



HAL
open science

La biologie de garage : une pratique non institutionnelle de la biologie

Rémi Coutant

► **To cite this version:**

Rémi Coutant. La biologie de garage : une pratique non institutionnelle de la biologie. Linguistique. 2017. dumas-01980727

HAL Id: dumas-01980727

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01980727v1>

Submitted on 14 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ESIT – Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3

La biologie de garage :

Une pratique non institutionnelle de la biologie

Rémi COUTANT

Sous la direction de Madame Laure BATAILLOU

Mémoire de Master 2 professionnel

Mention : Traduction et interprétation

Spécialité : Traduction éditoriale, économique et technique

Combinaison linguistique : Anglais – Français

Session de septembre 2017

Remerciements

Merci à M^{me} Laure BATAILLOU, pour son suivi et ses conseils tout au long du parcours.

Merci à M. Morgan MEYER, mon spécialiste référent, pour ses relectures et son aide terminologique.

Merci à M. Thomas LANDRAIN pour ses explications et son aide terminologique.

Merci à M^{me} Valérie BOISVERT pour ses conseils sur un point terminologique difficile.

Merci également à Mme Eugenia MORPURGO pour sa visite guidée de La Paillasse lors de sa résidence.

Merci, enfin, à mes collègues M^{mes} Piera SIMON-CHAIX et Marion MANDRO, pour leur soutien et leurs relectures attentives.

Sommaire

Exposé	1
Introduction	3
Partie 1 : Qu'est-ce que la Biologie de garage ?	5
A- Définition : une idée nouvelle	5
B- Héritages : les « hackers » informatiques, le bricolage et la biologie	9
C- Risques : questions d'éthique et de biosécurité.....	17
D- Un mouvement parti pour durer ?	23
Partie 2 : La biologie de garage dans la pratique	29
A- Le fonctionnement des groupes de biohacking	29
B- Grandes tendances	35
Conclusion.....	45
TRADUCTION	47
Texte 1 : European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror	49
Texte 2 : Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols (extrait).....	73
Stratégie de traduction	81
Présentation des textes	83
Texte 1 : European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror	83
Texte 2 : Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols (extrait)	83

Choix des textes.....	84
Stratégie de traduction.....	85
Processus de la traduction	85
Difficultés de traduction.....	87
Introduction et présentation des difficultés	87
Difficultés de reformulation	87
Difficultés terminologiques	93
Observations diverses.....	99
Conclusion.....	100
Analyse terminologique.....	103
Fiches terminologiques	105
Glossaire.....	116
Lexiques	121
Bibliographie critique.....	139
Sources en français.....	141
Experts contactés	141
Articles de revue.....	141
Interview.....	142
Rapports d'information	142
Chapitres d'ouvrages	143
Conférences	143
Sources en anglais	144
Vidéo	144

Articles de revues	144
Articles de périodiques	145
Ouvrages et Chapitres d'Ouvrages	146
Rapports de recherche	146
Sites internet et pages de sites internet	146
Annexes	149
Quelques exemples de groupes	150
Aux États-Unis	150
En France	150
Ailleurs	151
Projet de code d'éthique rédigé lors du Congrès européen de biologie DIY, en mai 2011	152
Projet de code d'éthique rédigé lors du Congrès nord-américain de biologie DIY, en juillet 2011	154
Le « grinding », biohacking de l'humain.	156
Entretien avec Thomas Landrain (extraits)	158
Index des illustrations.....	165
Index.....	166

Exposé

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

- Dans le texte de cet exposé, les termes faisant l'objet d'une **fiche terminologique** apparaissent en **gras souligné**, suivis du numéro de fiche entre crochets.

Ex. : **biologie de garage** [1]

- Les appels de note de bas de page sont en exposant.
- Les *italiques* sont employés uniquement pour les *citations*, les *locutions latines* et les *termes cités en anglais*.
- Les termes figurant dans le **lexique** et/ou le **glossaire** apparaissent en **gras**.

Ex. : **bio-art**

Introduction

La **biologie de garage**, appelée aussi biohacking ou biologie DIY (pour *do-it-yourself*, « faites-le vous-même ») consiste en la pratique de la biologie en-dehors des lieux habituels que sont les laboratoires de recherche académiques ou d'entreprise, en particulier par des amateurs. Il s'agit alors de mener des expériences individuellement ou en groupe, dans des espaces communautaires. Inspirée des autres mouvements de hacking et de *do-it-yourself* et empreinte d'une mentalité **open source**, la biologie de garage s'est développée fortement depuis une dizaine d'années. Elle s'est accompagnée d'un élan de créativité qui a donné naissance à de nombreux projets et entreprises, mais a aussi soulevé quelques inquiétudes.

La première partie de cet exposé est consacrée à l'explication de ce phénomène, en commençant par sa définition et les différents mouvements dont la biologie de garage est héritière, puis les évolutions successives qui lui ont donné naissance. Seront ensuite abordées les questions de sécurité et d'éthique que cette pratique « accessible à tous » de la biologie soulève et les façons dont ceux qui pratiquent la biologie de garage y répondent. La deuxième partie de l'exposé s'attachera plutôt aux aspects concrets de la biologie de garage et expliquera comment ces groupes fonctionnent et quelles sont leurs activités.

[IMAGE SUPPRIMÉE À LA DEMANDE DE SON AUTEUR]

1 : Une vue du laboratoire BUGGS, à Baltimore aux États-Unis¹.

¹ <biohackingsafari.com/baltimores-under-ground-science-space> (consulté en juillet 2017).

Partie 1 : Qu'est-ce que la Biologie de garage ?

A- Définition : une idée nouvelle

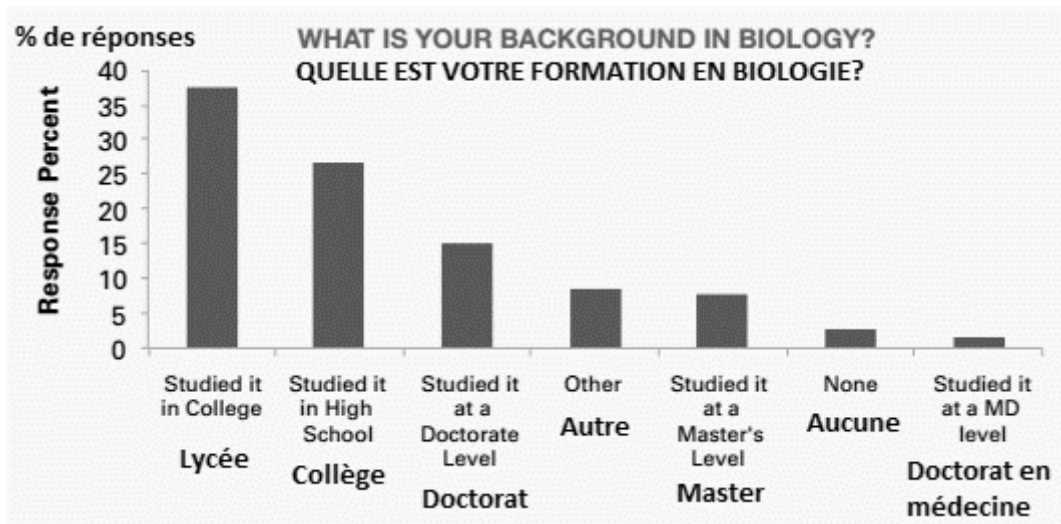
Quelques généralités

La biologie de garage est un mouvement qui a vu le jour à Boston en 2008. Dans un rapport d'information parlementaire sur les enjeux de la **biologie de synthèse**, Geneviève Fioraso le définit comme un ensemble d'amateurs qui « *cherchent – le plus souvent en dehors des institutions officielles de recherche – à créer des organismes biologiques par curiosité ou par souci de démontrer leur capacité. Leur motivation peut être jugée comparable aux hackers informatiques opérant sans arrière-pensée malveillante* »². Cette définition, bien qu'imparfaite, offre une compréhension assez bonne du contexte général du biohacking et éclaire quelque peu, par la comparaison au hacking informatique, sur la mentalité associée au biohacking : il s'agit d'expérimenter avec la biologie, de voir comment elle fonctionne et parfois de créer ou modifier quelque chose (bien que ce soit moins facile qu'avec l'informatique), le tout dans un esprit d'ouverture et de partage. Cette comparaison offre aussi l'avantage de donner une idée instinctive des enjeux qui entourent la biologie de garage. Cette question sera traitée en détail plus loin, selon ses deux aspects : celui des risques et celui du potentiel économique et scientifique.

Les **biologistes amateurs**, ou biohackers, qui pratiquent la biologie de garage sont un groupe très divers, composé de biologistes, mais aussi d'informaticiens, de bioartistes, de professeurs³... En 2013, une enquête portant sur plus de 300 biohackers (principalement aux États-Unis) a révélé des tranches d'âge et des niveaux de formation variés ; les trois quarts

² FIORASO, Geneviève, Rapport sur les enjeux de la biologie de synthèse [en ligne]. 2012, Rapport d'information parlementaire n° 4354 (Assemblée nationale), n° 378 (Sénat), p. 97.

³ MEYER, Morgan. Bricoler, domestiquer et contourner la science : l'essor de la biologie de garage [en ligne]. *Réseaux*, 2012, 173-174(3), p. 312.



2 : Niveaux de formation des biologistes amateurs⁴.

⁴ GRUSHKIN, Daniel, KUIKEN, Todd, MILLET, Piers. *Seven Myths and Realities about Do-It-Yourself Biology*. Traduction de l'anglais en français effectuée pour les besoins du présent mémoire par COUTANT, Rémi.

des personnes interrogées avaient un diplôme de l'éducation supérieure (au total, 19 % avaient des doctorats dans divers domaines), mais pas nécessairement de formation en biologie : environ un tiers des répondants n'avaient pas étudié ce domaine au-delà du lycée⁵. Cette même étude montre que la moitié des biohackers travaillent dans plusieurs lieux, notamment dans des laboratoires communautaires, dans des **hackerspaces**, chez eux ou dans un laboratoire universitaire, gouvernemental ou d'entreprise. Ainsi, 20% des personnes interrogées pratiquent la biologie de façon professionnelle, en plus de mener des expériences en tant que biohackers. Ce groupe n'est donc pas constitué exclusivement d'amateurs, mais la forte participation de personnes qui ne sont pas biologistes mais simplement curieuses de ce domaine est caractéristique de ce mouvement, tout comme les lieux de cette pratique : chez soi, dans un laboratoire communautaire, un local associatif ou tout autre espace, pourvu qu'il ne s'agisse pas d'un laboratoire de recherche habituel.

Un domaine en devenir

Le biohacking est un domaine nouveau, ce n'est selon Morgan Meyer « *pas encore une "science amateur" déjà réalisée, mais plutôt une science amateur "en devenir" ou "promise"* »⁶. Cette science en devenir s'accompagne d'une terminologie nouvelle, en partie distincte de celle de la biologie, dont elle découle. Cependant, parce qu'il s'agit d'un mouvement encore en création dans lequel les amateurs nouveaux-venus sont à pied d'égalité avec les praticiens aguerris, cette dernière n'est pas entièrement solidifiée. La pluralité des noms qui peuvent être donnés à ce phénomène en atteste : on peut ainsi parler de « biologie de garage », comme le font souvent les sociologues qui étudient la question, mais aussi de « biohacking », de « biologie DIY » ou de « DIYbio(logie) ». Lorsque je lui avais posé la question à l'occasion

⁵ GRUSHKIN, Daniel, KUIKEN, Todd, MILLET, Piers. *Seven Myths and Realities about Do-It-Yourself Biology* [en ligne]. Washington DC : Wilson Centre, 2013, p. 6.

⁶ MEYER, Morgan. Bricoler, domestiquer et contourner la science : l'essor de la biologie de garage [en ligne]. *Réseaux*, 2012, 173-174(3) Meyer, 2012, p. 313.

[IMAGE SUPPRIMÉE À LA DEMANDE DE SON AUTEUR]

3 : Couverture du magazine MAKE n°7.

⁷ <makezine.com/2006/07/31/make-07-shipping-soon-sub> (consulté en juillet 2017)

d'une conférence sur la biologie de garage au Musée des Arts et Métiers à Paris⁸, Thomas Landrain avait expliqué qu'à l'heure actuelle, aucun des trois noms « biologie de garage », « biohacking » ou « biologie DIY » n'était absolument préféré, et il est même allé jusqu'à supposer que n'importe quelle dénomination qui combine « biologie » ou son préfixe « bio- » et la notion de **bricolage** serait peu ou prou acceptée ou utilisée par un groupe ou un autre. Bien qu'elle soit encore en formation, la terminologie de ce domaine n'est généralement pas aussi fluide que le nom de sa pratique, car les groupes de biohackers communiquent et partagent beaucoup, à l'échelle nationale comme internationale, contribuant ainsi à standardiser la terminologie, notamment en ce qui concerne certaines pratiques communes, les méthodes et les équipements spécifiques à la biologie de garage. Une grande partie des termes sont cependant directement issus de la biologie plus traditionnelle et de la **biologie de synthèse**.

B- Héritages : les « hackers » informatiques, le bricolage et la biologie

La naissance du biohacking

La biologie do-it-yourself est « née » le 1^{er} mai 2008, lors d'une réunion dans un pub situé entre le Massachusetts Institute of Technology et l'Université de Harvard, à côté de Boston⁹. Environ vingt-cinq personnes de profils différents étaient alors réunies pour discuter de ces pratiques naissantes et de leur potentiel. Le magazine Make parlait par exemple déjà de « biologie d'arrière-cour » (« *backyard biology* »¹⁰) et, depuis une dizaine d'années, plus d'un artiste, biologiste ou bricoleur avait déjà monté chez lui des expériences de biologie ou créé des équipements, mais cette réunion marque pour beaucoup de biohackers la véritable origine du mouvement *DIYbio*, qui a mené à la création du site internet diybio.org, point de rassemblement

⁸ LANDRAIN, Thomas, MEYER, Morgan. Biohacking, la biologie participative. Paris : Musée des Arts et Métiers, 19 janvier 2017.

⁹ BOBE, Jason, *Don't Phage Me, Bro* [en ligne]. DIYbio.org, 24 mai 2008. Disponible sur <diybio.org/2008/05/24/dont-phage-me-bro> (consulté en juillet 2017).

¹⁰ En première page du magazine MAKE 07 (éd. O'Reilly) on peut lire « *HACK YOUR PLANTS: 9 backyard biology projects* ».

de la communauté et des groupes de par le monde. De nombreux groupes ont par la suite rapidement vu le jour, aux États-Unis d'abord, mais aussi ailleurs, notamment en Europe puis en Asie. En France, le groupe La Paillasse¹¹ a commencé à monter son laboratoire dès 2009, dans un sous-sol désaffecté près de Vitry-sur-Seine.

Héritages : bricoleurs, hackers, makers

La biologie de garage n'est, bien sûr, pas partie de rien. Pour Jozef Keulartz et Henk van den Belt¹², il existe quatre héritages principaux. Le premier est le « *do-it-yourself* », le bricolage et son objectif de fabriquer soi-même (ou, dans le cas de la biologie de garage, « ensemble » : certains parlent de « *do-it-together* ») des objets et des meubles, qui a connu un renouveau aux États-Unis à partir des années 1990. La troisième influence citée par les auteurs est celle des hackers informatiques et électroniques. L'héritage de Steve Jobs et de Steve Wozniak, deux des fondateurs de Apple, est souvent mentionné – de même qu'ils ont fabriqué les premiers ordinateurs personnels, les biohackers veulent créer les premiers instruments de biologie personnels – et l'idéal de l'*open source* est très fortement présent : la plupart des biologistes amateurs diffusent librement (et souvent sous une **licence libre**) les résultats de leurs expériences, leurs protocoles et les plans de fabrication de leurs instruments¹³. Cette idée d'ouverture et d'accessibilité à tous, qui s'oppose aux pratiques de la biologie institutionnelle, est fondamentale dans le biohacking. Keulartz et van den Belt indiquent aussi un lien fort avec le mouvement *maker*, lui-même une extension du hacking vers le domaine physique, qui s'intéresse notamment à la robotique, à l'**impression 3D** et au travail du métal et du bois. Le biohacking est intimement lié à ce mouvement et à sa culture. Leurs philosophies sont

¹¹ La Paillasse. La Paillasse [en ligne]. Disponible sur <lapaillasse.org> (consulté en juillet 2017).

¹² KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7), p. 2.

¹³ Par exemple, OpenWetWare.org est un wiki géré par la fondation BioBricks, qui contient de nombreuses informations et des protocoles pour aider à la réalisation d'expériences.

BioBricks Foundation. *BioBricks Foundation | Biotechnology in the public interest* [en ligne]. Disponible sur <biobricks.org> (consulté en juillet 2017).

[IMAGE SUPPRIMÉE À LA DEMANDE DE SON AUTEUR]

4 : Une vue de Hackuarium, à Renens en Suisse. Une **imprimante 3D** est visible au centre de l'image¹⁴.

¹⁴ <bio.science/biolabs-interviews/2016/6/10/luc-henry-co-founder-hackuarium> (consulté en juillet 2017).

similaires, et de nombreux **FabLabs** ou makerspaces intègrent en leur sein ou collaborent avec un laboratoire de biologie de garage. Parmi les **biohackerspaces** qui ne partagent pas leur espace avec un makerspace, les mieux équipés possèdent souvent le même matériel (imprimantes 3D, fers à souder, machines de découpe laser...) qui leur permet de concevoir, et de fabriquer leur propre matériel de biologie.

Parmi les quatre influences listées par Keulatz et van den Belt, reste à citer celle de la **science citoyenne**. Il s'agit en effet de mener des recherches en impliquant largement des personnes qui ne soient pas biologistes de profession. La biologie de garage va jusqu'à confier aux amateurs la conduite de tout le processus, sans distinction entre ceux-ci et des chercheurs professionnels. Cette envie de participer à la science et de permettre à tous de le faire, conjointement avec l'intérêt pour la création et le bricolage, la philosophie d'ouverture du hacking et les possibilités offertes par les **makerspaces** ont été essentiels dans la formation de la biologie de garage. Un dernier élément était toutefois indispensable : la biologie, et en particulier sa plus grande accessibilité.

De la biologie de synthèse à la biologie de garage

De ce point de vue, l'essor de la biologie synthétique (ou biologie de synthèse) a joué un rôle indispensable. Il s'agit là d'une technologie aux définitions diverses¹⁵, qui consiste essentiellement à permettre ou faciliter l'ingénierie du vivant, notamment en tâchant de séparer les processus biologiques en éléments indépendants. Deux objectifs importants de la biologie synthétique sont la recherche du génome minimal (qui permette à un organisme d'être vivant avec le moins d'ADN possible) et la construction de systèmes biologiques artificiels¹⁶. Un troisième axe de recherche et un outil important de la biologie de synthèse sont les briques du

¹⁵ FIORASO, Geneviève, Rapport sur les enjeux de la biologie de synthèse [en ligne]. 2012, Rapport d'information parlementaire n° 4354 (Assemblée nationale), n° 378 (Sénat), p. 15.

