Bricoler la biologie

Les politiques et les enjeux de la *Do-it-yourself biology*

Morgan Meyer

Centre de sociologie
de l'innovation à l'École
des Mines de Paris,
Mines ParisTech,
CNRS UMR 7185,
60, boulevard Saint Michel,
75272 Paris Cedex 06,
France.
morgan.meyer@mines-paristech.fr

Mon propos concerne les politiques et les enjeux politiques, sociétaux et culturels de la *Do-it-yourself biology*. La *DIY biology*, ou « biologie de garage », consiste à mener des expériences de biologie moléculaire ou synthétique dans des lieux non institutionnels tels que garages, caves, cuisines, laboratoires communautaires, etc. Le mouvement s'est développé dès 2008 et s'est implanté dans les métropoles des pays de l'Ouest comme de l'Asie.

La *DIY biology* est souvent célébrée pour ce qu'elle promet en termes de démocratisation de la science, une science plus citoyenne et plus ouverte, pratiquée par des gens ordinaires, des amateurs. On lui confère une valeur éducative, économique et socioculturelle. Mais elle suscite également une vive inquiétude, aux États-Unis comme en Europe : qu'en est-il des risques potentiels pour la sécurité d'un pays ou de personnes qui manipulent des bactéries ? Quels sont les risques pour l'environnement ? Quelle régulation faut-il mettre en place pour contenir les usages criminels de ces technologies ?

Les commentaires qu'on peut entendre ici ou là sont divers. Dans *Nature*, un biologiste affirme que la biologie de garage n'est pas plus sophistiquée que ce qu'on peut trouver dans le laboratoire de biologie avancée d'un lycée. La fondatrice de *Bio Curious* en Californie indique que la *DIY bio* promet de concrétiser le rêve de la biotechnologie sans frontière. Un sociologue des sciences a estimé en 2010 que la *DIY bio* n'était pas un domaine de recherche ni d'innovation. D'autres pensent qu'elle démocratise la science. Ceux qui évoquent des risques estiment qu'il faut chercher à contenir les organismes modifiés qui pourraient s'échapper dans l'environnement et causer des dommages écologiques ou entraîner des risques pour la santé publique.

Mon travail s'intéresse plus particulièrement au *boundary work* ou travail frontière. Les discussions autour de *DIY bio* se concentrent souvent sur les frontières qui pourraient être surmontées, entre l'université et un domicile privé, entre amateurs et citoyens d'un côté, experts et scientifiques de l'autre, entre la science pratiquée dans un espace public et celle pratiquée dans un lieu privé, communautaire ou associatif, entre la biologie institutionnalisée et l'*open Source* et le *hacking*. D'autres frontières sont particulièrement soulignées, probléma-

tisées et policées, entre utilisations responsables et criminelles de la technologie, entre expérimentation sûre et dangereuse, entre laboratoire et monde extérieur, entre *DIY biology* et « vraie biologie » universitaire. L'histoire de Kay Aull revient assez fréquemment lorsque l'on s'intéresse à la communauté *DIY bio*. Son père était atteint d'une maladie, l'hémochromatose, pour laquelle elle a créé un test de détection. Elle a construit chez elle un laboratoire pour l'équivalent de 1 000 dollars. Elle a acheté de l'équipement sur eBay et fabriqué certains équipements elle-même, comme un incubateur en utilisant une boîte de polystyrène, un thermostat d'aquarium, un ventilateur ; elle utilise la lumière bleue pour voir l'ADN grâce à une boule de Noël. Si on lui demande la raison pour laquelle elle s'est engagée dans une telle expérience, elle répond qu'elle veut « démystifier » le processus et démontrer que la réalisation d'un test génétique ne relève « pas de la magie ». Elle souhaite encourager les non-spécialistes à s'engager dans ce type de démarche.

