanges directs avec le « technicien » (entendre ici celui qui a le savoir-faire technique) dans la phase d'élaboration en 3D de l'objet : des choix techniques sont alors autorisés à être négociés et orientés en fonction de considérations d'usage, d'appropriation voire de « sens » éthique ou social [GOY 16].

Le savoir technique n'est ici plus qu'une dimension du processus de conception, une parmi d'autres, sans hiérarchie ou primat. L'espace-temps « environné » spécifique du fablab (c'est-à-dire comme nous l'avons spécifié plus haut, non pas seulement un lieu avec des machines mais bien une subtile alchimie entre l'espace, le temps, les objets et les hommes) constituerait ainsi un outil particulièrement propice à ces participations.

Ainsi, rappelons un instant que l'idée de « participation » des usagers peut, dans le domaine de la conception technique comme en politique, revêtir de multiples visages et recouvrir des intérêts et des pratiques très multiples voire divergentes⁹ [BAC 05] ce qui n'est pas sans conséquences sur la fabrique des environnements qui nous intéressent ici.

La fin des années 90 et le début des années 2000 a été essentiellement marquée par la coexistence de deux courants de conception de la « participation » : la Conception Participative et la Conception Centrée sur l'Utilisateur. Dans la "Conception Centrée sur l'Utilisateur", on consulte les utilisateurs durant les processus de conception, mais cette sollicitation se justifie sur des bases techniques : améliorer la prise en main par les opérateurs par exemple.

Les bases de la Conception Participative sont bien différentes, puisqu'elles prennent comme point de départ le droit qu'ont les personnes à avoir une influence directe sur les décisions qui affectent leurs vies –professionnelles et/ou sociales. Dès lors, l'interrogation centrale, dans ces processus comme plus généralement dans les démarches participatives, s'affirme comme celle de la "démocratie au travail" et de l'empowerment [DAQ 07].

Ces deux voies de la participation, l'une visant d'abord un enrichissement des données et un meilleur contrôle de leur validité, et l'autre plus immédiatement ancrée dans la pratique sociale, n'ont donc pas la même appréhension de la place et du rôle des protagonistes, qui seront selon les cas « utilisateur », « usager », « travailleur » ou « citoyen ».

Les fablabs proposent une voie encore différente. Ces lieux d'engagement citoyen et d'échanges informels que l'on peut regrouper sous le vocable de « tiers-lieux » (*third space*) [OLD 89] se caractérisent en effet par des valeurs d'écoute de l'autre en vue de collaboration et d'apprentissage entre pairs, qui favorisent l'émergence de projets d'emblée inscrits dans la vie quotidienne (de production et de consommation en particulier) et dans l'écosystème local, en dehors des laboratoires ou des bureaux d'étude d'ingénierie ou de design.

⁹ De nombreux travaux mettent en évidence la complexité des enjeux et les ambivalences de valeurs comme de procédés à l'œuvre dans l'idéal « participatif » : on notera les travaux de Daniel Cefai pour l'ethnographie du participatif ou de Loïc Blondiaux du point de vue des sciences politiques sur la démocratie participative.

Hormis les exemples référencés dans le récent ouvrage de Bosqué et alii [BOS 15] qui effectue une sorte de tour de France des initiatives fablabs, l'un des exemples les plus impressionnants peut-être en Europe -car il étend cet état d'esprit à grande échelle- est peut-être celui de la « Fabcity » de Barcelone¹⁰. Les protagonistes du projet Fab City se sont appuyés sur ce potentiel des fablabs, pour imaginer la création d'une quinzaine de « micro-usines de proximité » installées dans chaque quartier de Barcelone. Ces usines, autogérées par les habitants, seront capables d'assurer la production et le recyclage de biens et de services, en fonction des besoins des quartiers (par exemple échanger des connaissances et résoudre des problèmes d'éclairage public, d'environnement, d'alimentation, de production énergétique). Le projet s'inscrit dans le projet global de la ville, qui dépasse la smart city des données de gestion pour aller vers sa planification économique, sociale et territoriale comme « système urbain cognitif » [BES 12]. Ainsi, la ville de Barcelone a même repensé son système d'enseignement afin de permettre la perpétuation du projet, entre autres avec le STEM (Science, Technology, Engineering and Maths), un concept d'enseignement en classe basé sur les nouvelles technologies (apprendre en faisant) dans le secondaire.

3. Faire et défaire

Dès lors, on comprend bien que les dynamiques participatives qu'on vient d'évoquer renvoient évidemment aux ressources dont disposent les acteurs pour se coordonner, et ce faisant à la question des modalités concrètes de l'action de conception.

Ainsi pour pouvoir concevoir ensemble, il faut pouvoir travailler ensemble, se comprendre et savoir transmettre : c'est là un point fatidique de la possibilité de la « co-conception ».