¹⁶ Les travaux de Craig Venter, qui ont conduit à la création d'un chromosome synthétique puis d'une bactérie au génome entièrement synthétique, en sont un exemple.

vivant, telles que les BioBricks¹⁷, des fragments d'information génétique à la fonction définie, qu'il est possible d'assembler entre eux et d'intégrer à un génome à la manière de briques Lego. La biologie de synthèse a eu pour conséquence de rendre la biologie plus facile à pratiquer et plus accessible. Elle est également à l'origine du concours iGEM (pour *International Genetically Engineered Machine*), qui depuis 2003 enjoint chaque année des équipes d'étudiants à créer une « machine **génétiquement modifiée** » et à alimenter un registre de composants biologiques compatibles avec le standard BioBricks. Ce concours a, pour Christopher Kelty, « *probablement contribué plus que tout autre événement à la création d'une génération de biohackers* »¹⁸ en rendant la pratique de la biologie synthétique populaire et accessible. Ce sont en effet ces biologistes synthétiques qui ont en grande partie été à l'origine du biohacking ; leurs pratiques, leurs valeurs et leurs objectifs se retrouvent en partie dans la biologie de garage¹⁹. L'essor de la biologie de synthèse et son mûrissement ont beaucoup bénéficié de la baisse du coût des consommables et du traitement des données grâce aux outils informatiques toujours plus puissants et au partage de l'information. Cette ouverture vers une pratique de la biologie potentiellement à bas coût, la frustration due aux équipements dont le prix reste très élevé et la difficulté à accéder aux laboratoires institutionnels pour mener des projets non conventionnels ont incité les biologistes de synthèse à mettre au point des alternatives ouvertes et bon marché et à pratiquer la biologie en dehors des institutions établies, donnant ainsi naissance au biohacking²⁰ en tant que pratique, sinon en tant que mouvement.

¹⁷ Ces fragments d'ADN, qui commencent et terminent tous par des marqueurs génétiques identiques afin d'assurer leur inter-compatibilité, sont gérés par la fondation BioBricks.

BioBricks Foundation. *BioBricks Foundation | Biotechnology in the public interest* [en ligne]. Disponible sur <biobricks.org> (consulté en juillet 2017).

¹⁸ « the annual International Genetically Engineered Machines contest, which has probably done more than any other event to create a generation of biohackers »

KELTY, Christopher M. *Outlaw, Hackers, Victorian Amateurs: diagnosing public participation in the life sciences today* [en ligne]. *Journal of Science Communication*, 2010, 9(1), p. 4.

¹⁹ LANDRAIN, Thomas. Interview par COUTANT, Rémi au sujet de La Paillasse et de la biologie de garage. Paris, 6 juin 2017. Disponible en Annexe.

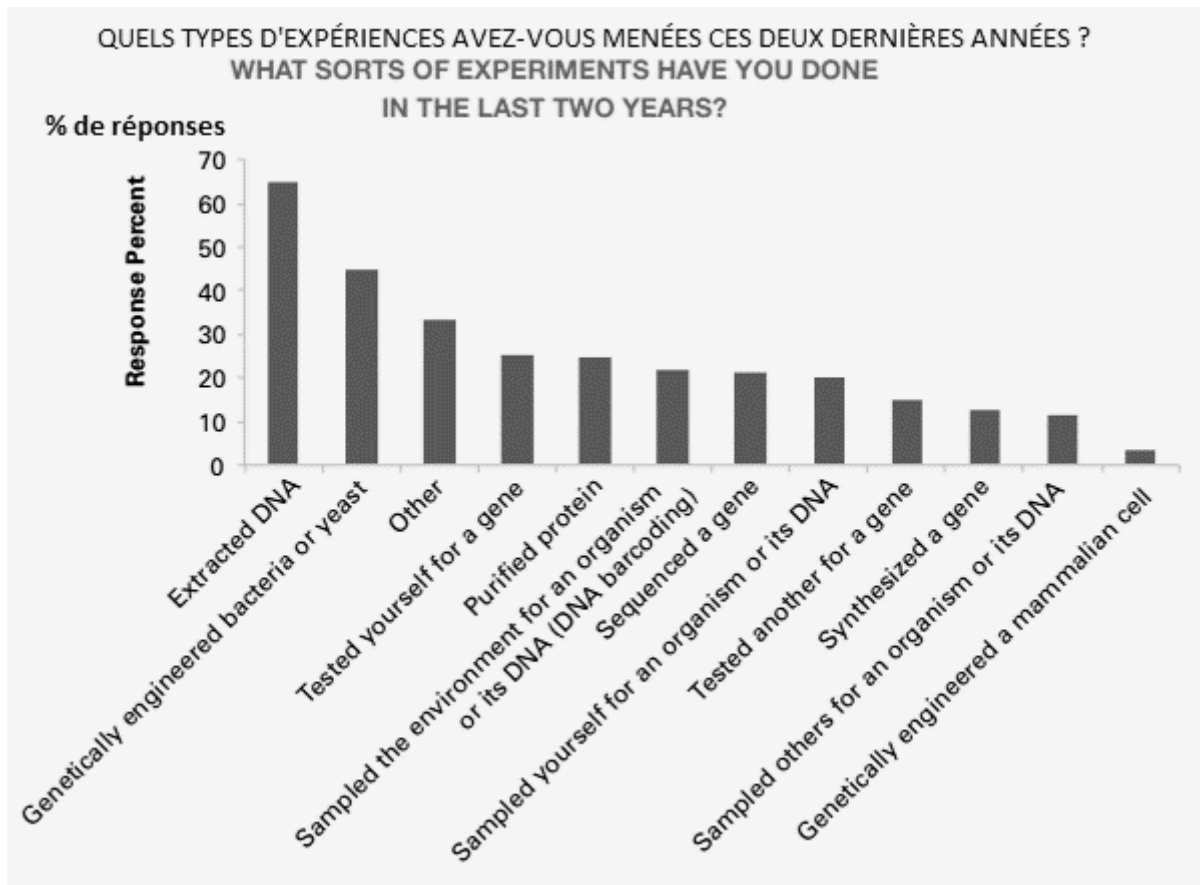
²⁰ Idem.

C- Risques : questions d'éthique et de biosécurité

L'idée de rendre la « biologie » accessible à tous a suscité des inquiétudes, relayées notamment par les médias, prompts à forcer le trait. Celles-ci sont de trois ordres. Premièrement, de même que les hackers informatiques ont le potentiel de créer des virus informatiques, la crainte existe que des biologistes non contrôlés par un organisme établi puissent créer un virus tueur grâce au matériel devenu accessible et aux informations librement diffusées. Cette crainte est notamment liée, en particulier aux États-Unis, à la peur du **bioterrorisme**. Un exemple en est le cas de Steve Kurtz, quelques années avant l'émergence du biohacking en tant que tel :

*Steve Kurtz, professeur d'université et fondateur du Critical Art Ensemble, utilise la biotechnologie dans ses œuvres d'art. Un matin, en mai 2004, il trouva sa femme décédée à la maison. Il appela la police qui, découvrant son matériel de laboratoire et ses **boîtes de Petri**, convoqua le Joint Terrorism Task Force. La rue fut bouclée, des agents vêtus d'un costume de prévention des risques biologiques saisirent son matériel, et Kurtz fut arrêté et détenu pour présomption de bioterrorisme. (...) Il fut rapidement établi que sa femme était morte d'une cause naturelle, mais il a fallu quatre ans pour que l'ensemble des accusations portées contre Kurtz soient totalement abandonnées.²¹*

²¹ MEYER, Morgan. Bricoler le vivant dans les garages : Le virus, le génie et le ministère [en ligne]. *Terrain*, 2015, 64.



5 : Expériences réalisées par des biologistes amateurs²².

Réponses, de gauche à droite :

- Extraction d'ADN ;
- Ingénierie génétique de bactéries ou de levure ;
- Autres ;
- Détection d'un **gène** sur soi-même ;
- Purification de protéines ;
- Recherche d'un organisme ou de son ADN dans l'environnement (code-barres ADN) ;
- **Séquençage** d'un gène ;
- Recherche d'un organisme ou de son ADN sur soi-même ;
- Détection d'un gène sur une autre personne ;
- Synthèse d'un gène ;
- Recherche d'un organisme ou de son ADN sur une autre personne ;
- Ingénierie génétique d'une cellule de mammifère.

²² GRUSHKIN, Daniel, KUIKEN, Todd, MILLET, Piers. *Seven Myths and Realities about Do-It-Yourself Biology*. Traduction de l'anglais en français effectuée pour les besoins du présent mémoire par COUTANT, Rémi.

Il s'agit là d'un cas extrême, et le FBI privilégie aujourd'hui une stratégie d'ouverture, d'observation et de communication plutôt que de contrôle et de répression préventive, de même que la plupart des pays confrontés à cette question. Ils considèrent en effet que cette inquiétude est en grande partie infondée, car la biologie de garage est bien loin d'offrir des capacités suffisantes pour de tels actes. Même dans un laboratoire de recherche avancé, créer ou modifier un virus reste un exploit qu'un laboratoire moins bien équipé ne serait pas à même de reproduire²³. Les biologistes amateurs affirment que cette crainte est également contrecarrée par l'aspect fondamentalement collaboratif du biohacking. Un individu qui déciderait de mener un projet potentiellement malveillant serait bien vite repéré par ses collègues ; la plupart des groupes ne donnent d'ailleurs accès aux individus à leur laboratoire qu'après avoir approuvé les projets qui y seront développés, et contrôlent également les consommables qui sont apportés²⁴. Dans le cas d'un biohacker agissant seul chez lui, ce contrôle par la communauté s'effectuerait également à travers les plates-formes de discussion en ligne sur lesquelles les biologistes amateurs recueillent et échangent leurs informations. La forte politique d'ouverture de la biologie de garage, à la fois dans les laboratoires et sur internet, permet un contrôle de chacun par ses **pairs** et une surveillance par les autorités. Elle est ainsi considérée comme une garantie en matière de **biosécurité**. De même, le suivi rapproché et les bonnes relations entretenues par le FBI avec les biohackers aux États-Unis et sur internet sont considérées comme le gage d'un contrôle suffisant.²⁵

²³ « des obstacles de nature scientifique et financière empêchent les biologistes de garage de procéder à des travaux qui auraient des finalités malveillantes. [...] Ce sont les procédures en aval de la synthèse de l'ADN qui marquent les limites dans la récupération des virus à partir du matériel génétique. »

FIORASO, Geneviève, Rapport sur les enjeux de la biologie de synthèse [en ligne]. 2012, Rapport d'information parlementaire n° 4354 (Assemblée nationale), n° 378 (Sénat), p. 99.

²⁴ GRUSHKIN, Daniel, KUIKEN, Todd, MILLET, Piers. *Seven Myths and Realities about Do-It-Yourself Biology* [en ligne]. Washington DC : Wilson Centre, 2013, p. 19.

²⁵ Idem.



6 : À La Paillasse, les règles d'accès et la liste des personnes autorisées à entrer est affichée sur la porte du laboratoire biologique²⁶.

²⁶ Photographie prise à La Paillasse par COUTANT, Rémi pour les besoins du présent mémoire.

Sans aller jusqu'aux intentions malveillantes, une autre inquiétude vient du fait que la pratique de la biologie devient accessible à tous, et donc non seulement des personnes mal intentionnées, mais aussi des personnes mal formées. Ainsi, un laboratoire mal sécurisé ou un protocole de sécurité non respecté pourraient mettre en danger, sinon la population et l'environnement en général, au moins les biologistes amateurs qui réalisent des expériences dans ce laboratoire. Pour répondre à cette inquiétude, tous les groupes s'assurent que chaque personne souhaitant accéder aux laboratoires a suivi au préalable une formation à la **sécurité en laboratoire** (qu'ils proposent le plus souvent eux-mêmes) et suivra les procédures nécessaires. De plus, les biohackers ne réalisent généralement pas d'expériences potentiellement dangereuses²⁷ et respectent les lois en vigueur. Ainsi, l'expérimentation sera restreinte en fonction du niveau de sécurité offert par le laboratoire et des agréments qu'il aura reçus. Enfin, beaucoup de laboratoires sont en lien avec une personne chargée de la sécurité, un professionnel du secteur qui soit membre du groupe de biologie de garage ou qui puisse être facilement contacté et qui s'assure que les mesures de sécurité sont mises en place et respectées ; le site diybio.org propose par ailleurs de questionner gratuitement des spécialistes de la prévention des risques biotechnologiques.

Finalement, le troisième ensemble de questions qui se pose relève de l'éthique et des limites que s'imposent ces biologistes amateurs, qui, parce qu'ils décident eux-mêmes des expériences qu'ils mènent et parce qu'ils n'ont pas nécessairement été formés quant aux questions de bioéthique, pourraient avoir des pratiques contraires à l'éthique. Un premier élément de réponse réside dans la politique d'ouverture des biohackers : leurs expériences sont ainsi soumises aux commentaires non seulement des personnes de leur laboratoire et de leur communauté, mais aussi du grand public. La dépendance de nombreux groupes aux

²⁷ Les expérimentations portent le plus souvent sur de l'ADN extrait, des levures ou des bactéries non-infectieuses. D'après l'étude de GRUSHKIN, KUIKEN et MILLET (2013), seuls 6 % des 210 personnes interrogées avaient travaillé avec des organismes associés à des maladies humaines, au niveau 2 de danger biologique (BSL-2 selon la classification américaine), dans des laboratoires adaptés. Parmi ceux-ci, la plupart travaillaient en fait avec des lignées cellulaires humaines, qui requièrent ce **niveau de sécurité** mais ne sont normalement pas elles-mêmes dangereuses.

financements et aux dons d'institutions²⁸ constitue également un facteur de contrôle externe. Ces questions sont toutefois essentiellement résolues de façon endogène : les biologistes amateurs sont bien conscients des problèmes éthiques que peuvent poser leurs expérimentations. En témoignent par exemple les discussions qui sont nées autour d'un **atelier** de la Waag Society visant à produire *in vitro* des cellules musculaires – de la viande *in vitro*²⁹. Le rôle des bio-artistes, très présents dans le milieu de la biologie de garage, souligne également l'importance des questions éthiques, car leur fonction est en partie d'offrir un point de vue différent sur la science et de mettre en lumière ces questions³⁰. Finalement, la preuve la plus tangible de la conscience éthique des biohackers a été la création, en 2011, de deux codes éthiques³¹, l'un européen et l'autre américain. Ceux-ci sont robustes bien que rudimentaires, et connus et respectés par les laboratoires de biologie de garage.

D- Un mouvement parti pour durer ?

Le biohacking est un mouvement qui s'est développé progressivement, jusqu'à connaître un fort engouement à partir de 2011 environ. Cette popularité auprès des médias et du grand public a contribué au développement du mouvement et à la création de nombreux laboratoires communautaires. Au-delà de cet effet de mode, la question se pose toutefois de savoir si la biologie de garage est une pratique assez solide pour s'inscrire dans la durée et, pour aller plus loin, si elle est vouée à rester un simple occupation sans conséquence ou si elle est porteuse d'un potentiel économique et scientifique réel.

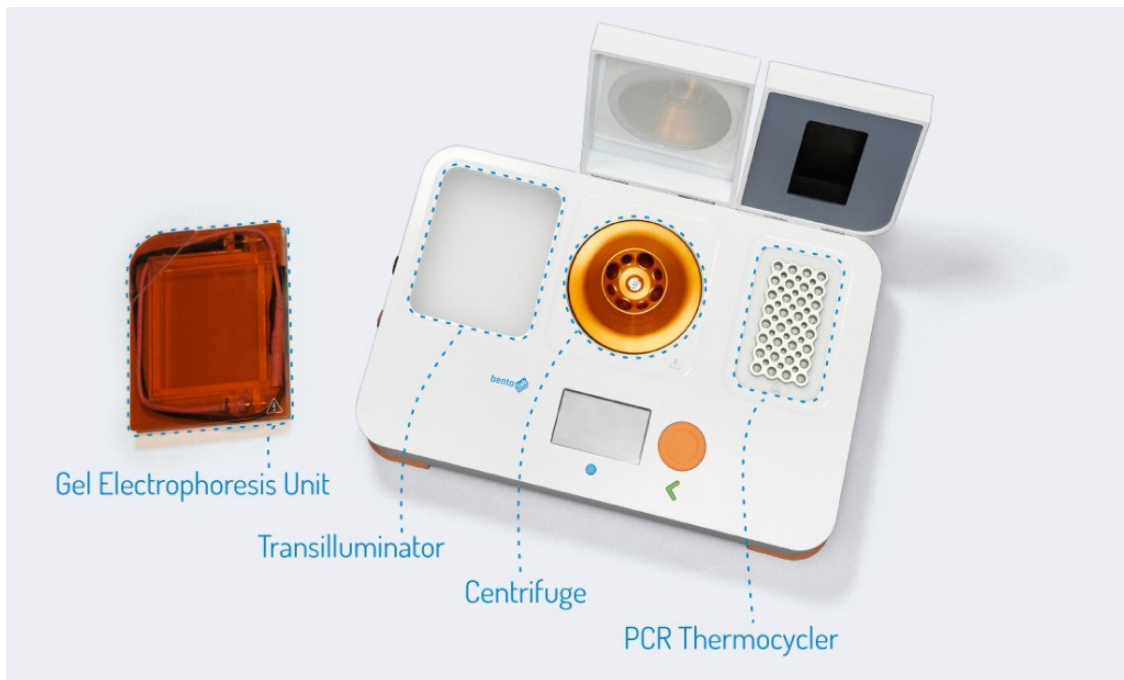
²⁸ MEYER, Morgan. Bricoler le vivant dans les garages : Le virus, le génie et le ministère [en ligne]. *Terrain*, 2015, 64.

²⁹ Les sujets traités étaient par exemple l'acceptation et le statut de cette viande artificielle, le bien-être animal, les conséquences écologiques, mais aussi des questions plus philosophiques telles qu'une possible distanciation d'avec la nature ou une paresse morale découlant de la possibilité d'une viande artificielle.

KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7), p. 10.

³⁰ Ibid. p. 11.

³¹ Les deux codes, ainsi qu'une traduction en français, sont disponibles en Annexes.



7 : le Bento Lab contient, de gauche à droite : le nécessaire pour réaliser des **électrophorèses sur gel** ; un **transilluminateur** ; une **centrifugeuse** ; une **machine PCR**³².

[IMAGE SUPPRIMÉE POUR CAUSE DE DROITS D'AUTEUR]

8 : Le thermocycleur en temps réel Amplino³³.

³² <bento.bio> (consulté en juillet 2017).

³³ <amplino.org> (consulté en juillet 2017).

La réponse à la première question est évidemment positive : le biohacking a aujourd'hui perdu la majeure partie de sa popularité passée et ne fait plus la une de la section sciences des journaux en ligne (ceux-ci se sont un moment tournés vers le « *grinding* »³⁴, avant de passer à tout autre chose). Les scientifiques, biologistes et sociologues, continuent de parler du sujet, mais beaucoup moins intensément qu'entre 2012 et 2015. Le public, lui, continue d'aller dans des laboratoires ouverts pour pratiquer la biologie le temps d'un atelier pratique ou pour mener à bien un projet. Les groupes de biologie de garage sont en effet encore nombreux et bien vivants, même si leur format a quelque peu changé par rapport à cet « âge d'or » où les possibilités du biohacking étaient encore mal définies³⁵. Cette évolution sera vue plus en détail plus bas.