La communauté *DIY bio* s'efforce de communiquer la science, de la domestiquer, voire de la banaliser, afin de rendre plus accessible, plus démocratique le « faire science ». Cette volonté de domestication de la science s'illustre par des contournements créatifs. Depuis quelques années, certains équipements scientifiques sont devenus plus abordables et disponibles. On peut acheter du matériel d'occasion sur Internet, on peut « bricoler » des équipements, trouver des alternatives. On peut transformer une webcam en microscope, utiliser un *Dremelfuge* au lieu d'une centrifugeuse, ou encore l'*Open PCR* au lieu d'un appareil PCR classique (Figure 1). On diminue ainsi le prix des équipements d'un facteur variant de 10 à 100. Je trouve intéressant

Webcam → microscope

Dremelfuge
au lieu
d'une centrifugeuse OpenPCR
au lieu
d'une machine PCR

Figure 1. Les « contournements créatifs » ou comment trouver des alternatives pour fabriquer son propre matériel de laboratoire à faible coût.

d'analyser ces contournements créatifs, ces façons inventives de travailler sans les matériaux conventionnels et coûteux.

Ces contournements sont de deux types. Les premiers concernent les équipements scientifiques classiques, souvent coûteux ; les seconds concernent les institutions de biologie traditionnelles. Le rêve de nombreux acteurs de la biologie de garage est de construire une « *citizen biotech-economy* », une économie fondée sur les biotechnologies citoyennes (et conviviales), qui ne serait pas nécessairement marchande, favorisant ainsi la circulation d'équipements scientifiques.

La façon dont serait organisé ce réseau d'équipements et de connaissances scientifiques s'appuie sur une triple ouverture. L'ouverture en tant qu'accès matériel : aux savoirs scientifiques, aux objets, aux infrastructures. Ensuite elle est perçue comme idée sociopolitique d'une démocratisation de la science. Mais l'ouverture est aussi une alternative aux économies plus fermées qui sont celles de la technoscience. Cette notion d'ouverture correspond donc à une redistribution matérielle, à une démocratisation et à une alternative à la technoscience établie.

Des conférences ont été organisées en 2011 à Londres et San Francisco pour discuter du code éthique, car la DIY bio pose de nombreuses questions en matière d'éthique et de sécurité des expérimentations menées hors des institutions classiques. La délégation européenne a proposé un code éthique, de même que la délégation américaine. On peut y voir apparaître la nécessité de transparence, le respect de l'humain et des systèmes vivants. Ces démarches sont-elles suffisantes ? Que va-t-il advenir de ce code éthique ? Est-ce que des gens comme Thomas Landrain vont afficher et expliquer ces codes dans leurs laboratoires, comme La Paillasse ? Comment adapter et prescrire des principes qui sont assez globaux dans des contextes locaux ? L'adoption de ce code résoudra-t-elle véritablement les questions éthiques et de sûreté ? Le code éthique aura-t-il valeur légale ? Faut-il seulement surveiller ou bien, pour reprendre la formule de Michel Foucault, « surveiller et punir » ? Toutes ces questions méritent plus de réflexion.

En tant que sociologue des sciences, je considère que la DIY bio est un sujet d'analyse passionnant. Elle explicite un grand nombre de questions qui intéressent ma discipline. C'est une science amateur promise

en devenir. On peut donc s'interroger sur son impact en termes de démocratisation, de décentralisation, de domestication de l'innovation scientifique et technologique. Les débats sur le cadrage éthique, sur la sécurité et la bioéthique sont d'actualité et se prolongeront dans le futur. Par ailleurs, la domestication et le contournement de la biologie moléculaire et synthétique, tout comme l'expérimentation sur des vivants hors du cadre institutionnel, ne peuvent faire l'économie de quelques recadrages, d'où la réflexion sur un code éthique. La DIY bio pose des questions intéressantes sur les frontières de la science, sur les nouvelles formes de sociabilité et de collectivité entre chercheurs et entre chercheurs et amateurs, sur la sécurité et l'éthique de la biologie. Ces questions sont toutes pertinentes pour des discussions sur la biologie de synthèse et réellement fascinantes pour un sociologue des sciences.

Catherine Paradeise

Il est important de souligner cette dimension de contournement créatif qui habite ce type de mouvement des alternatifs qui s'inscrit dans nos sociétés post-consommation mais dans un monde assez paradoxal, un monde de technologies très sophistiquées et de savoirs plus distribués qu'ils ne l'ont jamais été. Pour comprendre ces mouvements, il faut probablement aussi convoquer ce type de considérations.