Pour que les solutions élaborées par les acteurs en situation fonctionnent, deux aspects fondamentaux doivent être abordés : se mettre d'accord sur des méthodes communes et mettre au point des « objets-frontière », c'est-à-dire des objets, abstraits ou concrets, dont la structure est de nature à être partagée entre différents « mondes sociaux » tout en étant suffisamment souple pour s'adapter aux besoins et contraintes spécifiques de chacun de ces mondes. Les objets-frontières sont également des points d'articulation entre l'individuel et le collectif puisqu'ils sont supposés maximiser à la fois l'autonomie de chacun et la communication entre tous. La notion est donc étroitement liée aux questions de signification partagée et d'interprétation. Wenger [WEN 09] souligne que grâce à l'objet-frontière, les individus peuvent négocier leurs différences et créer une mise en accord de leurs points de vue respectifs. Les prototypes et maquettes peuvent constituer des objets-frontière.

Dans les travaux de Dominique Vinck et de Alain Jeantet par exemple [VIN 95] les objets intermédiaires (dont les objets-frontière forment un sous-ensemble) apparaissent surtout comme des analyseurs des processus à travers lesquels se construisent les faits en conception ou en science (les brouillons comme les objets plus formalisés –tels que des maquettes- autour desquels les « points de vue » se coordonnent ou se débattent). La mobilisation de ces concepts vise à rendre compte de la genèse des innovations, la stabilisation des réseaux sociotechniques et la construction des chaînes de traduction qui se font et se défont au fil du travail de(s) l'innovateur(s).

C'est dans cette pratique de « prototypage » (au sens large) inhérente à la pratique de projet que se joue tout l'intérêt pour le métier d'ingénieur de ces nouveaux environnements de travail et l'enjeu pour nous est d'être en capacité de décrire ces multiples opérations, au sein même des processus de coopération.

¹⁰ Fabcity est une Initiative internationale du réseau des fablabs, visant à produire et soutenir des fabcities en tant que nouveaux modèles urbains soutenables, partout dans le monde. <http://fab.city/> Le projet né à Barcelone avec la collaboration du MIT, de la région de la catalogne et de la Fab fondation à partir de 2010. La question principale est ainsi posée: Comment assurer une réappropriation collective des technologies, pour en faire des outils au service de la ré-industrialisation et du développement social et écologique des villes ? Voir les publications et interviews de Thomas Diez, leader du mouvement [DIE 12]

Les environnements de co-conception équipés, malgré leur diversité, peuvent être appréhendés sous l'angle du «faire», et du «faire ensemble». Ce «faire ensemble» constitue précisément une des ressources que mobilisent les acteurs pour faire œuvre commune. Le « faire » apparaît ici comme une valeur intrinsèquement positive et qui modifie le rapport au travail .Dans les environnements équipés les plus ouverts semble se jouer une « éthique hacker », véritable « éthique du travail » [LAL 15], qui renouvelle l'engagement des protagonistes du fait qu'elle modifie les finalités poursuivies (en mobilisant par exemple un rapport différent à l'argent et au salaire) ainsi que les conditions de mise en œuvre (solidarité, mise en réseau, partage). L'acte de « travail » constituerait alors en quelque sorte sa propre fin. L'éloge du faire et du Do It Yourself s'appréhende alors en réponse à une perte de sens vécue dans les organisations, et en particulier dans les organisations tayloristes, où l'on ne percevrait plus les tenants et les aboutissements du travail, du fait de sa division même, comme le soulignent différents auteurs comme Dominique Meda [MED 10] ou le précurseur best-seller de Matthew Crawford [CRA 06].

Ainsi, les environnements équipés favoriseraient « le dialogue avec la situation » que nous décrivions plus haut. Ici, tout¹¹ concourt à la possibilité de manipuler, de tester, durant la conception, des situations et des dispositifs auxquels on peut faire subir des « épreuves ». En donnant la possibilité de bricoler, de procéder par essai et erreur, de manipuler concrètement, les environnements équipés donneraient la possibilité de faire l'expérience des choses (et pas seulement de les envisager au plan cognitif), cette expérience devenant alors ressource pour la libération du sujet et d'une reconquête du sens de l'activité [GOY 16].

4. Installer un fablab en école d'ingénieur

Partant de ces constats, le fablab en école d'ingénieur (comme à ses origines, souvenons-nous que le premier « fablab » est né au MIT¹²) apparaît donc comme une évidence, voire une nécessité. Avant tout parce qu'il offre une certaine proximité, du moins de prime abord, avec les habitudes de travail des ingénieurs. Le modèle de l'atelier est bien connu dans la tradition de l'ingénierie et l'idée d'apprendre en petits groupes, autour de machines, est familière et bien acceptée. Cependant comme toute évidence, elle cache en réalité une construction culturelle et sociale complexe, imprégnée par des intérêts et représentations conflictuels.

Contrairement à d'autres implantations dans des écoles françaises, l'idée d'installer un fablab sur le campus de l'Ecole Centrale de Lyon n'a pas été la première intention. En effet, elle trouve ses origines dans un projet d'expérimentation pédagogique plus ancien.