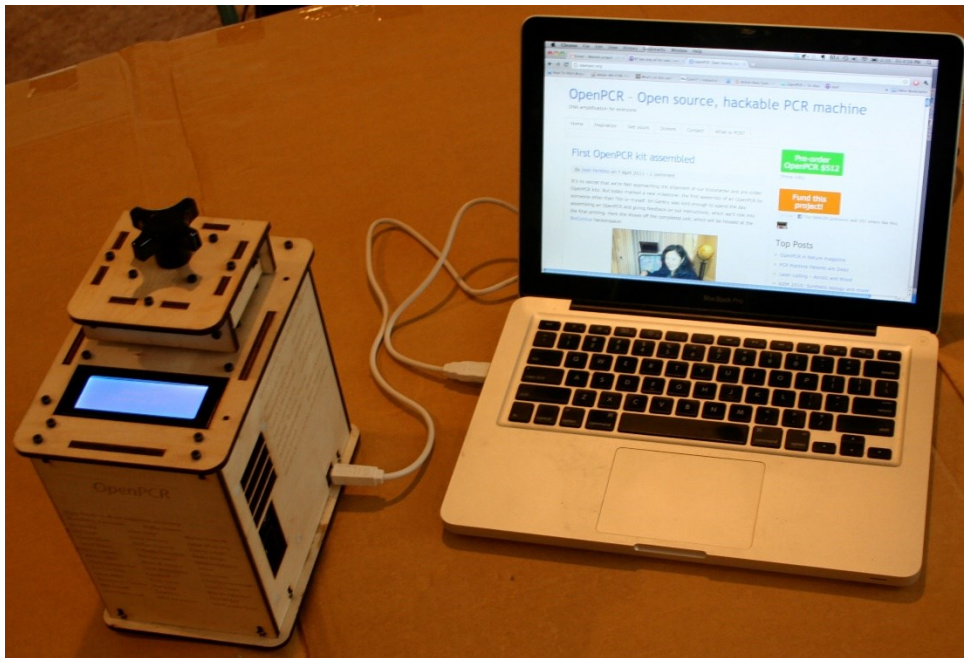
La réponse à la deuxième question est plus nuancée, mais elle est aussi globalement positive. Une grande partie des pratiques biohacking sont centrées autour de débutants qui apprennent les bases et font des expériences simples, mais beaucoup de biohackers sont plus expérimentés et capables de prototyper des inventions ou de conduire des recherches plus poussées. Ainsi, de nombreux équipements scientifiques ont pu être créés grâce à la biologie de garage, et si beaucoup sont destinés à être construits de toutes pièces par d'autres biohackers, certains tels que Bento Lab, Amplino et OpenPCR peuvent être achetés pour quelques centaines d'euros. Au-delà des instruments, des start-up sont parfois aussi montées dans les laboratoires de biohacking. Le laboratoire La Paillasse a par exemple abrité le groupe à l'origine de Pili³⁶, une start-up qui produit des encres à partir de **bactéries**. D'un point de vue moins économique et entièrement orienté vers la science, Epidemium³⁷ est un projet de recherche collaborative sur le cancer mené conjointement par le laboratoire Roche et le biohacklab La Paillasse. Il faut également noter que, puisque ces chercheurs amateurs n'ont souvent pas un passé académique,

³⁴ Cet autre mouvement, qui dérive en partie de la biologie de garage, est décrit plus en détail en Annexe.

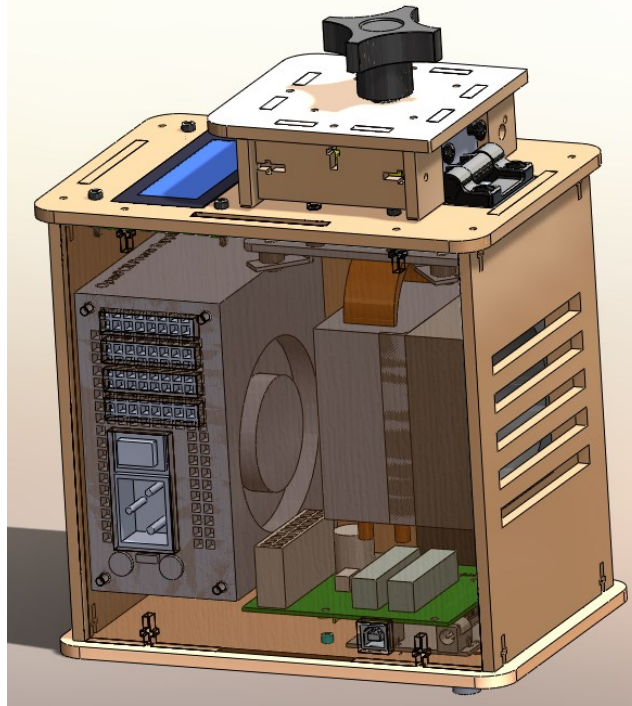
³⁵ LANDRAIN, Thomas. Interview par COUTANT, Rémi au sujet de La Paillasse et de la biologie de garage. Paris, 6 juin 2017. Disponible en Annexe.

³⁶ PILI. *Pili.bio – Living Colors* [en ligne]. Disponible sur <pili.bio> (consulté en juillet 2017).

³⁷ Epidemium. <http://epidemium.cc/> [en ligne]. Disponible sur <epidemium.cc> (consulté en juillet 2017).



9 : En haut, le thermocycleur OpenPCR à côté d'un ordinateur³⁸. En bas, une vue de l'intérieur de la machine³⁹.



³⁸ <openpcr.org/blog> (consulté en juillet 2017). Les plans de fabrication sont disponibles sur le site.

³⁹ <openwetware.org/wiki/BME103:W930_Group3> (consulté en juillet 2017).

la publication dans des revues scientifiques n'est pas nécessairement un objectif pour eux, et beaucoup de leurs résultats sont plutôt diffusés directement sur internet. Ainsi, pour Gtudhkin, Kuiten et Millet, « *La contribution de la biologie DIY à la biotechnologie devrait être évaluée selon trois catégories : 1) avancées techniques et scientifiques, 2) réalisations de nouvelles entreprises, et 3) contribution à la sensibilisation et à l'éducation du public* »⁴⁰. En l'absence de cet objectif de publication académique, la production scientifique des biohackers n'est pas facile à évaluer, mais les créations d'entreprises sont nombreuses et leurs innovations diverses ; les innombrables ateliers pratiques organisés par les groupes de biologie de garage témoignent de l'importance de ce mouvement pour l'éducation scientifique de la population.

⁴⁰ « DIYbio's contribution to biotechnology should be judged in three categories: 1) technical and scientific achievements, 2) new business achievements, and 3) contribution to public awareness and education. »

GRUSHKIN, Daniel, KUIKEN, Todd, MILLET, Piers. *Seven Myths and Realities about Do-It-Yourself Biology* [en ligne]. Washington DC : Wilson Centre, 2013, p. 12.



10 : Les filaments blancs sont de l'ADN de fraise⁴¹.

⁴¹ <tubefr.com/extraire-l-adn-a-partir-de-fraises.html> (consulté en juillet 2017).

Partie 2 : La biologie de garage dans la pratique

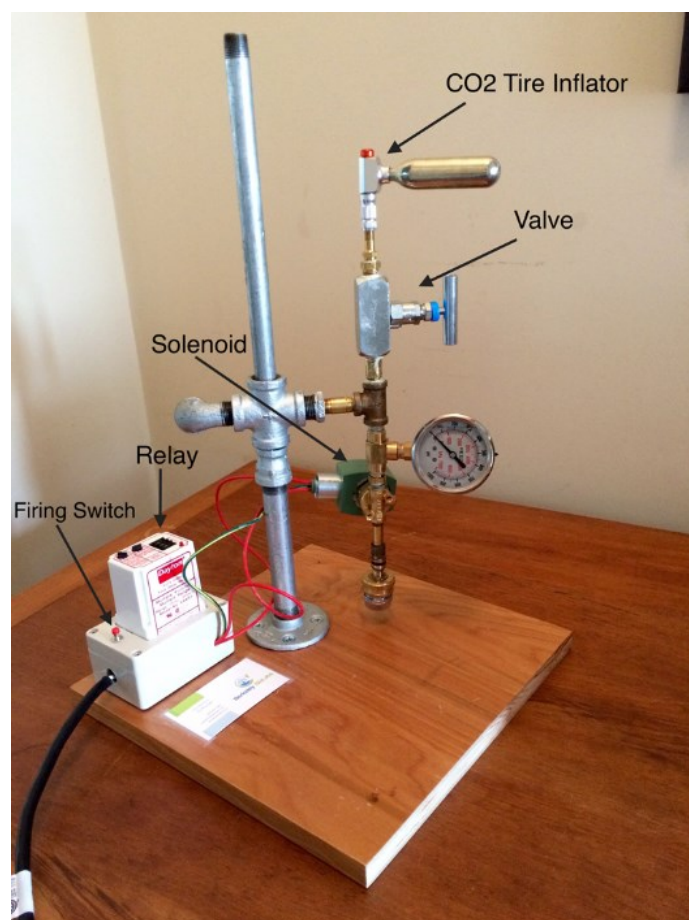
La biologie de garage, ses principes et ses enjeux étant maintenant plus clairement définis, il devient nécessaire de s'approcher de sa pratique, de comprendre quels sont les groupes qui pratiquent le biohacking, comment ils fonctionnent et ce qu'ils font.

A- Le fonctionnement des groupes de biohacking

La biologie de garage peut se pratiquer dans des lieux divers. Il est en effet possible de monter son propre laboratoire chez soi pour une pratique individuelle, dont l'ampleur est difficile à évaluer⁴². Il s'agit toutefois plus souvent de groupes, un laboratoire peut alors se constituer dans toutes sortes d'endroits, du squat au local spécialement loué et aménagé. En termes d'organisation, de nombreux groupes sont initialement apparus avec une organisation autonome, que certains ont conservée. Aujourd'hui, la plupart des biohacklabs font toutefois partie d'une structure plus vaste, des hackerspaces où la biologie do it yourself est l'une des voies d'expérimentation proposées. Les laboratoires de biologie sont alors intégrés à ce groupe plus large, mais conservent généralement des règles d'accès spécifiques du fait de leur statut et des exigences de sécurité qui leurs sont propres.

Tous ces groupes ont, selon leur ampleur et leur modèle de fonctionnement, besoin d'argent pour fonctionner. Il faut acheter des consommables, souvent louer l'espace, parfois acheter du matériel voire, pour les groupes les plus importants, rémunérer des salariés. Les sources de financement peuvent être très variées. S'agissant pour la plupart d'associations, les groupes peuvent demander une cotisation à leurs membres ; dans le cas où un laboratoire de biologie est intégré à une structure plus large, une contribution spécifique, obligatoire ou non, peut être demandée à ceux qui y accèdent. C'est le cas par exemple du groupe de biohacking

⁴² MEYER, Morgan. Bricoler, domestiquer et contourner la science : l'essor de la biologie de garage [en ligne]. *Réseaux*, 2012, 173-174(3), p. 312.



11 : Un *canon à gènes* DIY⁴³.
De haut en bas: – gonfleur à CO2 ; – valve ; – solénoïde ; – relais ; – interrupteur.

⁴³ <oreilly.com/ideas/how-to-build-and-use-a-gene-gun> (consulté en juillet 2017). Traduction de l'anglais en français effectuée pour les besoins du présent mémoire par COUTANT, Rémi.

intégré au Hackspace de Londres⁴⁴ : le laboratoire est accessible à tous les membres de façon ponctuelle, mais ceux qui l'utilisent régulièrement sont invités à adhérer au sous-groupe par une petite cotisation supplémentaire. Le prix de l'accès au laboratoire est parfois plus élevé, notamment pour les groupes qui opèrent indépendamment, tels que Genspace⁴⁵. Les dons et le **financement participatif** sont parfois aussi un moyen de lever des fonds ou d'obtenir un financement supplémentaire. Au-delà du financement individuel par les biohackers et par le public, certains laboratoires de biologie do it yourself établissent également des partenariats, avec le secteur privé, des organismes publics et des lieux dédiés à la science et à sa **démocratisation**. De tels partenariats gagnent aujourd'hui en importance et l'on assiste à une certaine institutionnalisation de la biologie de garage⁴⁶. Ainsi, les biohackers peuvent obtenir des locaux pour s'installer ou pour réaliser des ateliers ouverts au public, un financement ou encore du matériel de seconde main. Dans le cas de La Paillasse, de tels partenariats privés permettent à l'association d'offrir à ses membres des résidences gratuites, en contrepartie d'une participation en temps à des projets menés en collaboration avec ces partenaires.

La question de l'obtention de matériel est cruciale pour la biologie de garage, puisque celui-ci est indispensable à la réalisation d'expériences, mais les équipements scientifiques sont très coûteux. Les biohackers ont alors plusieurs solutions : l'une d'entre elles est de les obtenir grâce à des dons ou avec l'aide de leurs partenaires ; il est toutefois aussi possible d'acheter à peu de frais, en ligne, des équipements en panne ou simplement remplacés par d'autres machines plus récentes dans les laboratoires bien financés⁴⁷, ou même de récupérer gratuitement ceux qui ont été mis au rebut ou que d'autres laboratoires n'utilisent plus, selon une pratique appelée **biochinage**. Pour mettre et garder ce matériel en état de marche, il est

⁴⁴ s.n. *Group:Biohacking – London Hackspace Wiki* [en ligne]. Disponible sur <wiki.london.hackspace.org.uk/view/Group:Biohacking> (consulté en juillet 2017).

⁴⁵ Genspace. *Genspace* [en ligne]. Disponible sur <genspace.org> (consulté en juillet 2017).

⁴⁶ LANDRAIN, Thomas. Interview par COUTANT, Rémi au sujet de La Paillasse et de la biologie de garage. Paris, 6 juin 2017. Disponible en Annexe.

⁴⁷ KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7), p. 3.

[IMAGE SUPPRIMÉE À LA DEMANDE DE SON AUTEUR]

12 : une centrifugeuse Dremelfuge, imprimée en 3D⁴⁸.

⁴⁸ < biotekdirumah.blogspot.fr/2015_01_01_archive.html > (consulté en juillet 2017).

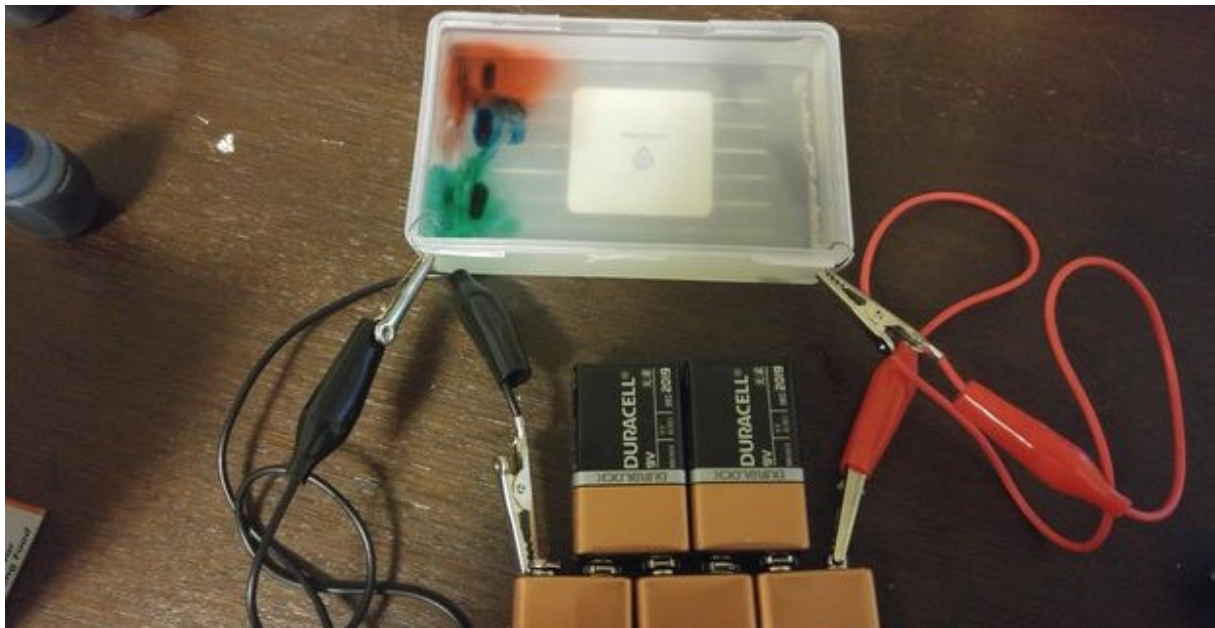
souvent nécessaire de le réparer. Enfin, une dernière option pour les biohackers consiste à créer leur matériel de toutes pièces.

Cette pratique, fondamentale pour la biologie de garage, leur permet d'obtenir des équipements fiables à bas coût. Fidèles à l'esprit d'ouverture de ce mouvement, de nombreux groupes mettent au point des alternatives simples aux machines des laboratoires de recherche et en partagent les plans et méthodes de fabrication afin de permettre à tous de s'équiper, à l'instar du **Dremelfuge**⁴⁹, un embout imprimable en 3D qui permet de transformer une perceuse ou un mini-outil Dremel en centrifugeuse dont les plans sont disponibles en ligne et modifiables par tous.

La création d'outils est une activité très présente dans les biohacklabs, en particulier ceux qui possèdent du matériel de prototypage. Les laboratoires s'orientent par ailleurs selon deux tendances quant aux activités qui y sont pratiquées. Beaucoup se penchent plutôt vers l'éducation, vers l'organisation d'ateliers en vue d'initier le grand public aux expériences de biologie et transmettre leur savoir-faire et leur passion, tandis que d'autres tels que La Paillasse à Paris ou Hackuarium à Renens en Suisse, insistent plutôt sur l'innovation et la conduite d'expériences moins répandues, allant parfois jusqu'à un modèle où les biohackers montent et mènent à bien un projet de recherche plus avancé, de façon autonome. Ces deux modèles sont bien sûr complémentaires. Un groupe axé sur la réalisation de workshops ouverts à tous pourra très bien compter des amateurs éclairés qui mènent des recherches avec un but précis, tandis qu'un laboratoire où sont menés des projets avancés restera, conformément à l'idéal d'ouverture de la biologie de garage, un lieu d'échange où sont enseignées les techniques de base ou plus pointues de la biotechnologie à ceux qui veulent apprendre⁵⁰.

⁴⁹ GARVEY, Cathal. *Dremelfuge – A One-Piece Centrifuge for Rotary Tools* by cathalgarvey – Thingiverse [en ligne]. Disponible sur <thingiverse.com/thing:1483> (consulté en juillet 2017).

⁵⁰ GRUSHKIN, Daniel, KUIKEN, Todd, MILLET, Piers. *Seven Myths and Realities about Do-It-Yourself Biology* [en ligne]. Washington DC : Wilson Centre, 2013, p. 8.



13 : Un appareil rudimentaire pour réaliser une **électrophorèse sur gel**⁵¹.
En haut, avant la séparation électrique de colorants. En bas, les pigments ont été séparés selon leur poids moléculaire (de haut en bas : vert, rouge, bleu). Le fonctionnement est le même avec de l'ADN.