LIENS D'INTÉRÊT

L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

TIRÉS À PART

M. Meyer

DISCUSSION

François Képès

Les projets de biologie de synthèse qui aboutissent aujourd'hui à des réalisations significatives coûtent 25 à 100 millions de dollars, sur 10 ans avec 100 personnes/année. Cela doit nous aider à mesurer à quel terme, dans le futur, un Apple 2 va sortir d'un garage biologique. Le projet Artémisinine ou le projet Hydrocortisone [1, 2] sont des projets de cette taille. Est-il souhaitable de faire le lien entre ce type d'activité DIY et le monde académique dont Thomas Landrain serait le symbole ?

Est-il envisagé, au sein de la charte éthique, de faire référence à l'Agenda transhumaniste pour s'en rapprocher ou s'en distinguer ?

Paul de Brem

Le transhumanisme vise à transformer l'homme grâce aux nouvelles technologies comme peut-être un jour la biologie de synthèse. La première question s'adresse à Monsieur Meyer.

Morgan Meyer

Le lien entre biologie de garage et biologie académique existe d'ores et déjà car ce sont souvent les étudiants en biologie ou en bio-informatique qui fréquentent iGEM et s'y retrouvent pour discuter qui émettent ensuite l'idée de créer des laboratoires. Ce lien est important aussi car la biologie de garage permet d'explicitier des questions intéressantes et contingentes sur la biologie de synthèse. Elle amplifie certaines interrogations d'ordre culturel sur la démocratie, la circulation libre ou non des savoirs scientifiques. Troisièmement, le lien pourrait également se justifier au niveau de l'innovation. On peut imaginer qu'en dehors des institutions, des amateurs et des passionnés se posent d'autres formes de questions, ce qui représente un plus pour les chercheurs, notamment s'ils travaillent sur des projets dont le financement est difficile à justifier au sein d'institutions.

Thomas Landrain

Le projet du génome humain a exigé plusieurs milliards de dollars il y a vingt ans pour parvenir à la première séquence d'un génome ; on n'imaginait pas alors qu'il serait possible de séquencer des génomes pour 1 000 dollars, soit une différence d'un facteur un million. L'évolution des technologies est telle qu'aujourd'hui, il est difficile d'établir des projections en termes de coûts des biotechnologies. La partie critique de la biologie de synthèse aujourd'hui concerne la modélisation des systèmes, leur compréhension et leur synthèse, qui nécessitent aussi d'en faire des prototypes. Le jour où des séquences ADN pourront être synthétisées à moindre coût, avec des outils informatiques beaucoup plus puissants pour la modélisation des systèmes biologiques, ces modèles étant *open source* et gratuits, alors les amateurs pourront s'impliquer dans de vastes démarches d'innovation aboutissant à de véritables produits de biologie de synthèse.

Clément Marquet

Dans la charte éthique qui nous est présentée, la notion de respect des hommes et du vivant est suffisamment floue pour être non contrai-

gnante. Un transhumaniste pourra toujours arguer du respect des hommes et du vivant pour justifier son amélioration. Un laboratoire ne peut pas se permettre d'adopter une charte aussi floue et non contraignante.

Thomas Landrain

La charte éthique n'est pas un code de pratiques. Elle ne donne lieu à aucune sanction et il n'existe aucune hiérarchie veillant à son application. Se doter d'un code éthique est un premier pas. Il n'a été imposé par personne, c'est la communauté qui s'en est dotée elle-même et qui l'a fait émerger, ce qui signifie qu'elle l'accepte et qu'elle s'y conforme.

Concernant le transhumanisme, la charte contient un point qui précise qu'il n'est pas question d'expériences sur l'humain. Lors des discussions sur la charte, auxquelles j'ai participé, le souci de séparer le DIY bio du transhumanisme est apparu très clairement. Le transhumanisme correspond à une application très particulière de la biologie sur l'humain. Le DIY bio concerne la biologie dans un sens beaucoup large, y compris passif. La plupart des biologistes amateurs que je fréquente se démarquent franchement du transhumanisme.