En réponse à un appel d'offre IDEFI (Initiatives d'Excellence en Formations Innovantes) lancé par l'Agence Nationale de la Recherche en 2011, l'Ecole Centrale de Lyon (ECL) et l'Ecole de Management de Lyon (EML) ont mis en œuvre une architecture d'innovation, le Gen (pour générateur) I.D.E.A. (Innovation Design Entreprenariat et Arts)¹³. Cette architecture reposait sur un programme de deux ans, recrutant à Bac+3, ouvert à tous les profils, dont la pédagogie était concentrée sur l'apprentissage par le faire (Learning By Doing) et le projet par la pratique du « design thinking », dans une approche pluridisciplinaire, appuyée par un fablab pédagogique et un incubateur de projets d'entreprises. Ce programme de formation¹⁴, premier dans son genre sous cette forme en France, était

¹¹ Configuration des espaces et du temps (décoration, aménagement, horaires étendus), coprésence d'acteurs hétéroclites, convivialité, jeu, absence de « risques », sensation de liberté...

¹² « How to make almost anything » cours de Neil Gershenfeld, Massachusetts Institute of Technology (1998).

¹³ <http://www.agence-nationale-recherche.fr/ProjetJA-11-IDFI-0021>

¹⁴ <http://blog.programme-idea.com/>. Le programme de master en deux ans, sélectionne ses propres étudiants (une quarantaine par an) hors concours d'entrée habituels des deux grandes écoles. Il a une équipe pédagogique pluridisciplinaire dédiée, ainsi que des salles de projets réservées aux étudiants, qui vont développer des projets de l'idée jusqu'au prototype sur plus de 800 heures de projet individuels et collectifs.

adossé à la création d'une plateforme d'expérimentation, de formation et de diffusion des nouveaux modes d'enseignement et de coopération, en particulier articulés aux TICE, appelé Learning Lab¹⁵.

Ce modèle pédagogique, s'il s'inspire d'innovations ayant déjà longue vie dans d'autres secteurs (pédagogies nouvelles, enseignement artistique etc...) était tout à fait déstabilisant et pionnier¹⁶ dans l'espace académique du supérieur français. Il fût donc parfois mal compris, a dû défendre ses spécificités afin de ne pas être perpétuellement réduit aux champs du « connu » et du « possible » des pratiques habituelles des deux écoles. On peut donner quelques exemples de mise en œuvre inhabituelles pour les établissements porteurs : concevoir des cours qui ne soient ni magistraux, ni TD mais hybrides, donner des salles de projet sur le long cours aux élèves, en quasi autogestion afin de permettre une appropriation forte du projet dans le temps et dans l'espace, sélectionner des élèves non pour leurs seules qualités académiques et résultats, mais pour leur curiosité et variété d'expériences voire pour la non linéarité de leurs parcours scolaires...

Malgré ces difficultés, ce programme a finalement rencontré un véritable succès aussi bien du côté formation initiale que continue, et dans la diffusion des pratiques pédagogiques.

Ce succès a petit à petit convaincu les institutions porteuses qu'elles devaient pérenniser certains acquis développés dans cette expérimentation (c'était aussi un des objectifs fixé par l'ANR). Afin d'assurer cette diffusion et de préparer la sortie du financement public, les deux institutions ont donc mis en œuvre l'adoption de certains des principes expérimentaux évoqués plus haut.

Côté ECL, c'est le fablab qui est apparu le plus « facile » à adopter rapidement, pour les raisons de proximité avec les pratiques classiques d'enseignement de l'ingénierie. C'est ainsi qu'un nouveau fablab a été implanté sur le campus de l'école en novembre 2016. Avant donc le reste de la pédagogie qui demeure actuellement en cours d'implantation dans l'école (pluridisciplinarité dans la pratique de projet, sciences sociales, approche par les usages...), c'est bien « l'outil » fablab qui semblait le plus facile à mettre en œuvre. Mais qu'en est-il en réalité ?

5. Les heurts de l'institutionnalisation et l'illusion de familiarité

La volonté d'implanter le fablab sur le campus est venue « d'en haut ». La direction, tirant le bilan de l'expérience I.D.E.A. et considérant ses enjeux propres de développement dans le contexte académique local, a vu dans le fablab une opportunité pour les élèves comme pour l'école, cherchant à inscrire son image dans la modernité et l'innovation. Comme nous l'avons indiqué en introduction, l'École cherche à repenser son offre de formation pour être en capacité de suivre les mutations actuelles du travail (vers le participatif) et du rapport aux techniques (le faire et la « démocratie technique ») que nous avons présentées en première partie de cet article. Elle souhaite diffuser progressivement cette nouvelle vision, depuis des initiatives dans des programmes singuliers comme I.D.E.A. ou dans son offre de métier en troisième année (création de métiers entrepreneur et intrapreneur) jusqu'aux bases du cursus généraliste (en particulier dans les projets d'étude). Outre l'implantation du fablab, des réformes du dispositif pédagogique et nouvelles offres sont donc en cours dans l'ensemble des filières de l'école.

Toutefois, si le fablab constitue un point majeur et emblématique de cette volonté, l'implantation d'un tel lieu, qui requiert des aménagements spécifiques d'espace et de sécurité, comme de temporalités d'accès et donc de personnel, n'est pas une affaire mineure à traiter.