⁵¹ Caylee Collins <[instructables.com/id/Building-and-Running-a-Homemade-Agarose-Gel-Electr](https://www.instructables.com/id/Building-and-Running-a-Homemade-Agarose-Gel-Electr/)> (consulté en juillet 2017). Traduction de l'anglais en français effectuée pour les besoins du présent mémoire par COUTANT Rémi.

B- Grandes tendances

La biologie de garage s'est essentiellement développée dans trois grandes régions : l'Amérique du Nord (particulièrement les États-Unis), l'Europe et l'Asie. Chaque groupe agit selon les préférences des individus qui le composent, mais certaines tendances générales se distinguent toutefois dans ces trois régions.

Aux États-Unis, pays d'origine du biohacking, la pratique est marquée par un fort intérêt pour la médecine. Il peut alors s'agir d'accéder à des diagnostics et des traitements trop coûteux ou inaccessibles, ou encore de trouver des solutions alternatives aux soins habituels. Cette tendance se révèle par l'exemple souvent cité de Kay Aull⁵², qui, avec un peu de matériel de laboratoire acheté d'occasion puis réparé et d'autres machines et instruments créés de toutes pièces, a pu réaliser chez elle un test de dépistage de l'hémochromatose. Un exemple plus récent est celui de Gabriel Licina, qui a produit et testé un gel à base de glycine bêtaïne pour accélérer la guérison de petites coupures⁵³. De telles expériences ne sont pas uniquement conduites individuellement, et ce sont parfois des groupes qui les mettent en place, notamment par le biais d'associations de malades⁵⁴.

⁵² Voir par exemple :

MEYER, Morgan. *Build your own lab: Do-it-yourself biology and the rise of citizen biotech-economies* [en ligne]. *Journal of Peer Production*, 2012 ;

Ou dans la presse généraliste :

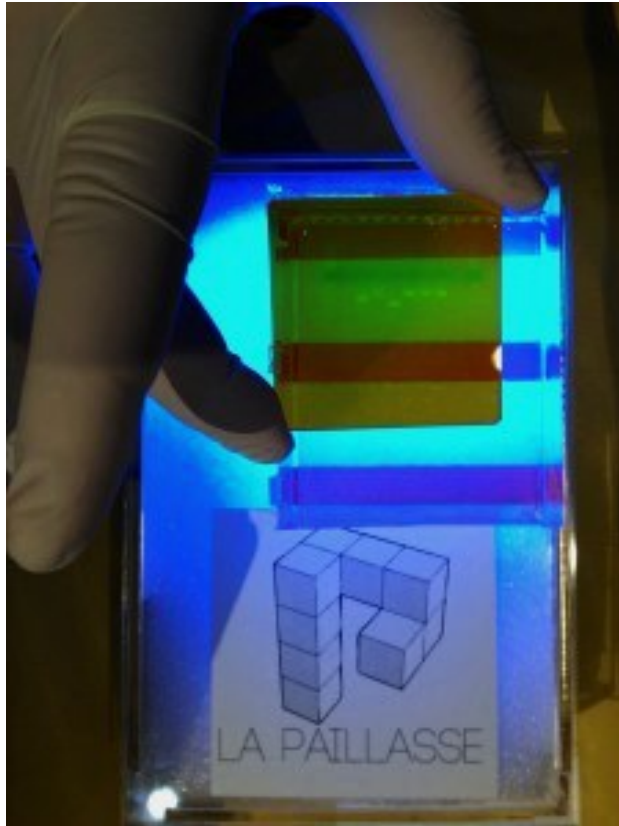
EUDES, Yves. Biohackers : les bricoleurs d'ADN [en ligne]. *Le Monde*, 4 septembre 2009.

⁵³ Voir ici le rapport de son expérience :

LICINA, Gabriel. *A Simple Biocompatible Matrix for Cellular Support and Accelerated Healing* [en ligne]. 2014. Disponible sur <scienceforthemasses.org/wp-content/uploads/2014/10/ASimpleBiocompatibleMatrixforCellularSupportandAcceleratedHealing.pdf> (consulté en juillet 2017).

⁵⁴ Un exemple (en anglais) de patients souffrant de la maladie de Charcot qui, incapables de participer à un essai clinique, ont retrouvé puis testé eux-mêmes le principe actif à l'essai, en suivant un protocole proche de ceux des véritables essais cliniques peut être lu ici :

AKST, Jef. *Do-It-Yourself Medicine* [en ligne]. *The Scientist*, 1^{er} mars 2013.



14 : Après l'**électrophorèse** de l'ADN, un transilluminateur (ici Blue Note, créé à La Paillasse) permet d'observer les résultats⁵⁵.
Les traces claires sur la plaque de gel correspondent à des fragments d'ADN de différentes tailles : les plus petits ont migré plus rapidement et se trouvent plus bas.

⁵⁵ <lapaillasse.org/open-research#projets-communautaires> (consulté en juillet 2017).

Une deuxième tendance que l'on note aux États-Unis et dans la région américaine en général est un certain penchant pour l'entrepreneuriat et la commercialisation⁵⁶ comme objectif initial des expérimentations. Le projet « glowing plants », par exemple, a conduit une campagne de financement participatif afin de produire et de commercialiser des plantes bioluminescentes⁵⁷.

Finalement, le biohacking américain est, bien plus qu'ailleurs, imprégné des idéaux transhumanistes de l'amélioration de l'individu⁵⁸. Pour cette raison, les biologistes de garage américains sont aussi plus souvent les mêmes que ceux qui pratiquent le grinding⁵⁹. Ainsi, le nom « biohacking » est utilisé en anglais par ces deux communautés pourtant distinctes.

Ces trois aspects sont caractéristiques du mouvement aux États-Unis et sont moins présents dans les pays qui subissent plus faiblement son influence directe. Ainsi, l'Europe présente des orientations assez différentes.

Il existe une différence notable au niveau des expériences ayant trait à la médecine : celles-ci, plus rares, visent généralement à créer du matériel moins coûteux plutôt qu'à développer des alternatives aux soins disponibles. Un exemple frappant est celui d'Amplino⁶⁰, un appareil de **PCR en temps réel** robuste et bon marché, conçu pour permettre la détection de

⁵⁶ KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7).

⁵⁷ Cet axe de recherche est interrompu, mais l'entreprise a commencé la commercialisation de lichens odorants. La campagne de financement est disponible sur :

EVANS, Antony. *Glowing Plants: Natural Lighting with no Electricity by Anthony Evans – Kickstarter* [en ligne]. Disponible sur <kickstarter.com/projects/antonyevans/glowing-plants-natural-lighting-with-no-electricity> (consulté en juillet 2017) ;

Les lichens odorants sont disponibles sur :

TAXA. *Fragrant Moss – Moss* [en ligne]. Disponible sur <orbellamoss.com> (consulté en juillet 2017).

⁵⁸ KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7).

⁵⁹ Cet autre mouvement, qui dérive en partie de la biologie de garage, est décrit plus en détail en Anexe.

⁶⁰ AMPLINO. *Amplino – Mobile Diagnostics* [en ligne]. Disponible sur <amplino.org> (consulté en juillet 2017).



15 : Un atelier de préparation de papier bactérien selon la méthodologie du Livre Organique.⁶¹
En haut, mise en culture des bactéries. En bas, fabrication d'un carnet.



⁶¹ © Livre organique, Louise Devalois et Diane Trouillet, <livreorganique.tumblr.com> (consulté en juillet 2017).

la malaria dans des régions mal équipées d'Afrique. Cet exemple démontre également la dimension plus sociale du biohacking en Europe : de nombreux projets ont pour but de venir en aide à la communauté. Si Amplino est devenu une entreprise capable de commercialiser son invention, le projet n'avait à l'origine pas une vocation marchande. Les groupes européens n'ont en effet pas tendance à considérer les laboratoires de biologie de garage comme un tremplin pour de futures entreprises ⁶², mais plutôt comme des lieux d'entraide et d'expérimentation.

Enfin, une autre particularité par laquelle l'Europe se démarque est la forte participation des artistes et du **bio-art**. Cette tendance artistique qui mêle art et biotechnologie n'est pas nouvelle, mais elle s'est bien plus liée à la biologie de garage en Europe qu'aux États-Unis. On trouve ainsi en Europe de très nombreuses expériences menées par ou avec des artistes. Citons seulement comme exemples Livre Organique, l'une des œuvres « vivantes » de Diane Trouillet⁶³, un livre imprimé sur un papier bactérien créé à cet effet et qui contient les protocoles permettant de recréer soi-même l'œuvre, ou encore Living Instruments ⁶⁴, un projet du biohacklab Hackuarium et d'un artiste londonien qui crée de la musique en faisant interagir des bactéries et des instruments de musique.

Le biohacking européen se distingue ainsi du mouvement en Amérique par ses tendances plus sociale, plus artistique et moins entrepreneuriale. L'Asie, finalement, est assez proche du mouvement européen. Malgré la distance qui sépare ces deux régions, les interactions sont fréquentes et les collaborations ne sont pas rares (Common Flowers / Flower Commons, présenté dans le deuxième texte support, en est un exemple).

⁶² KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7), p. 5.

⁶³ TROUILLET, Diane. *Livre Organique* [en ligne]. Disponible sur <livreorganique.tumblr.com> (consulté en juillet 2017).

⁶⁴ Hackuarium. *Living Instruments | Hackuarium* [en ligne]. Disponible sur <hackuarium.ch/en/living-instruments> (consulté en juillet 2017).



16 : Installation de Living Instruments pour une performance au café-théâtre Le Bourg à Lausanne, Suisse⁶⁵.

⁶⁵ <wiki.hackuarium.ch/w/Living_Instruments> (consulté en juillet 2017). Une vidéo peut être vue sur <sergevuille.ch> (consulté en juillet 2017).

Les groupes asiatiques, bien plus encore que ceux d'Europe, prennent une grande importance sociale. Ainsi, au Japon, le Tokyo Hackerspace a conçu en 2011 un compteur Geiger à fabriquer soi-même⁶⁶, en réaction à l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, et HONFablab en Indonésie cherche des solutions open source aux problèmes rencontrés par les populations environnantes⁶⁷. Les pratiques de biologie DIY en Asie sont également plus étroitement liées aux pratiques traditionnelles de leurs régions⁶⁸.

Malgré l'individualité des biohackers, l'importance de la communication (notamment par le biais d'internet) et les conditions sociales et réglementaires similaires à l'intérieur des régions fait qu'il existe une certaine cohérence entre les groupes. Il n'est d'ailleurs pas rare que des biohackers collaborent entre eux, y compris à travers les continents⁶⁹. Au niveau européen, cette tendance avait été renforcée par la création en 2012 de DIYbio Europe⁷⁰. Cette initiative, qui s'est accompagnée de plusieurs réunions internationales de biohackers, a permis de renforcer

⁶⁶ Tokyo HackerSpace. *Tokyo Hackerspace NETRAD Geiger Shield | Tokyo HackerSpace* [en ligne]. Disponible sur <tokyohackerspace.org/en/project/tokyo-hackerspace-netrad-geiger-shield> (consulté en juillet 2017).

⁶⁷ KERA, Denisa. *Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols* [en ligne]. *Journal of Peer Production*, 2012, p. 7.

⁶⁸ KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7), p. 8.

⁶⁹ LANDRAIN, Thomas. Interview par COUTANT, Rémi au sujet de La Paillasse et de la biologie de garage. Paris, 6 juin 2017. Disponible en Annexe.

KERA, Denisa. *Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols* [en ligne]. *Journal of Peer Production*, 2012, p. 7.

⁷⁰ Le groupe n'est aujourd'hui plus actif, et son adresse web, Diybio.eu, renvoie automatiquement sur le groupe BioHackLabs:

BioHackLabs. *BioHackLabs.org* [en ligne]. Disponible sur <biohacklabs.org> (consulté en juillet 2017).

[IMAGE SUPPRIMÉE POUR CAUSE DE DROITS D'AUTEUR]

*17 : Avec le projet artistique « Flower Commons / Common Flowers », le collectif BCL a fait repousser des œillets génétiquement modifiés à partir de **fleurs coupées**.
En haut, des plantes en **culture in vitro**. En bas, les fleurs obtenues, lors d'une exposition.⁷¹*

[IMAGE SUPPRIMÉE POUR CAUSE DE DROITS D'AUTEUR]

⁷¹ BCL, <kunstnlimburg.be/node/3375/artist_media> (consulté en juillet 2017).

quelque peu l'unité des groupes européens et d'établir des directives communes pour les laboratoires communautaires⁷². Cette initiative n'a toutefois pas perduré, faute d'une implication suffisante⁷³. Différents groupes s'organisent aussi parfois en réseaux, à l'instar du réseau des biolabs nordiques⁷⁴ ou des « dérivations » de La Paillasse⁷⁵.

⁷² Ces directives se décomposent en quatre parties : la communication, l'ouverture, l'organisation du laboratoire et la sécurité. Elles sont disponibles (en anglais) sur :

DIYBio EU. Community Biolabs Guidelines - BioHackLabs.org [en ligne]. Disponible sur <biohacklabs.org/Community_Biolabs_Guidelines> (consulté en juillet 2017).

⁷³ LANDRAIN, Thomas. Interview par COUTANT, Rémi au sujet de La Paillasse et de la biologie de garage. Paris, 6 juin 2017. Disponible en Annexe.

⁷⁴ Biologigaragen. *Network of Nordic Biolabs – Biologigaragen* [en ligne]. Disponible sur <biologigaragen.org/portfolio/network-of-nordic-biolabs> (consulté en juillet 2017).

⁷⁵ La Paillasse. La Paillasse | À Propos [en ligne]. Disponible sur <lapaillasse.org/a-propos#les-derivations> (consulté en juillet 2017).

Conclusion

La biologie de garage est une pratique scientifique qui se développe depuis une dizaine d'années autour d'un idéal de **science ouverte** et citoyenne. Si ce mouvement a d'abord soulevé quelques inquiétudes, il a pu montrer qu'elles étaient en grande partie infondées. Les biohackerspaces sont à la fois le lieu de pratique d'un **hobby**, des centres de formation et des lieux de recherche et d'innovation. Ainsi, la biologie de garage joue un double rôle : d'une part, il s'agit d'un important modèle de diffusion de la culture scientifique et d'initiation à la biologie grâce à son ouverture, ses ateliers et ses partenariats avec des organismes tels que des musées ; d'autre part, elle permet la recherche et l'innovation en biologie en offrant un environnement propice à la recherche collaborative et un lieu de travail pour des chercheurs qui, pour diverses raisons, n'auraient pas accès à un incubateur d'entreprises ou, surtout, à un laboratoire institutionnel. Le biohacking bénéficie et participe à une tendance vers une réduction des coûts et une plus grande accessibilité de la biotechnologie, non seulement pour les professionnels mais aussi pour les amateurs. La biologie de garage évolue aujourd'hui vers une plus grande institutionnalisation, les groupes se liant, selon leur préférence, à des entités qui leur offrent une plus grande efficacité dans les trois axes qui sont au cœur de ce mouvement : l'éducation de tous, la création de machines biologiques et d'outils, et l'innovation en biotechnologie.

Traduction

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

- Le texte support et la traduction sont disposés en vis-à-vis, le texte source étant sur la page de gauche et la traduction sur la page de droite.
- Dans le texte source comme dans la traduction, les passages faisant l'objet d'une analyse dans la stratégie de traduction sont soulignés.
Ex.: Is this reverse biopiracy?
S'agit-il de biopiraterie citoyenne ?
- Les chiffres en exposant correspondent à des appels de notes. Ces appels ont été conservés, mais les notes elles-mêmes, pour l'essentiel des liens hypertexte, ne sont pas incluses dans la présente version (à l'exception des deux notes du traducteur) afin de ne pas nuire à la lisibilité du mémoire.
- Les chiffres indiqués entre crochets correspondent à des appels de référence bibliographique. Ces appels ont été conservés, mais les références elles-mêmes ne sont pas incluses dans la présente version afin de ne pas nuire à la lisibilité du mémoire.

Texte 1 : European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror

SCHMIDT, Markus, SEYFRIED, Günter, PEI, Lei. *European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror* [en ligne]. 2014, *Bioessays*, 36, p. 548-551.
DOI : 10.1002/bies.201300149 (consulté en juillet 2017).

European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror

Authors

- Günter Seyfried¹⁾, Lei Pei²⁾³⁾ and Markus Schmidt²⁾³⁾

Abstract

The encounter of amateur science with synthetic biology has led to the formation of several amateur/do-it-yourself biology (DIYBio) groups worldwide. Although media outlets covered DIYBio events, most seemed only to highlight the hope, hype, and horror of what DIYBio would do in the future. Here, we analyze the European amateur biology movement to find out who they are, what they aim for and how they differ from US groups. We found that all groups are driven by a core leadership of (semi-)professional people who struggle with finding lab space and equipment. Regulations on genetic modification limit what groups can do. Differences between Europe and the US are found in the distinct regulatory environments and the European emphasis on bio-art. We conclude that DIYBio Europe has so far been a responsible and transparent citizen science movement with a solid user base that will continue to grow irrespective of media attention.

1) Department for Art and Knowledge Transfer, University of Applied Arts, Vienna, Austria

2) Biofaction KG, Vienna, Austria

3) International Dialogue and Conflict Management, Vienna, Austria

Biologie de garage en Europe : Dépasser l'espoir, l'engouement et l'horreur

Auteurs

- Günter Seyfried¹⁾, Lei Pei²⁾³⁾ et Markus Schmidt²⁾³⁾

Résumé

La rencontre entre scientifiques amateurs et biologie de synthèse a donné lieu à la création de divers groupes de biologie de garage, aussi appelée biologie « do it yourself », dans le monde entier. Bien que certains médias aient parlé d'événements ayant trait à la biologie de garage, ils ont pour la plupart semblé mettre uniquement en avant l'espoir, l'engouement et l'horreur pour ce qui pourrait en être fait. Dans cet article, nous analysons les mouvements de biologie de garage européens afin d'apprendre qui ils sont, quels sont leurs buts et en quoi ils diffèrent des groupes américains. Cet article montre que tous les groupes sont menés par un noyau dur de (semi-)professionnels qui peinent à obtenir des locaux adaptés et de l'équipement. Les capacités des groupes sont limitées par les réglementations relatives à la manipulation génétique. Les différences entre l'Europe et les États-Unis tiennent aux environnements réglementaires distincts et à la place du bioart en Europe. Nous pouvons conclure que la biologie de garage en Europe a jusqu'ici été un mouvement de science citoyenne responsable et transparent, dont la communauté solide continuera de croître indépendamment de l'attention des médias.