De la salle

Le lien a souvent été fait entre iGEM et le DIY bio. Vous avez évoqué des sponsors et recherché des financements. J'ai été surprise d'entendre que votre équipe avait dû monter son propre laboratoire. Vous avez probablement - comme certaines équipes iGEM que je connais - travaillé dans des laboratoires existants, avec des conventions de stages et un lien avec l'institution que j'aimerais voir préciser. J'aimerais savoir à quoi ont servi les financements.

Tristan Cerisy

Nous avons d'abord créé l'équipe avant de rechercher un lieu d'exercice. Les fondateurs étaient issus du même master de biologie synthétique et systémique de l'université d'Évry. Nous avons directement contacté nos professeurs et on nous a aimablement hébergés au sein de la plate-forme du laboratoire iSSB (institut de biologie systémique et synthétique). Nous avons utilisé une partie du matériel du laboratoire. Nous avons aussi demandé à l'université de nous prêter son matériel, et aux laboratoires autour de Genopole de nous fournir des consommables. Nous avons démarché toutes les entreprises commercialisant des consommables et du matériel, ce qui nous a permis d'obtenir un très grand nombre de sponsors. On nous a donc laissé occuper un emplacement et on a mis à notre disposition une partie du matériel, l'autre partie ayant été fournie

par d'autres laboratoires, ce qui nous a permis de travailler dans de bonnes conditions.

De la salle

J'observe qu'il existe dans ce mouvement un intérêt évident d'éducation aux sciences au travers de l'appropriation des sciences par l'expérimentation. J'ai en revanche plus de mal à comprendre l'utilisation du mot « démocratique », qui renvoie à la notion d'égalité, car les iGEM sont portés par le MIT, dont la notoriété est évidente, et vous êtes tous des étudiants issus de filières d'excellence des grandes écoles et de l'université.

Clément Marquet

L'iGEM n'a effectivement rien de démocratique. Certains iGEMers se lancent dans la DIY bio dans une logique de démocratisation de la science mais on peut également douter du caractère démocratique de la DIY bio. Il s'agit avant tout d'une proposition d'ouverture au public et d'accueil du public, mais le milieu reste assez particulier.

Tristan Cerisy

Nous sommes allés à la rencontre du public autour d'Évry, nous avons participé à plusieurs manifestations, nous avons expliqué notre projet aux passants dans un centre commercial. Il ne s'agit pas de démocratie, mais nous avons essayé de parler de science au plus grand nombre. Nous avons également utilisé la presse pour expliquer notre vision de la biologie.

Thomas Landrain

J'aimerais défendre l'aspect relativement démocratique d'iGEM. S'il est vrai que les équipes d'Évry ou de Paris sont constituées d'étudiants de grandes écoles régionales, ce n'est pas toujours le cas. Certes, il faut être étudiant en science, en biologie ou en physique pour rejoindre une équipe iGEM. Mais cependant, certains pays africains ou sud-américains parviennent à monter des équipes avec les moyens dont ils disposent et la commission iGEM du MIT les accueille toujours à bras ouverts, malgré les coûts d'inscription relativement élevés. La composition de l'équipe d'Évry est par ailleurs très diverse. Enfin, iGEM vient d'ouvrir une section aux lycéens, baptisée iGEM *High School*, qui propose à des étudiants encore plus jeunes de réaliser un projet de biologie de synthèse en l'espace de quelques mois, encadrés par leurs professeurs.

Catherine Paradeise

Sans parler nécessairement de démocratie, trois notions sont intéressantes dans ce type de concours. La première est l'ouverture, dans un monde où bon nombre d'étudiants ou de doctorants vivent dans des systèmes hiérarchiques parfois contraignants. La deuxième est l'autonomie. Enfin, la démarche permet au mérite de s'épanouir. Or le mérite et la démocratie ne sont pas entièrement étrangers l'un à l'autre.

De la salle

Je m'interrogeais sur l'encadrement des installations en termes de sûreté à l'extérieur des institutions scientifiques, mais j'ai noté que

l'équipe qui a participé au concours avait été encadrée et avait bénéficié du soutien des institutions. Mais il existe en France, voire en Europe, un cadre législatif strict concernant les installations, l'expérimentation animale, et plus globalement le transfert de gènes d'un organisme vers un autre, et votre activité semble totalement échapper à ce cadre.