¹⁵ <https://www.learninglab-network.com/>

¹⁶ Différentes initiatives académiques comparables dans le supérieur émergent ou se stabilisent à la même période comme évoqués plus haut : Paris Saclay, Grenoble IDEI Promising, ARTEM Nancy et obtiennent également des financements publics. [RUA 17]

La concurrence des implantations est bien connue sur les campus français et elle donne lieu à des guerres intestines parfois violentes. Finalement, le fablab (200m²) a élu domicile dans un ancien bâtiment laissé vacant par le déménagement d'un laboratoire de recherche. Toutefois cet espace n'ayant pas été conçu spécifiquement pour accueillir un fablab, c'est-à-dire une salle d'atelier¹⁷ mais aussi des espaces de travail de groupe, cet emménagement n'a pas été sans heurts. Les classiques affrontements d'occupation ont rompu par la même les espoirs de certains groupes (départements, laboratoires...) qui espéraient récupérer cet espace. De plus, il a été compliqué à aménager, étant situé dans une halle, mal isolée thermiquement et phoniquement, mal reliée au réseau Internet etc... Mais plus encore que ces dysfonctionnements pratiques, c'est rapidement l'usage même du fablab, avec ses modalités spécifiques de vie et d'organisation, qui ont heurtés son « voisinage ».

En effet, les dynamiques à l'œuvre dans ces environnements équipés percutent les formes instituées de conduite de projet et d'occupation du temps et de l'espace dans l'école. Comme nous avons pu l'observer dans le cadre de l'enquête ethnographique préliminaire et dans notre posture d'observatrice participante puisqu'impliquée dans le processus de diffusion, les premiers usagers du fablab nouvellement implanté sur le campus de l'ECL furent les habitués (on pourrait même les qualifier d'initiés, puisqu'ils constituent au départ une véritable catégorie, tout à fait « privilégiée » et instruite d'un savoir spécifique et encore confidentiel). Ces initiés étaient les élèves et enseignants du programme IDEA, évoqué plus haut. Ces usagers, dans le cadre de ce cursus dédié aux pratiques collaboratives de projet, ont l'habitude de ce qu'ils appellent « travailler en mode projet ».

Cela signifie pratiquement qu'ils passent un temps « fou » (c'est ainsi qu'il est jugé par les acteurs extérieurs et notamment les agents logistique et patrimoine du campus) dans l'espace du lab. Il s'agit, durant le temps du « projet », de « vivre » dans le fablab et son espace élargi des salles de projet. A l'instar de ce que l'on peut observer dans les écoles de design et de beaux-arts, comme dans les exemples célèbres mais plus lointains des industries créatives de la Silicon Valley, les lieux de travail deviennent, durant ces espace-temps particuliers dédiés à l'engagement dans l'action commune pour la conception et réalisation¹⁸, des milieux de vie : on y mange, on y échange toutes sortes de « biens » matériels et immatériels (des rires, des cris, des émotions...) et on y dort même parfois. Les horaires sont étendus, les relations moins formelles, aussi bien entre pairs que dans le rapport enseignant-apprenant. On se situe ici véritablement dans la pratique d'un « tiers-lieu », telle que nous la décrivions plus haut, entre domicile et travail.

Cette « confusion des genres » se trouve retranscrite dans une observation de prime abord triviale : la prolifération des « choses ». Outre les machines, ce sont aussi les cartons à dessin, les boîtes à outils, les feuilles, les schémas et crayons de toutes sortes, les ordinateurs personnels aussi nombreux que les personnes, les smartphones, mais aussi tous les restes de projets et les projets en cours, les prototypes, maquettes d'avant-projets, déchets, chutes, découpes de bois, de plexiglass... mais aussi duvets, restes de nourriture, brosses à dent... Un véritable abécédaire à la Prévert, qui témoigne en fait de ce qui se produit en ce lieu : il matérialise le processus de projet, le chantier du « dialogue avec la situation », tant du point de vue technique de la conception, que de son aspect social.

Evidemment cet apparent « bazar » a choqué, et ce à plusieurs titres. Au-delà de simplement heurter les us et coutumes très normées entre élèves et enseignants de l'école, ce modèle d'organisation du travail, très horizontal, peu contraint et peu quantifiable ou mesurable se révèle en fait en rupture totale

¹⁷ Un fablab hébergeant des machines à découpe laser (bois, plexiglass), il nécessite en particulier des aménagements d'aération spécifiques.

¹⁸ Et en particulier les « charrettes » : ce terme est utilisé dans de nombreux milieux professionnels. Ici notamment du design et des industries créatives, afin de respecter les délais d'ouverture au public ou encore de livraison du produit, ce sont des moments de tension maximale, intervenant en général vers l'aboutissement du projet, et où l'on « ne compte plus ses heures ». Elle se situe aux antipodes de la gestion rationalisée et optimisée que l'on enseigne aux élèves ingénieurs à travers des outils de planification des tâches comme le GANTT, qui doivent précisément permettre d'éviter ce genre de situations.

avec ce qui est enseigné en « gestion de projet » dans le cursus généraliste. En effet, on apprend de façon très précise, rationalisée et argumentée en première année du cursus centralien à « gérer » un projet grâce à des outils de contrôle et de mesure de la performance, de type Gantt / Pertt et autres schémas d'optimisation de la relation d'équipe comme des tâches, et les élèves sont en grande partie évalués non sur le projet lui-même, mais sur la production de ces outils de gestion.