1) Département Art et transfert du Savoir, Université des Arts Appliqués, Vienne, Autriche

2) Biofaction KG, Vienne, Autriche

3) International Dialogue and Conflict Management, Vienne, Autriche

Synthetic biology and do-it-yourself (DIY) biology

Synthetic biology (SynBio) is the attempt to make biology easier to engineer [1]. As the technology advances, SynBio is expected to become simpler and easier to use than traditional genetic engineering. Thus, the advent of SynBio will also broaden the user base well beyond academic institutions and industry. It will attract new players (amateur biologists) into a field traditionally reserved for highly trained professionals [2-4]. Amateur research societies have been founded in many scientific disciplines (e.g. electronics, information technology, astronomy, spaceflight, agriculture). These amateur movements are important in encouraging public engagement with science.^{1,2} DIY biologists (or “biohackers”) are “individuals who conduct biological experiments as an avocation rather than a vocation” [5]. They are most likely to be individuals who are highly curious about the scientific principles and/or methods being used. There are probably over a 1,000 amateur biologists worldwide with interests in DNA sequencing, microbial screening, environmental monitoring, or applications for health care and energy [6]. The leading group is DIYBio.org, a community with more than 2,000 registered members in more than 30 countries [7]. Currently, most of these DIYBio groups are focused on education, teaching members basic knowledge via seminars, workshops, and hands-on activities.³ Some DIYBio groups have built “community labs” [8, 9].

The following features characterize DIYBio:

Biologie de synthèse et biologie de garage

La biologie de synthèse est la tentative de faciliter l'ingénierie du vivant [1]. Au fil des avancées technologiques, ses méthodes devraient devenir plus simples et faciles d'emploi que celles du génie génétique classique. Son avènement la rendra ainsi utilisable bien au-delà des milieux académiques et industriels. La biologie de synthèse entraînera de nouveaux acteurs (des biologistes amateurs) vers un domaine habituellement réservé à des professionnels hautement qualifiés [2-4]. Des groupes de chercheurs amateurs ont vu le jour dans de nombreux domaines scientifiques (tels que l'électronique, les technologies de l'information, l'astronomie, l'astronautique et l'agriculture); de tels mouvements stimulent l'intérêt public pour la science^{1,2}. Les biologistes amateurs, ou « biohackers », sont « des individus qui mènent des expériences biologiques en tant que hobby plutôt que par vocation professionnelle » [5]. Il s'agit pour la plupart d'individus particulièrement curieux des principes scientifiques et/ou des méthodes utilisées. On compte probablement dans le monde plus d'un millier de biohackers, qui s'intéressent au séquençage de l'ADN, à l'analyse microbiologique, à l'observation de l'environnement ou encore à la santé et à l'énergie [6]. Le groupe le plus important est DIYBio.org, une communauté qui dépasse les 2 000 membres, répartis dans plus de 30 pays [7]. La plupart de ces groupes de biologistes amateurs s'attachent actuellement à l'éducation, à fournir à leurs membres des connaissances de base grâce à des séminaires, des ateliers et des travaux pratiques³. Certains ont également créé des « laboratoires communautaires » [8, 9].

La biologie de garage est caractérisée par les éléments suivants :

- a. Interdisciplinarity.
- b. Primarily a not-for-profit endeavor.
- c. Design and use of cost effective tools and equipment (see Fig. 1).



1. Kitchen-style equipment for amateur biology experiments.

- d. Focusing on open source and open science innovation, thus positioning itself as an alternative to so called “Big Bio”.
- e. Democratization and self-empowerment as the biggest difference to conventional research activities.

Generally speaking, the majority of the amateur biologists are often highly creative, curious, and likely to “think outside the box” [5]. Despite the potential achievements of amateur scientists, DIYBio raises concerns, mainly in the areas of research safety, the safety of potential products, risk to public health and environment, dual use research issues (biosecurity) and the ethical and social implications of the projects [4, 10]. The DIYBio movement has been reported in the mainstream media, mostly in an exaggerative manner, highlighting its hope, hype, and horror. While the press seems to consistently overestimate the capabilities of biohackers and underestimate their ethics [11, 12], synthetic biologists barely take DIY biologists seriously, calling them unsophisticated and far from cutting edge [8, 9]. What seems to be missing is a factual assessment of DIYBio beyond the hope, hype, and horror.

- a. Interdisciplinarité.
- b. Activité essentiellement sans but lucratif.
- c. Création et utilisation d'outils et d'équipement peu coûteux (voir Illustration 1).



Illustration 2. Équipement de cuisine servant à des expériences de biologie de garage.

- d. Innovation centrée sur l'open source et la science ouverte, positionnant ainsi la biologie *do it yourself* comme une alternative aux grands acteurs de la biologie.
- e. Démocratisation et empowerment individuel, marquant la principale différence avec les activités de recherche conventionnelles.

Pour la plupart, les biologistes amateurs tendent à être extrêmement créatifs, curieux et prompts à « penser différemment » [5]. Malgré les réussites potentielles des scientifiques amateurs, la biologie *do it yourself* suscite des inquiétudes. C'est notamment le cas s'agissant de sécurité en laboratoire, de risques liés aux éventuels produits, de risques sanitaires et environnementaux, de recherche duale (biosûreté) et des implications éthiques et sociales des projets [4, 10]. Les médias grand public ont surtout représenté la biologie de garage d'une façon caricaturale, qui met en avant l'espoir, l'engouement et l'horreur. Si la presse semble systématiquement surestimer les capacités des biohackers et sous-estimer leurs valeurs éthiques [11, 12], les biologistes synthétiques, eux, les prennent à peine au sérieux : ils sont pour eux frustes et loin d'être à la pointe de la recherche [8, 9]. Une évaluation factuelle de la biologie de garage qui dépasse l'espoir, l'engouement et l'horreur semble donc faire défaut.

So far, no study has been carried out to provide an up-to-date analysis of the background, structure, motivations, and aims of the European DIYBio groups. Here, we investigate and reflect on the European amateur biology movement to find out who they are, what they aim for and what similarities and differences can be found with respect to US groups (see Box 1).

Box 1.

Comparison between European and North American groups

The *DIYBio movements* in the US and Europe have a lot in common. Beliefs in the democratization of science and the enabling of citizens to do biotechnology are shared by all groups on both sides of the Atlantic. In general, they have more in common than what sets them apart. However, there also seems to be aspects where the groups in the US and Europe differ from one another.

In contrast to the USA (mindings different state legislations), the groups in Europe need to obtain a license in order to carry out genetic engineering experiments. So far, the European groups have not done these types of experiments, but some of them plan to go through the licensing procedure and obtain a license. As an exception, the UK-Netherlands based C-LAB art collective did obtain a license to exhibit a bioart work with living genetically modified organisms in London, UK (<http://c-lab.co.uk/projects.html>). The work itself, however, was done in collaboration with a university research lab.

In the US, some groups showed interest in DIY medicine as an alternative to the established health care practices. Such attempts are rare in Europe and rather focus on helping people in developing countries [17].

In general, the activities of DIYBio and the maker culture uncover the societal gaps, niches, fissures, and challenges created by the local economic, cultural, and political circumstances in sensitive areas such as health care and food safety.

Jusqu'ici, aucune étude n'a été menée pour fournir une analyse actualisée du contexte, de la structure, des motivations et des buts des groupes européens. Dans cet article, nous étudions les groupes du mouvement européen de biologie *do it yourself* afin de découvrir qui ils sont, ce qu'ils cherchent et quelles sont les similitudes et les différences entre les groupes en Europe et aux États-Unis (voir Encadré 1).

Encadré 1.

Comparaison entre les groupes européens et nord-américains

Il y a beaucoup en commun entre les mouvements de biologie de garage aux États-Unis et en Europe. Tous les groupes, de part et d'autre de l'Atlantique, croient en la démocratisation de la science et souhaitent permettre aux citoyens de pratiquer la biotechnologie. Ils ont généralement plus de points communs que de différences, mais il semble y avoir plusieurs aspects par lesquels les groupes américains et européens diffèrent.

Contrairement aux États-Unis (la législation des différents États fédérés peut toutefois varier), les groupes basés en Europe ont besoin d'une autorisation pour pratiquer des expériences de manipulation génétique. Aucun groupe européen n'a jusqu'ici conduit d'expériences de ce type, mais certains projettent de se soumettre aux procédures d'obtention d'un permis. Une exception toutefois, le collectif artistique anglo-néerlandais C-LAB a obtenu une licence pour exposer à Londres une œuvre de bio-art contenant des organismes génétiquement modifiés vivants (<http://c-lab.co.uk/projects.html>). L'œuvre elle-même a par contre été réalisée en collaboration avec un laboratoire de recherche universitaire.

Aux États-Unis, certains groupes s'intéressent à la médecine *do it yourself* comme alternative aux pratiques médicales établies. De telles initiatives sont rares en Europe, et visent plutôt à aider les populations des pays en développement [17].

Les activités de la biologie de garage et de la culture *maker* révèlent généralement les différences, niches, fractures et défis créés dans la société par les contextes économiques, culturels et politiques locaux dans des domaines sensibles comme la santé ou la sûreté alimentaire.

Yet another difference relates more to the different socio-political environment that the groups are embedded in. In the US, at least since the 9/11 incident, there is a strong focus on bioterror and biosecurity, whereas in Europe the focus is much more on biosafety, as a direct consequence of the GM-food debate [18]. It comes as no surprise that the DIYBio groups in the US have had to address critical biosecurity issues and are monitored by the FBI, while the European groups have received only little (publicly visible) attention by the European (national) law enforcement agencies. In recent years, however, the remarkable division over safety and security as the main concern is fading away (see the Code(s) of Ethics),⁴ with US groups highlighting safety concerns and European policy makers considering biosecurity governance measures of amateur biology [19].

A rather surprising finding, compared to the US, is a stronger collaboration of amateur biologists with artists and designers in Europe. It remains to be seen whether this observation is only due to the small sample size of groups, or if the art-science interaction is a real European characteristic.

DIYBio Europe: A network in the making

In less than five years, a lively DIYBio network has been established in Europe.⁵ Personal interest, passion, commitment, the scientific background of the founders, and leadership skills have played a highly significant role in the shaping of the practices and development of DIYBio in Europe. Here are some examples:

Une autre différence entre les groupes tient à leurs environnements socio-politiques différents. Au moins depuis les attentats du 11 septembre 2001, les États-Unis sont particulièrement focalisés sur le bioterrorisme et la biosûreté, tandis qu'en Europe l'accent est beaucoup plus porté sur la biosécurité, en conséquence directe du débat sur les aliments OGM [18]. Il n'est pas surprenant que les groupes de biologie de garage aux États-Unis aient dû faire face à d'importantes questions de biosûreté et qu'ils soient surveillés par le FBI, tandis qu'en Europe les groupes n'ont reçu que peu d'attention (publiquement visible) de la part des autorités policières de leurs pays respectifs. Ces dernières années cependant, cette séparation notable entre sécurité et sûreté comme inquiétude principale s'estompe (voir les Codes d'éthique)⁴ : les États-Unis insistent sur les questions de sécurité, tandis que les responsables politiques en Europe envisagent des mesures permettant de maîtriser la biosûreté de la biologie *do it yourself* [19].

Une découverte plutôt surprenante est que les biologistes amateurs collaborent bien plus avec des artistes et des designers en Europe qu'aux États-Unis. Reste toutefois à savoir si cette observation est uniquement due à la petite taille d'échantillon ou si cette interaction entre art et science est une véritable caractéristique européenne.

DIYBio Europe : un réseau en devenir

En moins de cinq ans, un réseau de biologie de garage dynamique s'est établi en Europe⁵. Intérêt personnel, passion, engagement, bagage scientifique des fondateurs et leadership, voici des éléments qui ont fondamentalement modelé les pratiques et le développement des groupes de biologie *do it yourself* en Europe. Voici quelques exemples :

One of the first European groups, *La Paillasse*,⁶ was established in Paris in 2009. The approach and development of La Paillasse was largely rooted in the leadership of the founder; a PhD student in SynBio and former iGEM participant, together with the help of his fellow teammates; members of hacker-groups like tmp/lab and Electrolab, and experienced scientists from institutions like La Gaité Lyrique, and Genopole [9]. With the help of his experience in biology, and in-kind donations of lab equipment, he was able to set up the La Paillasse lab. The lab is relatively well equipped and fully functional, capable to host a number of diverse projects and to carry out genetically modified (GM) food testing and more. Currently, activities in the La Paillasse lab are limited due to regulations regarding GM organisms. La Paillasse has started the process to obtain a license that will allow them to make full use of the technical, scientific, and creative potential of their lab [8, 9].

BiologiGaragen was founded by three students in Copenhagen in 2010, as a part of Labitat (a successful, vibrant makerspace⁷). Labitat and BiologiGaragen share their space, equipment, and knowledge, opening up a lot of possibilities for future projects. The combination of hardware hacking and biohacking reflects the background and interests of the founders. Their degrees cover IT, pharmaceutical sciences, biotechnology and bioengineering, and they are interested in building affordable equipment, making alternative science projects and providing open access to knowledge. BiologiGaragen has also collaborated with the Medical Museion, Copenhagen, for example, to make an exhibition, hold events, host an open biology laboratory, and organize workshops on biotechnology, SynBio and DIYBio.⁸

*La Paillasse*⁶, l'un des premiers groupes européens, a vu le jour en 2009 grâce à un doctorant en biologie synthétique et ancien participant au concours iGEM, avec l'aide de ses partenaires, des membres de hackerspaces tels que tmp/lab et Electrolab et des scientifiques expérimentés provenant d'institutions telles que La Gaîté lyrique et Génopole [9]. L'attitude et le développement de La Paillasse sont en grande partie ancrés dans le leadership de son fondateur. Grâce à son expérience en biologie et à des **dons** d'équipements, il a pu monter le laboratoire La Paillasse. Celui-ci est relativement bien équipé et pleinement opérationnel, il peut héberger plusieurs projets différents et permet par exemple de réaliser des tests de détection d'OGM dans la nourriture. Les activités de La Paillasse sont actuellement limitées par les réglementations relatives aux organismes génétiquement modifiés. Le laboratoire a initié le processus d'obtention d'un agrément qui lui permettra de tirer pleinement parti de son potentiel technique, scientifique et créatif [8, 9].

BiologiGaragen a été fondé par trois étudiants de Copenhague en 2010, à l'intérieur de Labitat (un makerspace foisonnant et dynamique⁷). Labitat et BiologiGaragen partagent leur espace, leur équipement et leurs savoirs, ouvrant ainsi de nombreuses possibilités de projets futurs. La conjonction entre *hardware hacking* et biohacking reflète le passé et les intérêts des fondateurs. Ils ont des diplômes en informatique, en pharmacie, en biotechnologie et en bioingénierie, et sont intéressés par la construction d'équipements abordables, la création de projets scientifiques alternatifs et la libre diffusion des connaissances. BiologiGaragen a aussi réalisé des collaborations, par exemple avec le Musée de la médecine de Copenhague⁷⁶, dans le but de monter une exposition, de créer des événements, d'héberger un laboratoire de biologie ouvert au public et d'organiser des ateliers sur la biologie, qu'elle soit traditionnelle, de synthèse ou de garage⁸.

⁷⁶ NDT: Medical Museion, <http://www.museion.ku.dk/>

A Czech assistant professor at the National University of Singapore, through her research, makes a connection between makerspaces in Europe and Asia.⁹ She considers DIYBio labs as educational centres, converging different types of knowledge and skills. It is believed that DIYBio groups and makerspaces in rural communities play important educational roles, especially in developing countries, like Indonesia or the Philippines. Together with a colleague from the Hackteria network, *diybio Singapore* organized a series of workshops and lectures, with a wide range of content (from cooking to biodiversity assessment), depending on the geographical and socio-cultural environment. The European-Asian connection is unique, reflecting a civil society movement beyond cultural borders [13].

The *Dutch DIYBio*, despite its name, is not the only group in the Netherlands. It sprang up from three friends, in 2012, around a small “tinkering” project to develop a prototype quantitative PCR device for mobile malaria diagnosis; the Amplino,¹⁰ which attracted broad interest. The development of the Amplino could also be regarded as an early DIYBio entrepreneurship, although no far-reaching commercial plan was considered at the beginning. This example has shaped an important field of activity within DIYBio that re-configures well-established technology in order to develop simple, yet reliable, diagnostic devices. In remote and underdeveloped regions (e.g. rural Africa) where these devices are needed, commercially available technologies are usually too expensive, or simply impossible to operate without sophisticated supporting equipments. This example highlights that there are innovations that are overlooked by the established stakeholders in both the private and public sector. The success of Amplino proves that amateurs can re-configure devices into simple, yet reliable, versions.

Une professeure adjointe tchèque de l'Université nationale de Singapour relie dans ses recherches les *makerspaces* européens et asiatiques⁹. Elle voit les laboratoires de biologie de garage comme des lieux d'éducation, où convergent différents types de connaissances et de capacités. Il semble que les groupes de biologie de garage et les *makerspaces* dans les communautés rurales ont un rôle éducatif important, en particulier dans les pays en développement tels que l'Indonésie ou les Philippines. En collaboration avec un membre du réseau Hackteria, *diybio Singapore* a organisé une série d'ateliers et de conférences sur des thèmes qui variaient, selon le contexte géographique et socioculturel, depuis la cuisine jusqu'à l'évaluation de la biodiversité. La connexion entre Europe et Asie est unique et reflète un mouvement de la société civile qui traverse les frontières culturelles [13].

Malgré son nom, le groupe *Dutch DIYBio* n'est pas le seul des Pays-Bas. Il a été créé en 2012 par trois amis autour d'un petit projet de « bricolage » visant à développer un appareil de PCR en temps réel¹⁰, l'Amplino, qui a suscité beaucoup d'intérêt. Le développement de l'Amplino pourrait également être vu comme l'une des premières start-ups issues de la biologie de garage, bien qu'un projet commercial d'envergure n'ait pas été initialement prévu. Cet exemple a été formateur pour un domaine d'activités important au sein de la biologie de garage, qui vise à remanier des technologies bien établies pour développer des appareils de diagnostic simples mais fiables. Dans des régions isolées et sous-développées (comme par exemple en Afrique rurale), où ces appareils font défaut, le matériel disponible sur le marché est souvent trop cher ou tout simplement impossible à utiliser en l'absence d'équipements sophistiqués. L'exemple d'Amplino montre que des innovations sont possibles, qui sont ignorées par les acteurs conventionnels des secteurs privé et public. Le succès de ce projet prouve que des amateurs peuvent remanier des appareils pour en obtenir des versions simples mais fiables.

Since 2012, the *BioArt Laboratories* in Eindhoven, Netherlands, has focused on using art to interact with and involve the public. This particular art-oriented approach seems to be connected to the background of one of their key members; a trained and experienced artist. The artist, along with her collaboration partners, looks at ethics, methods and knowledge in biotechnology from an artistic perspective. They have already launched a very successful and prize-winning art project for the Designers & Artists 4 Genomics Award (DA4GA), and made an art-science project called “2.6 g 329 m/s” to produce bulletproof spider-silk enhanced skin [14].

Bringing European groups like these together was an important step to build up the DIYBio movement in Europe. In December 2012, La Paillasse organized a “kick-off” meeting to establish the European DIYBio community (www.diybio.eu), to provide a platform for joint collaborative projects. A second meeting took place in the Netherlands in June 2013, and further regular meetings are being planed.

Main challenges and outlook

The primary challenge for DIYBio Europe is the strict regulation of biotechnology by national authorities. Groups are well aware of the biosafety risks and several of them are starting the process to become a certified lab in order to be able to work with genetic engineering projects. Dutch DIYBio has been in the process of certification since early 2013, while La Paillasse and BiologiGaragen are planning to enter the process of certification. BioArt Laboratories has an assigned biosafety officer, and diybio Singapore gets advice from trained professionals. Until now, only Irish biohacker, Cathal Garvey, has successfully obtained a license to carry out genetic modification [15].