Thomas Landrain

Les « garages » DIY bio ne mènent pas d'expérimentation en biologie de synthèse en Europe dans la mesure où ces pratiques seraient illégales. Nous en aurions les moyens, mais nous nous l'interdisons. Nous cherchons avant tout à démontrer les possibilités offertes par la biologie non synthétique, en explorant notamment la biodiversité. Nous pouvons néanmoins obtenir une licence auprès des autorités comme le Conseil des biotechnologies ou le Conseil en génie génétique en France. Un amateur a ainsi obtenu une licence en Irlande pour un an. L'encadrement de notre activité est nécessaire mais un amateur peut obtenir des autorités un agrément s'il est capable de démontrer qu'il peut répondre aux exigences de la législation.

Paul de Brem

Avez-vous le projet de demander vous-mêmes une licence ?

Tristan Cerisy

Nous ne le souhaitons pas dans l'immédiat mais nous la demanderons probablement à terme, si nous sommes en mesure de répondre aux exigences. Quant aux expérimentations sur les animaux, nous nous sommes limités à la fécondation de grenouilles *in vitro* et à l'injection de l'ADN à un stade encore non-animal aux yeux de la loi. Nous étions supervisés par Nicolas Pollet, qui dispose de toutes les autorisations requises pour manipuler les animaux. Nous nous limitons aux têtards, considérés comme des embryons.

Pascal Boireau

Nous nous situons dans le *continuum* de la domestication allant jusqu'aux gènes. J'aimerais évoquer la notion de biosécurité, sans aller jusqu'à revenir sur les expériences menées dans un garage par un certain pharmacien sur la myxomatose, qui ont suscité quelques dégâts. Le *Gene Gun*¹ est un système à fort risque pour celui qui l'utilise, et aboutit à de la

¹ Littéralement fusil à gènes, le gene gun permet de propulser dans des cellules des particules d'ADN. Rüdiger a adapté cette technique pour le DIY en utilisant une machine à gazéifier (*sodastream bottle*).

mauvaise biotechnologie, puisqu'on ne maîtrise pas l'ensemble des conséquences du procédé. Comment parvenez-vous à maîtriser une telle expérimentation ?

Thomas Landrain

L'exemple du *Gene Gun* est un peu particulier. L'Allemand qui l'a mis au point, Rüdiger, collabore avec l'université locale afin de mettre au point une pratique permettant d'éviter les risques associés à son utilisation. Il est étudiant en master de biologie et collabore avec une équipe de recherche de l'université de Fribourg. Il y a certainement une part de provocation dans le développement du *Gene Gun*. La provocation n'est pas absente du mouvement DIY bio.

Morgan Meyer

Ce produit a au moins le mérite de faire réfléchir la communauté scientifique sur des sujets tels que la maîtrise des risques, l'éthique ou la morale liée à leurs inventions.

De la salle

Comment définissez-vous un amateur ? Vous considérez-vous comme tel ?

Thomas Landrain

Un amateur est une personne qui mène une activité non pas pour gagner sa vie, mais par pure passion : il utilise un outil non pas parce qu'on le lui a demandé, mais parce qu'il en a envie. Je suis amateur pour certaines de mes activités et professionnel pour d'autres. À la Paillasse, je suis amateur lorsque je collabore avec des non-biologistes qui nous apportent leurs connaissances et leur expérience. Je joue en revanche mon rôle de professionnel en leur apportant des connaissances en biologie. Nous portons en permanence cette double casquette. ♦

RÉFÉRENCES

1. Dumas B, Spagnoli R. Synthèse totale de l'hydrocortisone dans la levure de boulanger. *Med Sci (Paris)* 2003 ; 19 : 1059-61
2. Haiech J, Ranjeva R, Kilhofer MC. Biologie des systèmes et ingénierie biologique modifient la découverte et le développement des médicaments. *Med Sci (Paris)* 2012 ; 28 : 207-12.