Comme tout « bon ingénieur », dans la tradition moderne décrite en début d'article, on attend d'eux qu'ils quantifient et cherchent à réduire les incertitudes, ce qui est parfois à l'opposé de la démarche d'innovation par la co-conception ouverte et la participation, où l'incertitude et l'aléa peuvent même être considérés comme des opportunités (par exemple la notion de sérendipité, valorisée dans la méthode du design thinking [BRO 09]). On relève donc ainsi une certaine ambiguïté entre les attendus et le dispositif, une injonction quasi contradictoire qui repose sur les élèves comme sur les enseignants, dans la juxtaposition des représentations et dispositifs anciens et nouveaux.

De plus, l'introduction de ce mode de co-conception, par le biais de l'implantation du lieu, serait donc potentiellement, s'il venait à se diffuser, de nature à peut-être transformer la culture même des ingénieurs et leurs représentations du travail et de l'innovation. Tous ces éléments combinés, on commence à mieux percevoir la portée symbolique et sociale, probablement largement inconsciente, de l'introduction du fablab. Celui-ci en vient à représenter un véritable « loup », ne manquant dès lors pas de susciter irritations voire résistances.

Comme nous avons pu le constater dans l'enquête, cette façon de travailler est perçue et interprétée de façon très variable selon les acteurs. Afin de mieux appréhender ces phénomènes, nous proposerons ici une première typologie, établie selon leur degré de « conviction », « familiarisation » ou même « hostilité » vis-à-vis de ce qu'incarne le fablab. Cette typologie n'a rien de définitive et constitue une première étape de l'enquête préliminaire, qui permettra de penser un dispositif d'enquête en tant que tel. L'étude de l'implantation du fablab et de ces effets sur les pratiques est donc en cours d'élaboration et ces données préliminaires démontrent qu'il sera nécessaire de poursuivre une observation sur le long terme en se dotant d'un protocole d'enquête plus formel, afin d'être en mesure de décrire les recompositions des jeux d'acteurs comme les dynamiques de transformation qu'elle pourrait entraîner.

6. Une perception et appropriation différenciée

Dans la première phase d'implantation qui a couru sur un an, depuis novembre 2016, et comme nous l'avons expliqué en introduction, nous avons donc mené une observation « flottante » de la diffusion et réception du « concept » par les différentes parties prenantes au sein de l'école. Nous avons rapidement pu établir un certain nombre de profils de réception de l'implantation du fablab, que nous avons caractérisés selon un continuum allant des plus convaincus aux plus hostiles.

Nous avons tiré cinq profils, à partir des discours que nous avons pu recueillir auprès d'une trentaine de personnes (à part égale entre enseignants, élèves et personnels administratifs), et de l'observation des attitudes. Une partie de l'enquête s'est déroulée sur les lieux : durant les différentes étapes de la mise en place, durant les premières semaines d'occupation, puis par une fréquentation régulière au fil de l'année ; tandis qu'une autre partie de l'enquête s'est faite de façon plus informelle, au fil du temps, dans les discussions avec les différents acteurs, au gré des rencontres. S'il ne s'est absolument pas agit à cette étape d'établir un « échantillon représentatif », nous avons toutefois l'intuition de recherche, qui sera ou non confirmée, que cette première ébauche sera retrouvée à plus grande échelle.

La typologie préliminaire se construit comme suit :

– les « missionnaires » : Minoritaires actifs¹⁹, ils sont fondamentalement convaincus qu’il « faut » installer les pratiques collaboratives en école d’ingénieur, car il faut d’après eux changer la « culture ingénieur ». Ils parlent d’éthique, de responsabilité sociale, d’insertion du métier dans la société civile. Ils voient dans les environnements équipés en général et dans l’ « esprit fablab » en particulier une chance à saisir et un engagement à prendre. Ils cherchent à convaincre les autres et jouent le rôle d’architectes au sein de l’école, pour la mise en œuvre et l’institutionnalisation. Leur influence s’éprouve jusque dans le « discours » et la pensée stratégique de l’école. Certains font partie de l’équipe pédagogique d’IDEA, d’autres font partie de groupes internes à l’école. Celle-ci fonctionne beaucoup sur le modèle de micro « think tank », réunis pour travailler à partir de thématiques et enjeux lancés très souvent par la direction, collectifs qui réunissent des acteurs aussi bien enseignants qu’administratifs. Un groupe particulièrement sensible fut celui réfléchissant sur l’évolution des pratiques d’enseignement et plus largement sur l’innovation pédagogique. D’autres acteurs parmi les « croisés » peuvent être qualifiés de « fans » d’innovation en général, très curieux des phénomènes « maker », d’autres encore n’ont pas d’affiliation particulière mais prêtent une attention particulière au changement et souhaitent donc aider à promouvoir tout ce qui irait dans ce sens. Ils sont donc actifs dans la diffusion des idées, ils pratiquent une forme de prosélytisme.