Depuis 2012, *BioArt Laboratories*, à Eindhoven aux Pays-Bas, utilise l'art pour impliquer le public et interagir avec lui. Cette approche spécifique, orientée vers l'art, semble liée au passé de l'un de ses membres principaux, artiste de formation et de carrière. Avec ses collaborateurs, celle-ci observe l'éthique, les méthodes et les connaissances de la biologie d'un point de vue artistique. Ils ont déjà lancé un projet artistique remarquable et primé au Designers & Artists 4 Genomics Award (DA4GA), nommé « 2.6 g 329 m/s », qui mêle art et science pour produire une peau à l'épreuve des balles en l'améliorant avec de la soie d'araignée [14].

Rassembler des groupes européens tels que ceux-ci était une étape essentielle de la construction du mouvement en Europe. Ainsi, La Paillasse a organisé en décembre 2012 une réunion de lancement pour mettre en place la communauté DIYbio Europe (www.diybio.eu) et créer une plate-forme pour des projets conjoints. Une deuxième rencontre a eu lieu aux Pays-Bas en juin 2013, et des réunions régulières sont prévues à l'avenir.

Principaux défis et perspectives

La première difficulté que rencontre la biologie de garage en Europe tient à la rigueur des réglementations mises en place par les autorités nationales en matière de biotechnologie. Les groupes sont bien conscients des risques liés à la biosécurité et plusieurs d'entre eux ont entamé les démarches pour devenir des laboratoires certifiés, capables de réaliser des projets de génie génétique. Dutch DIYBio suit la procédure de certification depuis début 2013, tandis que La Paillasse et BiologiGaragen comptent initier prochainement leurs démarches. BioArt Laboratories, pour sa part, a un responsable de la biosécurité attitré, et diybio Singapore reçoit les conseils de professionnels. À l'heure actuelle, seul le biohacker irlandais Cathal Garvey a pu obtenir une autorisation lui permettant de mener des expériences de modification génétique [15].

Another major challenge is to get a sustainable financial support [16]. The groups have no significant funding and practically all of the activities are self-funded. Passion and enthusiasm help to counterbalance the lack of financial resources. Nonetheless all the groups see external funding as important for steady and substantial development. To build a community and infrastructure, the first main step is to organize meetings and workshops. These eventually lead to collaborations with academic institutions, museums and the local culture scene. La Gaité Lyrique, Genopole, the Waag Society, TU/e, CSG Centre for Society and the Life Sciences, Baltan Laboratories, or the Danish Center for Synthetic Biology, and makerspaces like tmp/lab, Electrolab, or Labitat, provide(d) support (space, equipments, funding) to start workshops, hold exhibitions and help projects become fully operational. The more successful groups in Europe have also managed to get support from established institutions (e.g. museums, research institutions) in terms of space and equipment.

DIYBio groups in Europe are predominantly the result of the push by a few highly motivated individuals that frequently work or study in the area of bioscience or information technology [16]. Lack of dedicated leadership can result in the shutdown or inactivity of a group [9].

Observing the DIYBio groups in Europe, one might ask if the movement is a rather short-lived fashion, a reaction to the *Zeitgeist*, or if the groups, the structure of the community and the commitment of the key players are sustainable and long term [16].

Une autre difficulté importante pour les groupes est l'obtention d'un soutien financier stable [16] : ils ne reçoivent pas de financements importants et la quasi-totalité de leurs activités sont autofinancées. Si la passion et l'enthousiasme des acteurs aident à compenser le manque de ressources, tous les groupes considèrent cependant que des financements externes sont précieux pour permettre un développement appréciable et régulier. Pour former une communauté et une infrastructure, la première grande étape est l'organisation de rencontres et d'ateliers. Ceux-ci finissent par donner lieu à des collaborations avec des établissements universitaires, des musées et la scène culturelle locale. La Gaîté lyrique, Génopole, la Waag Society, l'Université technique d'Eindhoven, le CSG Centre for Society and the Life Sciences, Baltan Laboratories ou encore le centre pour la biologie synthétique de l'université de Copenhague⁷⁷, ainsi que des makerspaces tels que tmp/lab, Electrolab ou Labitat ont offert leur soutien (sous la forme d'espaces, d'équipements ou de financement) pour mettre en place des ateliers, organiser des expositions et aider à rendre des projets pleinement opérationnels. Certains groupes européens ont également réussi à obtenir le soutien, à travers des espaces de travail et du matériel, d'institutions établies, notamment des musées et des instituts de recherche.

Les groupes de biologie de garage européens résultent majoritairement des efforts de quelques individus très motivés qui travaillent ou étudient généralement dans le domaine des biosciences ou des technologies de l'information [16]. En l'absence d'un meneur impliqué, un groupe peut devenir inactif ou disparaître [9].

En observant les groupes européens, l'on peut se demander si ce mouvement est une mode plutôt éphémère, conséquence de l'air du temps, ou si les groupes, la structure de la communauté et l'engagement des acteurs essentiels sont durables [16].

⁷⁷ NDT: Danish Center for Synthetic Biology, <http://synbio.ku.dk/>

Our assessment is that DIYBio in Europe is here to stay, with new groups emerging across the continent and established groups growing in participants, projects and sophistication. The hype generated in the media around “biohackers” in the past years has brought a lot of attention to amateur biology. However, the groups are based on the solid work done by a dedicated core of enthusiasts.

There are few indicators to see DIYBio as a test-bed for biotechnology start-ups since its main goal is to provide non-profit, open source and open access biotechnology. Few DIY groups in Europe attempt to commercialize their products or skills, but prefer to provide research tools and protocols for the public. The impact on the future bioeconomy, however, should not be ignored. Not only does DIYBio level the playing field between experts and the public, it might also help to introduce a new culture of makers, sparking a greater and more common interest in biotechnology.

The combination of DIYBio and crowdfunding may have far-reaching consequences since future research projects can circumvent traditional funding sources and their established power structures. Therefore, it challenges established power constellations and perhaps will shape completely different focuses in research. The *Glowing Plants* project at kickstarter.com illustrates the different aspects of this potential.¹¹

Research objectives that have been left aside because of economic reasons, or which were considered as trivial, pointless or even unethical, can gain in importance as the financial and symbolic support increases and reaches a critical amount.

Nous considérons que la biologie *do it yourself* est en Europe pour y rester, au vu de l'émergence de nouveaux groupes sur tout le continent et du développement des groupes établis, que ce soit par le nombre de participants, par la quantité de projets ou par leur niveau de sophistication. L'engouement que les médias génèrent ces dernières années autour des « biohackers » a attiré une forte attention sur la biologie *do it yourself*, mais les groupes sont structurés par le travail important que fournit un noyau dur d'enthousiastes.

Il existe peu de signes qui permettent de voir la biologie de garage comme un banc d'essai pour des start-ups en biotechnologie, puisque son but principal est de permettre un accès non lucratif, libre et open source aux biotechnologies. Peu de groupes en Europe tentent de commercialiser leurs produits ou leurs compétences ; ils préfèrent offrir au public des outils et des protocoles de recherche. L'impact de ces groupes sur l'avenir de la bioéconomie ne devrait toutefois pas être négligé. Non seulement la biologie de garage égalise le terrain entre les experts et le public, mais elle pourrait également participer à la naissance d'une nouvelle culture de *makers*, suscitant un intérêt pour les biotechnologies plus grand et plus répandu.

La rencontre entre biologie *do it yourself* et financement participatif peut avoir des répercussions importantes : elle permet aux projets de recherche futurs de contourner les sources habituelles de financement et les structures de pouvoir qui y sont associées. Ainsi, elle met à l'épreuve les constellations de pouvoir existantes et formera peut-être des axes de recherche radicalement différents. Le projet *Glowing Plants* sur kickstarter.com est un exemple de ces possibilités¹¹.

Des objectifs de recherche qui avaient été abandonnés pour des raisons économiques, ou parce qu'ils ont été considérés comme sans intérêt, inutiles ou même contraires à l'éthique, peuvent gagner en importance si leur soutien financier et symbolique augmente jusqu'à atteindre un niveau suffisant.

Decisions on the meaning and the importance of innovations and liabilities are partly shifted to a non-expert public sphere. Not only could this process lead to cheap and accessible (medical) solutions, but when it comes to financial support and public awareness, it also creates a levelling process where, for example, cancer research can find itself face to face with projects rooted in pop culture. With this backdrop, a variety of small and dynamic research projects in collaboration with small communities, companies, or NGOs are possible. This initiates new production relations and methods, articulated by the exchange of and access to knowledge, for example, through open source systems, expertise exchange initiatives, patent pools, and open licensing. With the inclusion of the general public, designers, and artists, we might see the establishment of a participatory innovation process beyond the current producer-consumer distinction.

Acknowledgments

All authors gratefully acknowledge support from the Austrian Science Fund (FWF) project number I215-B17 and I490-B12, and MS from the EC FP7 projects SYN-ENERGENE (321488) and ST-FLOW (289326).

The authors have declared no conflict of interest.

Les décisions quant à la signification et à l'importance des innovations et les responsabilités sont en partie transférées vers une sphère publique non spécialiste. Ce processus pourrait non seulement apporter des solutions (médicales) bon marché et accessibles, mais, s'agissant de soutien financier et de sensibilisation du public, il induit également un mouvement d'aplanissement par lequel, par exemple, la recherche sur le cancer pourrait se retrouver à pied d'égalité avec des projets ancrés dans la culture populaire. Dans ce contexte, il est possible d'envisager une grande variété de petits projets de recherche dynamiques, en collaboration avec des communautés restreintes, des entreprises ou des ONG. Cela donne lieu à de nouveaux rapports et méthodes de production, articulés autour de l'accès au savoir et de son échange, par exemple via des systèmes open source, des initiatives d'échange d'expertises, des communautés de brevets et des licences ouvertes. L'inclusion du grand public, de designers et d'artistes pourrait donner lieu à l'établissement d'un processus d'innovation participative qui aille au-delà de l'actuelle distinction entre producteur et consommateur.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier pour leur soutien le Fonds autrichien pour la science (FWF) : projets I215-B17 et I490-B12, ainsi que les États-Membres du 7^e programme-cadre de la Commission Européenne : projets SYN-ENERGENE (321488) et ST-FLOW (289326).

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Texte 2 : Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols (extrait)

KERA, Denisa. *Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols* [en ligne]. *Journal of Peer Production*, 2012, 8 p. Disponible sur peerproduction.net/issues/issue-2/peer-reviewed-papers/diybio-in-asia (consulté en juillet 2017).

Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols

Denisa Kera

[...]

5. Indonesian fermentation-hacking: Bacteria want to be free

[...]

The DIYbio in Yogyakarta has a strong interests in flowers and plants, similar to the other emergent initiatives in the Southeast Asia region such as the Biomodd project in the in the Philippines connecting plants and computers in elaborate ecologies. Nevertheless, there is telling difference. While in the Philippines the plants are used for building future sustainable server farms (Biomodd), in Indonesia fruit and plants are used basically as a political medium for resolving social issues and questioning the global biotech networks. Following Japan, the flowers are even used for supporting the Creative Commons License in the first ever biopiracy flower protest, the “Common Flowers: Flowers Commons” project. The project started in Japan and Germany and was only promoted in Indonesia with a workshop, but provides a fascinating case study of a grassroots biopiracy response by developing nations to a GM patent. The Japanese and the Indonesian biopirates essentially reversed the “jailed” and genetically modified and patented blue carnation gene, and then released the reverse- engineered flowers back into nature. Since these plants are officially considered benign, it is not illegal to release them into the environment. The Japanese company that owns the patent decided to avoid public reactions against GM and then outsourced their “production” to South America. The blue Moondust carnation was developed by a Japanese beer-brewing company, Suntory, as the first commercially available genetically engineered flower.

Hackerspaces et biologie *do it yourself* en Asie : des open data, des kits et des protocoles pour relier la science et la communauté

Denisa Kera

[...]

5. Hacking de la fermentation en Indonésie : Les bactéries libérées

[...]

À Yogyakarta, les biohackers se montrent très intéressés par les fleurs et les plantes, à l'instar d'autres initiatives émergentes dans le sud-est asiatique telles que le projet Biomodd aux Philippines, qui crée des écosystèmes complexes en connectant plantes et ordinateurs. Il existe toutefois des différences notables : si aux Philippines les plantes sont utilisées pour créer de futures grappes de serveurs durables (Biomodd), les fruits et les plantes en Indonésie sont essentiellement un outil politique pour résoudre des problématiques sociales et remettre en question les réseaux mondiaux de la biotechnologie. Comme au Japon, le projet « Common Flowers / Flower Commons » (« Fleurs communes / Biens communs ») fait même des fleurs l'objet d'une licence Creative Commons dans le tout premier cas de biopiraterie utilisant les fleurs comme moyen de protestation. Ce projet a été initié au Japon et en Allemagne, et a seulement été diffusé en Indonésie via un workshop, mais il offre une fascinante étude de cas d'un mouvement populaire de biopiraterie en réponse à un brevet OGM dans des nations en développement. En résumé, les biopirates japonais et indonésiens ont reconstruit le gène « prisonnier », génétiquement modifié et breveté de l'œillet bleu, puis ont relâché les fleurs rétroconçues dans la nature. Puisque ces fleurs sont officiellement considérées comme sans danger, il n'est pas illégal de les libérer dans l'environnement. L'entreprise détentrice du brevet avait toutefois choisi d'éviter la réaction du public à l'encontre des OGM et d'externaliser sa « production » en Amérique du Sud. Suntory, une brasserie Japonaise, a développé l'œillet bleu lavande Moondust, la première fleur génétiquement modifiée à être commercialisée.

Although the company was granted permission to grow them in Japan, they simply outsourced production to Columbia, from where they ship their “fresh-cut flowers” worldwide. In the “Common Flowers” project the artist collective (BCL) reversed the plant growing process, cloning new plants from the purchased fresh-cut flowers using Plant Tissue Culture methods. Using DIY biotech methods involving everyday kitchen utensils and materials available at any supermarket and drugstore, in undisclosed locations and moments they “freed” the GM carnations back into nature to support the idea of creative commons and even bio-sharing: “By freeing (‘jail-breaking’) the flower from its destiny as a cut-flower and establishing a feral and more ‘natural’ population of blue carnations, the flower will be given a chance to reconnect to the general gene-pool and to join again the evolution through natural selection. Common Flowers hopes to touch is the question of patents on plants and on lifeforms in general. In particular what form of legal protection for their plants was granted and does the act of simply growing plants constitutes a violation of Suntory’s copyright. Is this reverse Bio-piracy?” (Fukuhara & Tremmel, 2010).

Bien qu'elle ait obtenu l'autorisation de faire pousser ces fleurs au Japon, l'entreprise a externalisé sa production en Colombie, d'où elle exporte mondialement ses « fleurs coupées ».

Pour le projet « Common Flowers », le collectif d'artistes BCL a inversé le processus de croissance de la plante : il a cloné des fleurs coupées pour en créer de nouvelles grâce à une technique de culture in vitro. Le collectif a employé des techniques de biotechnologie do it yourself utilisant des instruments de cuisine courants et des matériaux disponibles dans n'importe quel supermarché ou pharmacie. À des moments et dans des lieux gardés secrets, les artistes ont « libéré » les œillets génétiquement modifiés dans la nature pour promouvoir l'idée de biens communs et même de partage du vivant : « En se libérant (“s'évadant”) de son destin de fleur coupée et en établissant une population férale et plus “naturelle” d'œillets bleus, la plante aura l'opportunité de rejoindre le pool génétique commun et de retrouver l'évolution par la sélection naturelle. Common Flowers espère aborder la question des brevets sur les plantes et sur le vivant en général. Spécifiquement, quelle forme de protection juridique a été accordée à ces plantes, et est-ce-que le seul acte de les faire pousser constitue une violation du copyright de Suntory. S'agit-il de biopiraterie citoyenne ? » (Fukuhara & Tremmel, 2010).

This more socially and critically involved hacking is typical for the Asia DIYbio scene (except Singapore) due to its close ties with the EU based initiatives. An excellent verbal definition of this vision and style of DIYbio hacking was given in an interview with the BCL collective that created the “Common Flowers”: “Hacking has to be effortlessly elegant. A small gesture with a big outcome. With Bio-hacking in particular we mean the attempt to regain the power about our shared biological destiny. We need to get involved, we need to understand, we need to learn. Not only we as artists, but we as a society.” (Gfader, 2010) The strategy of “small gestures with a big outcome” uses a non-technological jargon to explain the basic low-tech and high-impact strategy of the DIYbio movement. In the Indonesian context they display their competence and commitment by using scientific protocols as a form of political protest and social empowerment, and not merely a medium for technological progress and scientific advancement.

Ce type de hacking plus engagé au niveau social et critique est typique de la scène asiatique de la biologie de garage (à l'exception de Singapour) du fait de ses liens étroits avec les initiatives européennes. Une excellente description de ce style et de cette vision du biohacking a été donnée lors d'une interview avec le collectif BCL, qui est à l'origine des « Common Flowers » : « Le hacking doit être naturellement élégant. Un petit geste avec un résultat important. Avec le biohacking en particulier, il s'agit de la tentative de regagner le pouvoir sur notre destinée biologique commune. Nous devons nous impliquer, nous devons comprendre, nous devons apprendre. Pas seulement nous les artistes, mais nous tous en tant que société. » (Gfader, 2010) La stratégie des « petits gestes avec un résultat important » explique avec un vocabulaire non technique la stratégie de base – basse technologie et impact élevé – de ce mouvement. Dans le contexte indonésien, les acteurs démontrent leur compétence et leur engagement en utilisant des protocoles scientifiques comme un moyen de protestation politique et d'empowerment social, et pas seulement comme une source de progrès technologique et scientifique.

Stratégie de traduction

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

- Dans le corps de la stratégie, les *italiques* sont employés uniquement pour les termes cités en anglais et les termes mis en évidence.
- Les passages soulignés indiquent les éléments du texte source et de la traduction ayant fait l'objet d'une attention particulière.

Présentation des textes

Texte 1 : *European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror*

Mon mémoire se base sur deux textes support, qui offrent un panorama global de la **biologie de garage** dans les principales régions où elle est pratiquée. Le premier texte, « *European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror* », a été écrit par Gunter Seyfried, Lei Pei et Markus Schmidt et publié par Bioessays. Le premier des auteurs a une formation à la fois artistique et scientifique, tandis que les deux autres ont des doctorats dans différents domaines de la biologie. BioEssays est une revue scientifique mensuelle qui publie des articles dans tous les domaines de la biologie. L'article en question a été publié dans la rubrique « Ex Laboratorio » de la revue, qui n'est pas nécessairement soumise à comité de lecture. Publié alors que l'intérêt des médias et du public pour le **biohacking** atteint son apogée, cet article constitue une analyse des principaux groupes de biologie de garage européens, centrée sur leur évolution et leur activité plutôt que sur les expériences qui y sont menées, dans le but de déterminer la viabilité du mouvement en Europe. Il compte également un encadré qui compare les orientations et l'environnement général des groupes européens et américains. Cet encadré occupe une place assez secondaire dans l'article, mais s'avère très intéressant pour la compréhension du développement des groupes de biologie de garage.