– les « partisans » = ils vont moins loin que les « missionnaires ». Ce sont ceux qui voient une chance de diversifier et d’enrichir la formation d’ingénieur par la pratique de projet, qui trouvent que ce sont des environnements favorables et intéressants pour eux comme pour leurs élèves. Ce sont majoritairement des enseignants, et c’est donc le renouvellement pédagogique qui les motive largement. Ce sont également un certain nombre des élèves eux-mêmes, certain ayant fondé très rapidement une Association fablab, ils participent ainsi à l’animation du lieu et à la diffusion de ses pratiques auprès de leurs pairs.

– les « amusés » = Ils considèrent le fablab comme un « gadget », ludique, agréable, mais pas « professionnel ». C’est-à-dire qu’ils ne considèrent pas qu’il puisse modifier le « vrai » boulot entendu ici comme le métier de l’ingénieur. Pour eux, le fablab joue simplement le rôle d’un « appât » pour susciter l’intérêt, la curiosité des élèves mais aussi de potentiels financeurs ou des entreprises. Leur profil est assez varié, majoritairement des enseignants qui généralement sont en fait peu informés de la réalité de l’implantation et des usages du fablab : ils ne savent pas vraiment ce que c’est et en quoi cela consiste ou comment ils pourraient se l’approprier. Ils ont une vue « de loin ».

– les « sceptiques » = Cette catégorie fonctionne sur la base de nombreuses représentations plus ou moins erronées. Pour certains, ils considèrent l’initiative, selon les propos recueillis, comme un « vernis » stratégique : il s’agirait pour l’établissement de « surfer » sur la vague de l’innovation, sur une « mode ». Il s’agirait de « faire de la com », c’est-à-dire d’une action de communication vis-à-vis des partenaires et rivaux extérieurs à l’école, plus que d’une action visant des bénéficiaires internes pour les élèves ou le personnel. Ils trouvent le projet « futile », « accessoire » et pour tout dire très agaçant. Ils ont également le sentiment que les institutions font diversion : qu’elles instrumentalisent ce projet « médiatique » pour éloigner les personnels de sujets qu’ils jugent « plus importants » : gestion des budgets et des personnels, enjeux des politiques institutionnelles de site etc... Ils se situent dans une posture de méfiance généralisée vis-à-vis de l’objet comme de ses promoteurs. La grande majorité d’entre eux n’a jamais pratiqué au fablab.

– les « hostiles » = pour ces derniers, l’implantation du fablab est directement considérée comme une pratique dangereuse. En effet, elle viendrait mettre en péril le « sérieux » de l’entreprise d’ingénierie et pourrait même discréditer l’image de l’ingénieur, qui doit conserver ses pré-requis et la valeur « scientifique » de son métier (les deux termes entre guillemets sont revenus de façon systématique dans les entretiens). Leur discours peut en substance être résumé de la sorte : Tout le

¹⁹ En psychologie sociale, les minoritaires actifs (Moscovici) sont souvent des marginaux, voire « déviants », qui cherchent à changer les normes, les modèles en vigueur. Ils ont un rôle majeur dans les changements sociaux car ils parviennent à fédérer une mobilisation collective, à partir de la revendication de leur « identité déviante » : on pourrait dire qu’ils font de leurs « faiblesses » et différences une force au service du changement de la norme.

monde n'est pas « expert », il faut laisser la conception à ceux qui la maîtrisent. Ici les acteurs perçoivent un véritable danger dans le fait de « laisser » d'autres acteurs interférer dans l'expertise de la conception. Le terme d' « apprentis sorciers » a même été évoqué par l'un des acteurs interviewé. Ce sont majoritairement des ingénieurs de recherche (qui n'enseignent pas, ou très peu), des chercheurs des laboratoires (qui ne sont donc pas à proprement parler des ingénieurs, ayant vocation à pratiquer cette co-conception) et des ingénieurs enseignants que nous pourrions qualifier de « vieille école », souvent plus âgés et qui pour la plupart d'entre eux sont éloignés depuis assez longtemps de la pratique de projet. Ils voient dans ce type d'initiatives une « dérive » dangereuse pour l'identification et la légitimité de leur expertise. Cependant, s'ils sont minoritaires, ils constituent en réalité un groupe très puissant, car du fait de leur âge et de la longévité de leur présence dans l'école, de la reconnaissance dont certains profitent, ils occupent souvent des postes de direction ou de responsabilité, en tout cas d'influence auprès de leurs collègues.

7. Pour conclure

Cet article dresse un premier état des lieux, à la fois sur une problématique de recherche en émergence et sur une initiative d'expérimentation en cours, extrêmement récente. Il tente de comprendre le contexte d'implantation ainsi que l'héritage dont ce genre d'expérience peut profiter, notamment les racines conceptuelles et idéologiques comme les problématiques de recherche dans lesquelles elle s'inscrit. Si le développement exponentiel ces dernières années de « tiers-lieux » et autres environnements équipés de conception ouverte mérite d'être étudié, il nous semble à partir de cette première étude que c'est bien parce qu'ils s'inscrivent dans la reformulation ou dans la diffusion de modèles qui restaient jusqu'à lors cantonnés à leurs espaces scientifiques ou techniques d' « initiés », souvent très singuliers et très restreints.