Texte 2 : *Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols (extrait)*

Le second texte, « *Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols* », a été écrit par Denisa Kera, philosophe et designer spécialisée dans les questions de **science ouverte** et de **science citoyenne**. Cet article a été publié par le Journal of Peer Production, une revue scientifique biannuelle dédiée à différents thèmes de la production entre **pairs**. Il propose un vaste panorama des hackerspaces asiatiques (notamment à Singapour, au Japon et en Indonésie), en se basant sur des exemples concrets

d'activité pour illustrer les orientations générales et la fonction sociale des groupes dans les différentes régions de l'étude. L'extrait que j'ai sélectionné présente une expérience réalisée, dans le cadre d'un projet artistique, au Japon, en Allemagne et en Indonésie. Il s'agit d'une expérience ostensiblement biologique (le clonage d'une plante en laboratoire), qui revêt également un message social (la libération du vivant dans la nature), illustrant ainsi très bien divers aspects et orientations de la biologie de garage.

Choix des textes

J'ai choisi ces textes car ils permettent à eux deux une vision complète de ce qu'est la biologie de garage : on y voit à la fois les groupes, leur image, leur développement et leurs activités, sur les trois continents où cette pratique s'est principalement développée. J'ai préféré combiner deux articles différents car, parmi les textes que j'ai pu consulter en anglais, aucun ne répondait à la fois aux exigences de l'ESIT (niveau de spécialisation, nombre de mots et richesse terminologique) et aux miens (présentation ou illustration intéressante du domaine) ; ce sont également en partie ces exigences qui m'ont conduit à sélectionner des textes analysant le biohacking de l'extérieur, à destination de professionnels des sciences sociales, plutôt que des exemples concrets d'expériences réalisées par ces laboratoires ouverts. En effet, les comptes-rendus d'expériences réalisées par des **biohackers** sont assez rares, généralement très succincts et le plus souvent destinés à être compris, sinon par le grand public, au moins par les amateurs avertis qui constituent la majeure partie de cette communauté. De tels textes auraient aussi présenté à mon sens le défaut de ne présenter qu'un élément spécifique de ce mouvement, qui se caractérise pourtant par sa grande diversité. L'article relatif à l'Asie aurait été assez long pour servir seul de support, mais je n'ai pas fait ce choix car un extrait plus long aurait eu peu de cohérence interne et n'aurait pas été plus intéressant dans le cadre de ce mémoire que la traduction de deux textes distincts.

Stratégie de traduction

Processus de la traduction

L'étape préliminaire indispensable était bien sûr une lecture approfondie de mes textes support, qui m'a permis de confirmer mon choix de textes, de faire un relevé préliminaire des difficultés qu'ils présenteraient et de prendre mieux connaissance des divers concepts qu'ils abordent, sur lesquels je me suis ensuite renseigné.

Cette étape préparatoire terminée, j'ai commencé par me documenter et lire une variété d'articles en français. J'ai lu dans la mesure du possible des textes ayant pour objet la biologie de garage, mais aussi divers articles qui ont le même public cible et les mêmes auteurs. J'ai pu ainsi m'imprégner de la phraséologie, des formulations et du style général utilisé par les sociologues s'intéressant à ces questions. Il est à noter que, s'agissant de la sociologie, il n'existe pas réellement de style strictement défini, et chaque auteur écrit plus ou moins à sa manière. Il ne me semblait donc pas pertinent ni peut-être même possible d'analyser objectivement la phraséologie de ces textes pour y découvrir une façon exacte d'écrire, mais ces lectures m'ont permis de repérer et de m'imprégner des formulations habituelles et de repérer certaines tournures fréquentes ou au contraire inusitées.

Immédiatement ensuite, j'ai pré-traduit le texte 2, sur SDL Trados Studio, en effectuant des recherches minimales : le but n'était pas ici d'obtenir un texte utilisable, mais avant tout de mettre en place les formulations et la phraséologie afin que toutes les versions futures du texte traduit aient un style approprié. Le style est en effet parfois difficile à analyser et à modifier après le premier jet et je souhaitais profiter des lectures encore fraîches à mon esprit pour écrire intuitivement d'une façon qui semblerait naturelle à mon public cible.

Ce premier jet rapide m'a également permis d'effectuer un repérage complet de toutes les difficultés qu'il me faudrait résoudre, tant du point de vue terminologique que du point de vue de la compréhension du texte, de certains concepts ou de l'interprétation de certaines phrases.

J'ai ensuite effectué les recherches nécessaires à la résolution des problèmes relevés, puis j'ai réalisé, sur la base de mon premier jet, une première véritable traduction des deux textes.

Je me suis cette fois concentré sur la terminologie et le sens, en réfléchissant mûrement à chaque fois qu'un élément présentait une ambiguïté. J'ai ainsi obtenu deux traductions qui respectaient à la fois les habitudes stylistiques d'un article français et l'intention des auteurs anglophones, soit la base minimale d'un travail acceptable. Suite à cette étape, j'ai exporté les textes traduits afin de les consulter hors du logiciel de TAO. Cela m'a donné plus de liberté pour les relire, peaufiner le style, réfléchir de nouveau à certaines questions et noter les points sur lesquels je devrais contacter mon spécialiste référent ou d'autres spécialistes. J'ai ainsi contacté trois personnes, qui ont répondu à certaines de mes interrogations et m'ont éclairé sur quelques points spécifiques. Il s'agit de mon spécialiste référent, Morgan Meyer, chercheur au LISIS (Laboratoire Interdisciplinaire Sciences Innovations Sociétés, qui fait partie de l'Institut Francilien Recherche Innovation Société) et maître de conférences à AgroParisTech, sans doute le sociologue français le plus au fait des questions relatives à la biologie de garage ; de Thomas Landrain, biologiste synthétique, fondateur et jusque récemment président du laboratoire La Paillasse et aujourd'hui président de Just One Giant Lab ; et enfin de Valérie Boisvert, économiste de l'environnement et professeure à l'Université de Lausanne, spécialiste des régimes d'appropriation des ressources. Leurs éclaircissements m'ont aidé à répondre à certains doutes au sujet mes traductions et à y revenir avec un regard plus affiné, me permettant ainsi de les finaliser.

Difficultés de traduction

Introduction et présentation des difficultés

Au cours de la traduction, j'ai rencontré des difficultés de natures variées. Il s'agissait de questions terminologiques, mais également de questions de reformulation, découlant de doutes relatifs au sens exact d'un passage ou d'incertitudes quant à la stratégie de reformulation la plus appropriée. Je détaillerai dans un premier temps certaines de ces difficultés de reformulation, avant de revenir sur les points qui m'ont arrêté en matière de terminologie.

Difficultés de reformulation

Dans le texte 1

Dans le texte 1, relatifs aux groupes européens, la première difficulté est l'expression « *hope, hype and horror* », présente dans le titre et reprise à plusieurs endroits du texte. Si j'ai finalement choisi des équivalents assez proches (« espoir, engouement et horreur »), ce choix a changé plusieurs fois au cours de la traduction. La première décision à prendre était celle de conserver cette structure de trois noms. Ce point a été rapidement résolu, car ce choix des auteurs ne relève pas d'une question purement stylistique, mais bien parce que la représentation médiatique du biohacking se fait sur trois axes : « *hope* », l'espoir souvent trop optimiste de solutions miracle à de nombreux maux ; « *hype* », l'effet de mode et l'engouement des médias comme du public pour la biologie de garage, que la presse ne manque pas de souligner ; « *horror* », la crainte elle aussi exagérée, contre-point de l'espoir porté par cette biologie qui, accessible à tous, pourrait tomber entre de mauvaises mains. C'est ce dernier élément qui m'a posé le plus de problèmes, car il m'a fallu déterminer exactement ce que cette « horreur » recouvrait. S'agissait-il de la crainte et l'appréhension du futur et du changement, de terreur vis-à-vis d'utilisations délibérément néfastes de l'outil biologique, du risque d'accidents dramatiques causés par des biologistes inexpérimentés ? J'ai finalement choisi le mot « horreur » qui, s'il est plutôt fort, peut évoquer une large variété de causes pour cette peur. Tout comme en anglais (même si je ne saurais l'affirmer, c'était peut-être l'intention des auteurs), « horreur » renvoie à un genre cinématographique et littéraire qui joue sur une peur

qui peut avoir de très nombreuses causes mais qui sont, en dehors de leur représentation, généralement peu réalistes. Cette référence m'a paru appropriée dans le cas présent. Cette idée cinématographique m'a conduit à envisager, pour « *hope* », d'autres mots tels que « utopie » ou « anticipation », mais j'ai finalement préféré ne pas aller plus loin que les auteurs et choisir le très général « espoir ». Enfin, le mot central, « engouement », était celui qui m'a paru le mieux à même d'exprimer sans exagération à la fois l'intérêt des médias et l'enthousiasme du public pour ce domaine. Du point de vue du sens, j'ai été finalement satisfait de cette traduction, mais il m'a été impossible de rendre correctement l'aspect stylistique et le rythme de l'expression originale, que j'ai dû abandonner.

Un autre point récurrent dans ce texte a été la question du nom de la « *do-it-yourself biology* », puisqu'il en existe en français plusieurs qui sont utilisés de façon pratiquement interchangeable. J'ai finalement choisi « biologie de garage », qui est le plus utilisé dans les articles scientifiques, et « biologie do it yourself », également très courant. J'ai préféré ne pas employer l'expression « biohacking », elle aussi fréquemment utilisée, car je ne souhaitais pas multiplier les synonymes. Ce terme ne sera par ailleurs pas entièrement inconnu d'un lecteur qui découvrirait le domaine avec ce texte, puisque son dérivé, « biohacker », est employé à plusieurs reprises. J'emploie malgré tout une fois le mot « biohacking », lorsqu'il est mis en contraste avec le « hardware hacking » : il m'a semblé important de conserver ce parallèle. Cela ne m'a toutefois pas conduit à préférer ce mot à « biologie do it yourself », car la notion même de « do it yourself » m'a semblé importante : son acronyme, s'il est peu courant en français, est assez fréquent dans les noms de groupes, et l'expression est reprise dans le texte au sujet de la médecine. Il était donc nécessaire qu'elle soit représentée dans le texte.

Dans le résumé de l'article, un élément sur lequel je me suis arrêté est l'expression « *we found that* ». J'avais en effet constaté que l'utilisation du « nous » dans les résumés était relativement courante, et m'étais donc décidé à conserver la première personne, mais c'était ici impossible à moins d'un calque inélégant tel que « nous trouvons que ». Il m'a donc fallu trouver une formulation impersonnelle, « cet article montre que ». Celle-ci induit un sens légèrement différent, mais ce glissement a peu d'impact et permet de mieux respecter les formes habituelles des résumés.

Dans la première partie de l'article, j'ai éprouvé des difficultés à rendre de façon élégante la phrase « *These amateur movements are important in encouraging public engagement with science* », et notamment l'idée d'importance. Après réflexion, j'ai estimé que le mot « *important* » véhiculait l'idée d'une fonction plutôt que d'un degré d'importance ou de nécessité. J'ai donc pu réécrire ma phrase en me basant sur cette nouvelle interprétation.

Dans l'encadré qui compare États-Unis et Europe, il m'a fallu réfléchir un moment avant de traduire la parenthèse « *mindings different state legislations* ». Si son sens était clair pour moi, il m'a paru nécessaire de l'expliquer plus en français, sans toutefois trop rallonger la phrase, puisque le concept des États fédérés qui appliquent des lois différentes au sein d'un même pays n'est pas présent en France. J'ai donc exprimé cette idée en m'efforçant d'allonger le moins possible la parenthèse.

La partie de l'article qui suit l'encadré, celle qui donne des exemples de laboratoires communautaires, m'a posé plusieurs problèmes. Le premier était la phrase « *the founder; a PhD student in SynBio and former iGEM participant, together with the help of his fellow teammates; members of hacker-groups like tmp/lab and Electrolab, and experienced scientists from institutions like La Gaité Lyrique, and Genopole* », difficile pour plusieurs raisons. Premièrement, je n'étais pas certain du lien entre chaque élément et du rôle des points-virgules qui les séparent. Ceux-ci servent en fait à introduire une description (c'est également le cas plus loin dans le texte). Ensuite, il m'a fallu déterminer si les « *fellow teammates* » incluait ou non les « *experienced scientists* ». Une recherche sur les membres fondateurs de La Paillasse a semblé indiquer une réponse positive, mais sans certitude. Cette hypothèse a finalement été renforcée par la résolution de la troisième difficulté, celle du rôle de « *together with* » : ces autres personnes ont-elles seulement aidé à fonder La Paillasse, ou étaient-elles membres de l'équipe pour le concours iGEM ? J'ai pu retrouver la liste des participants à l'édition en question du concours (celle de 2007) et comparer les noms avec ceux des fondateurs du laboratoire. Il est ainsi apparu que ces « *teammates* » n'ont participé qu'à la création de La Paillasse. Il m'a donc semblé logique que les « *scientists* » soient inclus dans ce groupe, bien que la grammaire les sépare des hackers.

J'ai dû, toujours dans cette même partie du texte, me poser la question du nommage des institutions publiques, pour le « *Medical Museion* » comme plus bas pour le « *Danish Center for Synthetic Biology* ». Ces deux institutions ont officiellement un nom en anglais, en plus de leur nom danois, ce qui rendait impossible d'affirmer que les auteurs auraient traduit le nom vers l'anglais s'il n'avait existé qu'en danois. L'usage en France semble favoriser la traduction, et c'est donc ce que j'ai choisi de faire. Cependant, il aurait été difficile (dans le cas du musée) voire impossible (pour le *Center for Synthetic Biology*) pour le lecteur de retrouver ces établissements à partir d'un nom traduit français. J'ai donc décidé d'indiquer en notes de bas de page l'un des deux noms officiels, d'une façon similaire à l'utilisation des notes dans le texte pour indiquer certaines adresses web. J'ai ici préféré omettre les noms danois, certainement plus usités, au profit de l'anglais, dont la compréhension par un lecteur Français est plus probable.

Un point sur lequel j'ai passé bien plus de temps que nécessaire a été la traduction de « *a colleague* » : j'ai parcouru les archives des deux groupes en question pour savoir s'il s'agissait d'*un* ou d'*une* collègue, mais je n'ai pas pu trancher avec une certitude absolue en faveur du masculin pour les événements en question. Je me suis finalement rendu compte que je pouvais éviter l'obstacle avec un nom qui ne dépende pas du genre de la personne.

Vers la fin de cette partie, les auteurs mentionnent un projet : « *They have already launched a very successful and prize-winning art project for the Designers & Artists 4 Genomics Award (DA4GA), and made an art-science project called "2.6 g 329 m/s"* ». Si la phrase indique qu'il s'agit de deux choses différentes, c'est bien « 2.6 g 329 m/s » qui a été primé ; je me suis donc permis de corriger cette inexactitude.

Finalement, les remerciements ont été une source de difficultés, car la formulation très compacte était difficile à comprendre. En plus d'adapter la phrase pour qu'elle corresponde à une formule plus habituelle en français, j'ai donc explicité les acronymes pour plus de lisibilité.

Dans le texte 2

Voyons maintenant le texte 2, relatif à l'Asie. La première question à résoudre survient dès les premiers mots : « *The DIYbio in Yogyakarta* ». Bien que ce ne soit pas explicite dans

l'extrait, l'auteure parle ici de la scène DIYbio de cette ville et en particulier du laboratoire communautaire HONF (House of Natural Fiber) qui est son noyau. Comme le précise l'auteure un peu avant l'extrait que j'ai traduit, le biohacking à Yogyakarta et dans toute la région du sud-est asiatique est essentiellement organisé autour des activités de ce laboratoire. La question se posait donc de savoir quelle information je devrais donner à un lecteur qui n'aurait accès qu'à mon texte traduit. La solution que j'avais initialement adoptée était de parler simplement du laboratoire communautaire, sans entrer plus dans les détails. Je me suis toutefois rendu compte que cela créait une incohérence car, alors que je nommais un groupe spécifique, l'auteur parle par la suite d'une tendance générale dans la ville et dans le pays entier. Il fallait donc offrir une vision plus large, et je me suis résolu à ne pas mentionner HONF. Il s'agissait en effet du seul groupe qui aurait été mentionné dans cet extrait et, si la publication dans son ensemble s'intéresse aux divers groupes de biologie de garage en Asie, ces éléments sont absents du passage que j'ai choisi de traduire. L'auteure ne parle ici que de deux projets (Common Flowers, qui est central, et Biomodd, seulement mentionné) et elle les situe uniquement par les pays qui en sont à l'origine plutôt que des groupes spécifiques. L'information que je souhaitais initialement inclure, ce lien entre un laboratoire et les pratiques dans la région et dans le pays, n'était donc utile ni à la compréhension du texte, ni au propos de l'extrait à traduire. L'information que je devais donner était donc seulement qu'il s'agissait des biohackers indonésiens basés à Yogyakarta.

J'ai choisi de fournir au lecteur une traduction du nom du projet artistique qui est l'élément central de cet extrait. Ce nom en français ne sera pas utilisé par ailleurs, mais il permettra à un lecteur non anglophone de se rendre compte de sa signification. Pour la partie « *Flower Commons* » du titre, j'avais envisagé de reprendre l'idée, « **Communs** des fleurs », mais la notion de Communs étant assez peu usitée en France, « **biens communs** » m'a semblé être une expression dont le sens serait plus clair. J'ai donc éliminé la mention des fleurs dans cette deuxième partie, pour conserver le format en deux paires de mots, transformant la symétrie entre les deux parties en parallélisme. J'ai également remplacé les deux points utilisés par l'auteure par une barre oblique, car c'est ainsi que les artistes à l'origine du projet l'écrivent.

Dans cette même phrase et la suivante, la « *biopiracy flower protest* » et la « *biopiracy response* » peuvent être interprétées de deux façons : une réaction face à la **biopiraterie**, ou une réaction qui utilise la biopiraterie. Si cette première interprétation peut sembler logique, puisqu'il s'agit bien de réagir au brevet d'une plante, le contexte indique que ce n'est pas le cas. En effet, le brevet en question ne représente pas un acte de biopiraterie, puisqu'il ne s'agit pas d'une fleur qui existe dans la nature. L'auteure confirme cette interprétation en définissant ceux qui ont « libéré » les fleurs comme des biopirates, dès la phrase qui suit. La biopiraterie est donc bien ici du côté de ceux qui protestent, et non la cible de ces actions.

L'auteure définit Suntory comme une « *beer-brewing company* ». Si l'activité de brasserie est bien la principale et historique de cette entreprise, c'est aujourd'hui loin d'être la seule, et la production de fleur OGM est bien loin de la fermentation de houblon. J'ai donc fortement hésité à ajouter ici des informations pour clarifier ce point, mais j'ai finalement décidé de garder uniquement la fonction par laquelle l'entreprise se définit afin de ne pas m'éloigner du propos du texte.