La diffusion actuelle nous semble démontrer leur capacité à toucher un public plus large ou à transformer plus massivement les pratiques de différents milieux professionnels et ce faisant elle cristallise des peurs, des fantasmes et des interrogations légitimes. Nous avons pu constater par ce premier travail de « cartographie » des origines, que ces initiatives se déploient à l'intersection ou au sein de différents champs : histoire de « l'innovation », sociologie du travail, anthropologie du « faire », histoire des sciences et des techniques, sciences de gestion et management, design et sciences de la conception, histoire de la participation...

Nous avons, à travers un exemple, dressé un premier tableau contradictoire dans un paysage qui semble caractérisé dans les milieux concernés par un fort enthousiasme d'ordre « missionnaire ». Nous avons esquissé une première analyse des freins, des représentations et des jeux d'acteurs que suscitent ces initiatives dans leurs processus d'institutionnalisation. Nous avons pu mettre à jour le fait qu'ils relèvent de conceptions divergentes du métier et du statut de l'ingénieur (tant au niveau individuel qu'institutionnel), de la confrontation de visions et de pratiques différenciées de l'enseignement mais aussi de la science de la conception elle-même. La toile de fonds bien présente est également celle des perceptions et valeurs accordées à la notion d'innovation et en particulier au degré d' « ouverture » qu'on lui souhaite, dans la perspective particulière de la question de la légitimité reposant sur une expertise professionnelle.

Enfin, ce sont les frictions institutionnelles et organisationnelles liées aux espaces professionnels, leurs appropriations et investissements qui rentrent également en ligne de compte de façon forte dans la mise en œuvre de ces nouveaux espaces et configurations de travail.

Ainsi, il nous reste donc encore de nombreuses pistes à explorer et notamment celle de l'observation concrète, par une enquête ethnographique rigoureuse, des mutations ou affrontements au cœur de la pratique de conception, notamment à partir de la notion de « dialogue avec la situation » et de l'étude des collectifs et des objets-frontière.

Il s'agit de la prochaine étape de nos recherches, que nous avons inscrites dans le cadre d'un projet de recherche comparatif, interdisciplinaire et international (appel d'offre Capes Cofecub²⁰) sur les environnements équipés de co-conception virtuels / physiques et leurs impacts sur les processus de conception et mutations du travail. Nous espérons être en mesure de pouvoir qualifier aussi bien les processus à l'œuvre d'un point de vue technique, sociologique et anthropologique, que les dynamiques d'acteurs externes, notamment dans les logiques d'institutionnalisation et d'usage, en particulier politique, de ces dispositifs.

Bibliographie

- [AKR 88] AKRICH M., CALLON M., LATOUR B., *A quoi tient le succès des innovations? Tome 1 : L'art de l'intéressement, Gérer et comprendre*, Annales des Mines, Paris, 1988.
- [AKR 10] AKRICH M., « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques & Culture* [En ligne], 54-55, 2010.
- [BAC 05] BACQUE M.H., REY H., SINTOMER Y. (dirs.), *Gestion de proximité et démocratie participative*, La Découverte, Paris, 2005.
- [BEA 98] BEAUD S. et WEBER F., *Guide de l'enquête de terrain. Produire et analyser des données ethnographiques*, La Découverte, Paris, 1998.
- [BEC 01] BECK U., *La société du risque*, Flammarion, Paris, 2001.
- [BEN 12] BENIERE R., *Reconstruction d'un modèle B-Rep à partir d'un maillage 3D*, Thèse de doctorat, 2012.
- [BES 12] BESSON R., *Les Systèmes Urbains Cognitifs : des supports privilégiés de production et de diffusion d'innovations ? : études des cas de 22@Barcelona (Barcelone), GIANT/Presqu'île (Grenoble), Distrito tecnológico e Distrito de Diseño (Buenos Aires). Architecture, aménagement de l'espace*. Université de Grenoble, 2012, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00954267/document>
- [BON 13] BONNEUIL C. et JOLY P-B., *Sciences, techniques et société*, Paris, La Découverte, 2013.
- [BOS 16] BOSQUE C., *La fabrication numérique personnelle, pratiques et discours d'un design diffus : enquête au coeur des FabLabs, hackerspaces et makerspaces de 2012 à 2015/2016*, Thèse de doctorat, 2016.
- [BOS 15] BOSQUE C., RICARD L. et NOOR O., *FabLabs, etc : Les nouveaux lieux de fabrication numérique*, Eyrolles, Paris, 2015.
- [BRO 09] BROWN T., *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*, Harper Business, Chicago, 2009.
- [CAL 01] CALLON M., LASCOUMES P. et BARTHE Y., *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Seuil, Paris, 2001.
- [CER 90] CERTEAU DE M., « Les procédures de la créativité quotidienne », *L'invention du quotidien. I, Arts de faire*, Gallimard Paris, 1990.
- [CHE 03] CHESBROUGH H., *Open Innovation*, Boston, Harvard Business School Press, 2003.
- [CRA 16] CRAWFORD M., *Éloge du carburateur. Essai sur le sens et la valeur du travail*, La Découverte, Paris, 2016.
- [DAQ 07] DAQUINO P., *Empowerment et participation : comment mieux cadrer les effets possibles des démarches participatives ? : Proposition d'un cadre d'analyse à partir d'une synthèse bibliographique*, 2007, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00157747/document>
- [DIE 12] DIEZ T., « Personal Fabrication : Fab Labs as Platforms for Citizen-Based Innovation, from Microcontrollers to Cities », *Nexus Network Journal, Architecture and Mathematics*, p. 457-468, 2012.
- [DUB 00] DUBOIS, P., AOUSSAT, A. et DUCHAMP, R., *Prototypage rapide, généralités. Techniques de l'Ingénieur, traité Génie mécanique*, p.1 -10, 2000.
- [FLI 10] FLICHY P., *Le sacre de l'amateur*, Seuil, Paris, 2010.
- [GOF 73] GOFFMAN E., *La Mise en scène de la vie quotidienne - La Présentation de Soi*, Editions de Minuit, Paris, 1973.

²⁰ Projets franco-brésiliens, Projet ENFAB (Environnements équipés de co-conception et FABrication des milieux de vie et de travail) coordination du projet côté France, P. Beguin, professeur d'ergonomie, IETL, Université Lyon 2, UMR 5600 CTT- EVS.

- [GOY 16] GOYON M., « L'obsolescence déprogrammée : prendre le parti des choses pour prendre le parti des hommes. Fablabs, makers et repair cafés », *Techniques et Culture* n°65, <https://tc.revues.org/6987>, 2016.
- [GRE 07] GRELON A., « French Engineers: Between Unity and Heterogeneity », *History of Technology*, 27, p. 107-124, 2007.
- [HIP 05] HIPPEL VON E., *Democratizing Innovation*, MIT Press, Cambridge, 2005.
- [LAL 15] LALLEMENT M., *L'âge du faire. Hacking, travail, anarchie*, Seuil, Paris, 2015.
- [MAR 04] MARRY C., *Les femmes ingénieurs, une révolution respectueuse*, Belin, Paris, 2004.
- [MAN 15] MANZINI E., *Design, when Everybody Designs, an introduction to Design for Social Innovation*, MIT Press, Cambridge, 2015.
- [MAU 11] MAURY C., « La réalité du travail de l'ingénieur et son évolution », *Annales des Mines- Réalités industrielles*, 2011/1, p. 74-82, 2011
- [MED 10] MEDA D., *Le travail: une valeur en voie de disparition ?*, Champs Essai, Paris, 2010.
- [OLD 89] OLDENBURG R., *The Great, Good Place, Cafes, Coffee Shops, Bookstores, Bars, Hair Salons, and Other Hangouts at the Heart of a Community*, Da Capo Press, 1989.
- [PES 15] PESTRE D. (dir.), *Histoire des sciences et des savoirs* (3 tomes), Fayard, Paris, 2015.
- [PET 82] PETONNET C., « L'Observation flottante. L'exemple d'un cimetière parisien », *L'Homme*, T 22 n°4. Etudes d'anthropologie urbaine, 1982
- [RUA 17] RUANO BORBALAN J-C., BERTILORENZI M. et al., « Between Innovation and Tradition: French Design Schools, their Historical Roots and their Innovation System », *Journal of Innovation Economics & Management* 2017/1 (n° 22), p. 57-78, 2017.
- [SEN 08] SENNETT R., *The Craftsman*, Allen Lane, 2008.
- [SCH 83] SCHÖN D., *The reflective practitioner. How professionals think in action*, Harper Collins Publisher, New-York, 1983.
- [TRO 09] TROMPETTE P. et VINCK D., « Retour sur la notion d'objet frontière », *Revue d'anthropologie des connaissances*. Vol 3, n° 1, p 5-27, 2009.
- [VIN 95] VINCK D. et JEANTET A., "Mediating and Commissioning Objects in the Sociotechnical Process of Product Design: a conceptual approach", in MACLEAN D., SAVIOTTI P., VINCK D. (eds), *Designs, Networks and Strategies, vol. 2, COST A3 Social Sciences*, EC Directorate General Science R&D, Bruxelles, 1995.
- [VIN 99] VINCK D., *Ingénieurs au quotidien. Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*, PUG, Grenoble, 1999.
- [WEN 09] WENGER E., "Communities of practice: a brief introduction", *Communities*, v. 22, p. 57, 2009.
- [WIL 14] WILLIAMS B. & allii, *Engineering practice in a global context, understanding the technical and the social*, CRC Press, 2014.
- [WIT 13] WITMEUR O. et SILBERZAHN P., « Lean Startup, Design Thinking et nouvelles approches pour l'entreprenariat innovant », *Entreprendre et Innover*, 19(3), 2013.