L'œillet dont il est question est vendu en anglais comme étant bleu, mais les vendeurs francophones le définissent comme étant couleur lavande (il est en effet plutôt violet). La question se posait donc de savoir comment appeler la couleur de la fleur. Deux éléments m'ont conduit à écrire « bleu » plutôt que « lavande » : d'une part, la lavande étant une couleur apparentée au bleu, utiliser ce terme générique serait imprécis mais pas incorrect ; d'autre part, la couleur exacte de la fleur n'étant pas utile au propos de l'article, ce manque de précision ne nuirait donc pas à la traduction, ni à la possibilité pour le lecteur de trouver des photos des fleurs en question, puisque seuls des recherches mentionnant le nom de la fleur fournissent des résultats pertinents, et ce tant avec la couleur « lavande » que « bleue ». J'ai toutefois précisé, lorsque cette fleur était nommée, que le « *blue Moondust carnation* » était bien de couleur « bleu lavande ». L'imprécision ne subsiste ainsi que peu de temps.

Un peu plus loin, l'extrait indique « *Using DIY biotech methods involving everyday kitchen utensils and materials available at any supermarket and drugstore, in undisclosed locations and moments they “freed” the GM carnations* ». Malgré ce qu'implique la structure

de la phrase, il semble pourtant logique que ces méthodes et outils ont été utilisés pour créer les plantes (c'est là le principe de la biologie de garage) et non pas pour replanter les fleurs (des outils de jardinage sont ici plus adéquats et tout aussi accessibles). J'ai donc choisi de couper cette phrase pour réorganiser les liens logiques.

Difficultés terminologiques

Dans le texte 1

Passons maintenant aux difficultés terminologiques rencontrées dans le texte 1. Le premier terme à poser une difficulté est « *amateur science* » : si ce terme est assez courant en anglais, il n'a pas d'équivalent en français, où l'on préférera parler des personnes, à savoir les « scientifiques amateurs ». Il ne s'agit pas là d'un point particulièrement difficile à résoudre car le terme français est lui aussi courant, mais cette absence d'équivalent direct vaut la peine d'être remarquée.

Au terme « *citizen science* », dans le résumé, j'ai choisi comme équivalent « science citoyenne ». Il s'agit a priori d'une correspondance partiellement inexacte car, si les deux termes impliquent la participation de non-spécialistes à des recherches, la définition du terme français n'inclut généralement pas les recherches conduites exclusivement par des amateurs et insiste plutôt sur l'interaction entre spécialistes et non-spécialistes. Cela reste toutefois le terme le plus adapté pour exprimer l'idée des auteurs sans trop de lourdeurs, puisque la question de savoir qui crée les projets scientifiques (uniquement des spécialistes pour le terme français, mais potentiellement des amateurs pour le terme anglais) est ici secondaire, et l'accent est porté sur la participation aux expériences de nombreux non-spécialistes. De fait, l'usage actuel de ce terme semble confirmer cette interprétation : malgré la définition qui en est habituellement faite, ce terme est aujourd'hui aussi utilisé pour désigner les pratiques scientifiques conduites exclusivement par des amateurs, sans le concours de professionnels, et les définitions se font

plus larges et moins restrictives⁷⁸. On constate donc que l'évolution des pratiques s'accompagne d'une évolution dans le sens du terme qui les désigne.

Dans la première partie de l'article, le terme « *avocation* » est utilisé pour décrire la biologie de garage. Il n'a pas d'équivalent général en français, et cette idée pourra être exprimée différemment selon les contextes. Dans le cadre de la biologie de garage, on parlera essentiellement d'un **hobby**, c'est donc ce terme que j'ai choisi d'utiliser.

L'expression « *microbial screening* », bien qu'elle soit utilisée ici pour parler d'expériences particulières, ne correspond pas à une réalité unique : elle est utilisée, selon les cas, pour parler de l'identification de microbes, de leur détection, ou encore de leur utilisation dans la détection d'autres éléments. S'agissant des laboratoires de biologie de garage, j'ai choisi de parler d'**analyse microbiologique**, car il s'agit d'une expérience plutôt répandue, qui avait donc de fortes probabilités de correspondre à la pensée des auteurs.

Le terme « *environmental monitoring* » correspond, selon le contexte et le type de mesures effectuées, à plusieurs expressions. Le terme le plus fréquent est « suivi environnemental », qui s'utilise lorsqu'il s'agit d'évaluer la gestion des déchets, l'application des mesures de protection de l'environnement ou le suivi de l'impact d'un chantier ou d'une infrastructure. Le terme « surveillance environnementale » se rapproche plus du sens recherché, mais indique plutôt une prise de mesures sur une période longue. J'ai finalement préféré « observation de l'environnement ». Cette expression a des acceptions plus variées que les précédentes, et s'utilise notamment dans un contexte de participation citoyenne.

La notion de « *hardware hacking* » peut la plupart du temps, faute d'un réel équivalent, être traduite par « bricolage ». Cependant, ce terme anglais est parfois utilisé en français,

⁷⁸ Dans leur rapport sur Les Sciences participatives en France, François Houllier et JeanBaptiste Merilhou-Goudard définissent celles-ci comme « les formes de production de connaissances scientifiques auxquelles des acteurs non-scientifiques-professionnels, qu'il s'agisse d'individus ou de groupes, participent de façon active et délibérée ».

HOULLIER, François, MERILHOU-GOUDARD, Jean-Baptiste. Les Sciences participatives en France : État des lieux, bonnes pratiques & recommandations [en ligne]. 2016, Rapport pour le Ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 63 p.

notamment lorsqu'il s'agit de le démarquer du « *software hacking* » (le hacking tel que le terme est utilisé en français, limité à la programmation informatique) et parfois du « *wetware hacking* » (le biohacking, qui touche, lui, au domaine du vivant). Ces trois expressions sont plutôt rares, et aucune de ces trois expressions n'est couramment utilisée seule, mais elles surviennent parfois lorsqu'il s'agit de spécifier le support de travail, ou au contraire, comme c'était le cas dans ma traduction, pour rapprocher deux ou trois de ces modalités du « hacking », car la similitude visible entre ces termes souligne le rapprochement entre ces pratiques qui se distinguent essentiellement par le support auquel chacune s'intéresse.

J'ai longuement cherché des exemples de « *supporting equipments* » afin de savoir de quoi il s'agissait, avant de me rendre à l'évidence qu'il ne s'agissait pas d'un terme en anglais. Au terme de quelques recherches infructueuses en français, j'ai finalement demandé à un médecin de ma connaissance s'il existait un terme général pour désigner les équipements nécessaires à la bonne utilisation d'appareils médicaux. La réponse étant négative, j'ai donc pu traduire cette expression simplement par « équipements »

Dans le texte 2

Le terme « *open data* », présent dans le titre du texte 2, peut se traduire de diverses manières en français, notamment « données ouvertes » ou « open data ». Aucune des deux ne se démarquant particulièrement par sa fréquence d'utilisation, j'ai choisi de demander à mon spécialiste référent laquelle lui semblait la plus naturelle, et ai conservé son choix.

L'auteure parle, pour la reproduction des fleurs, de « *Plant Tissue Culture methods* ». Il s'agit d'une vaste gamme de techniques, parfois appelées collectivement « **culture de tissus végétaux** » ou parfois « culture artificielle de tissus ». Ces deux termes sont cependant assez rares et utilisés dans une acception plutôt générique, il m'a donc semblé pertinent d'utiliser un terme plus restreint. Une vidéo⁷⁹ de l'expérience menée par le groupe et une discussion avec le biologiste Thomas Landrain, m'ont amené à déterminer que la technique employée par les

⁷⁹ BCL, *Common Flower / Flower Commons – Installation Video* [en ligne]. 2009. Disponible sur <vimeo.com/61853507> (consulté en juillet 2017).

biohackers était vraisemblablement celle de la culture de méristèmes, une technique répandue et utilisable sur les œillets. Afin de ne pas ajouter trop de précisions par rapport au terme générique employé par l’auteure et pour garder un terme qui soit compréhensible par des personnes ignorant la biologie des plantes, j’ai préféré parler de « **culture *in vitro*** », un terme polysémique qui est, dans son acception la moins courante, synonyme de culture artificielle de tissus. Son sens le plus courant le rend synonyme de micropropagation, un ensemble de techniques qui inclut la culture de méristèmes et qui représente l’essentiel des pratiques actuelles de culture de tissus végétaux. Ainsi, le choix de cette expression constitue une clarification pour un lecteur ne connaissant pas la biologie, et pour un lecteur plus versé dans ce domaine un ajout de sens minime qui ne distordra vraisemblablement pas l’interprétation des faits.

La traduction de « *feral* » est simple lorsqu’il s’agit d’animaux, mais il m’a fallu vérifier si ce terme ou un autre était utilisé s’agissant de plantes, qui ne sont pas connues pour échapper à la domesticité. J’ai pu finalement confirmer que « féral » était effectivement utilisé, bien qu’il ne corresponde pas à une définition unique lorsqu’il s’agit de plantes⁸⁰.

La notion qui m’a donné le plus de difficultés est celle de « *reverse Bio-piracy* » : il s’agit d’une notion importante pour le texte, qui pourrait potentiellement en arriver à représenter une réalité particulière, mais qui n’existe pour le moment qu’à propos du seul projet artistique qui faisait l’objet de mon texte. Mes recherches m’ont en effet montré que ni ce terme ni aucune idée directement semblable ne figure dans les divers domaines qui y ont trait, que ce soit en anglais ou en français. Bien que l’expression ne soit pas nécessairement appelée à devenir un terme, je lui ai appliqué une démarche de création (ou plutôt d’adaptation) terminologique. M’étant documenté sur les différents aspects de son terme parent, la biopiraterie, et ayant longuement réfléchi au sens que les différents auteurs (ceux du projet comme celle de l’article)

⁸⁰ Haut Conseil des biotechnologies. Commentaires sur le projet de document de l’OCDE sur les considérations environnementales relatives à l’évaluation des risques associés à la dissémination des plantes génétiquement modifiées [en ligne]. 2011, Paris : Haut Conseil des biotechnologies. Disponible sur <hautconseildesbiotechnologies.fr/files/file_fields/2015/06/29/110509ocdeconsiderationsenvironnementalescommentairescshcb.pdf> (consulté en juillet 2017).

voulaient donner à « *reverse bio-piracy* », j'ai finalement supposé que « biopiraterie inverse » serait à même d'exprimer en français cet acte de diffusion dans la nature d'une plante détenue par une entreprise (soit l'inverse de l'appropriation par une entreprise d'une plante présente dans la nature). Cette expression présentait également l'avantage d'être proche de l'anglais, facilitant ainsi pour un éventuel lecteur l'établissement d'une équivalence entre ces deux termes sans définition. Avant de valider ce choix, j'ai toutefois décidé de contacter Valérie Boisvert pour lui demander son avis en tant que spécialiste des questions d'économie de la biodiversité. Celle-ci a établi un rapprochement entre la « *reverse biopiracy* » et les actions menées pour dénoncer les pratiques des grands semenciers, qui sont généralement qualifiées de « citoyennes ». Elle m'a donc suggéré « **biopiraterie citoyenne** » comme possible équivalent. Cette expression évoquait à mon sens une idée un peu différente, celle du dépôt par un collectif « citoyen » d'un brevet, une action de biopiraterie visant à barrer la route à la biopiraterie par un grand semencier. Considérant que mes recherches préalables ne me permettaient pas de départager de façon impartiale ces deux expressions, j'ai consulté quelques personnes de mon entourage ainsi que Thomas Landrain, pour connaître les idées que chacune leur inspirait. Il en est ressorti que « biopiraterie inverse » était pour la plupart moins évocateur que « biopiraterie citoyenne », mais que cette dernière expression évoquait des concepts plus ou moins éloignés de l'idée des artistes cités dans le texte original. J'ai finalement choisi cette expression, car il m'a semblé préférable pour le lecteur de rencontrer un terme qu'il pourra comprendre instinctivement, même si le sens qu'il lui apportera est plus général que celui voulu par la citation originale. De plus, mon choix a été conforté par mon interprétation de la pensée de l'auteure par rapport à celle des artistes à l'origine de « Common Flowers / Flower Commons » : alors que ceux-ci se demandent seulement s'ils ont commis l'inverse d'un acte de biopiraterie (et potentiellement un délit), l'auteure perçoit leur projet artistique comme une initiative citoyenne qui se rapproche d'autres actions menées contre la privatisation du vivant. Ainsi, « biopiraterie citoyenne » est un choix plus clair pour le lecteur et probablement plus proche de la pensée de l'auteure dans l'extrait traduit, au détriment peut-être de l'exactitude par rapport au vouloir dire des artistes cités par l'auteure.

Enfin, j'ai consulté mon spécialiste référent s'agissant de « *social empowerment* ». La notion d'empowerment peut se traduire de diverses manières en français, et deux d'entre elles, « émancipation sociale » et « empowerment social », me semblaient pertinentes. Cette deuxième expression, bien que peu fréquente, avait ma préférence car, si « empowerment » en français est perçu comme ayant acquis des acceptions différentes de l'anglais, il reste l'équivalent le plus proche dans de nombreuses situations. J'hésitais toutefois à employer cette expression, de peur de commettre un anglicisme injustifié. J'ai donc posé la question à Morgan Meyer, qui m'a finalement conseillé de conserver « empowerment », confirmant qu'il était aujourd'hui bien intégré à la langue française dans ce domaine.

Observations diverses

J'ai utilisé pour la première étape de ma traduction le logiciel de traduction assistée par ordinateur SDL Trados Studio. Ce logiciel présente l'avantage d'un bon traitement des fichiers au format PDF, qui m'a été utile pour le texte 1. Cependant, le logiciel n'a pas su gérer le formatage en colonnes du texte, ce qui m'aurait obligé soit à abandonner cet outil soit à réorganiser manuellement le texte si je n'en avais pas trouvé une version présentée différemment. La traduction assistée par ordinateur m'a finalement été assez peu utile, car mes textes ne présentaient pas de répétitions significatives. Le comptage des segments traduits et à traduire fourni par Trados Studio était toutefois intéressant, car il m'a permis de mieux me rendre compte de l'avancement de mon travail. En conséquence, il me semble que ce logiciel peut être utile dans certaines circonstances, mais qu'il convient d'abord d'étudier le texte source afin de vérifier que son utilisation est pertinente.

Conclusion

La réalisation de ce projet m'a permis de traduire dans une situation différente de celle connue pour les cours de l'ESIT et plus proche de la réalité du travail d'un traducteur professionnel. Ce travail entièrement autonome sur un texte plus important et destiné à être véritablement lu par un spécialiste du domaine offre ainsi une perspective différente et stimulante. Ces traductions m'ont aussi permis de réaliser que, même lorsqu'un texte traite spécifiquement d'un sujet, il fait souvent référence à d'autres domaines qu'il est aussi nécessaire de savoir appréhender. Mes relations avec les experts que j'ai contactés m'ont montré combien ils étaient précieux lorsqu'il m'était impossible de résoudre certains problèmes avec une certitude raisonnable, en partie à cause de ma connaissance limitée du domaine et des thèmes connexes. J'ai aussi pu constater l'importance de choisir précisément les spécialistes à contacter en fonction de leur compétence spécifique, car les disciplines d'un domaine sont plus différentes pour un expert que pour celui qui aborde le sujet d'un point de vue extérieur. Pour finir, la réflexion sur ma démarche de traduction et sur les recherches que j'ai effectuées, nécessaire à la rédaction de cette partie du mémoire, m'a permis de prendre mieux conscience de mon travail et de ma capacité à traduire, à effectuer des recherches et, finalement, à agir en tant que traducteur professionnel.

Analyse terminologique

Fiches terminologiques

Liste des fiches terminologiques

Vedette française	Numéro de la fiche	Vedette anglaise
biologie DIY	1	biohacking
biopiraterie citoyenne	2	reverse biopiracy
code-barres ADN	3	DNA barcoding
communauté de brevets	4	patent pool
culture artificielle de tissus	5	plant tissue culture

Comment lire une fiche terminologique

Les fiches terminologiques ci-après sont constituées de tout ou partie des champs suivants :

- VE VEdette (terme faisant l'objet de la fiche et ses synonymes)
- FR/EN FRançais/ENglish
- DF DÉFinition de la vedette
- DOM DOMaine (en français, source : www.granddictionnaire.com)
- CTX ConTeXte
- COL COLlocations
- ID IDentification de l'auteur :
 - Bureau Émetteur (organisme pour lequel la fiche a été rédigée) : ESIT
 - Collection terminologique à laquelle appartient la fiche : MEM17
 - Auteur de la fiche : RCO = Rémi Coutant
- Notes :
 - EXP = renseignements encyclopédiques qui ne font pas partie de la définition
 - USG = indications relatives à l'USaGe, au niveau de la langue, au registre, à la région, etc.
 - GRM = indication GRaMmaticales
 - ETY = ETYmologie
 - DER = mots DÉRivés
 - ANT = ANTONyme
 - SPE = termes SPÉcifiques
 - GEN = termes GÉNériques
 - REL = renvois associatifs à d'autres termes
- RF RÉFérences (sources bibliographiques)

Fiche 1

VE FR	biologie de garage [1], biohacking [2], DIY bio [3], DIYbio [4], biologie DIY [5], biologie do it yourself [6], biologie do-it-yourself [7], biologie participative [8], do it yourself biology [9], do-it-yourself biology [10]	
DF	Mouvement visant à rendre la biologie accessible aux citoyens et aux amateurs et à réaliser des études scientifiques en biologie en dehors des institutions	
DOM	biologie	
CTX	Les premiers laboratoires associatifs de biologie <i>do-it-yourself</i> ont été créés dans les années 2010 et 2011 (comme Genspace à New York, La Paillasse à Paris ou BiologiGaragen à Copenhague) et on en compte actuellement environ 75 à travers le monde.	
ID	ESIT MEM17 RCO	
NT	USG	[1] est surtout employé par les sociologues [9] et [10] et [11] sont rarement utilisés [5] et [10], « DIY » est prononcé à l'anglaise : /,diar'wai/ [3] et [4] sont prononcés à l'anglaise : /,diar'wai bar'a/ [9] et [10], « biology » est généralement prononcé à l'anglaise : /bar'olədʒi/
	GRM	Nom féminin, sauf [2] nom masculin ; [3], [9] et [10] nom masculin ou féminin
	REL	grinding, maker, bricolage, hacking, biohacker
RF	BAGNOLINI, Guillaume. Le biohacking comme participation à la science. Lille : <i>Actes des 4^{èmes} journées doctorales sur la participation et la démocratie participative</i> , 13 et 14 novembre 2015. ISSN : 2271-7994 [1] [2] [4] [10] [SEC DF] ; MEYER, Morgan. Bricoler le vivant dans les garages : Le virus, le génie et le ministère [en ligne]. <i>Terrain</i> , 2015, 64 [3] [5] ; UNIL. Café du vivant / Biologie do it yourself : vers une démocratisation des sciences du vivant ? UNIL Médiation scientifique [en ligne]. Disponible sur <wp.unil.ch/mediationscientifique/cafe-du-vivant-biologie-do-it-yourself-vers-une-democratisation-des-sciences-du-vivant> (consulté en juillet 2017) [6] ; Musée des arts et métiers. Biohacking, la biologie participative Musée des arts et métiers [en ligne]. Disponible sur <arts-et-metiers.net/musee/biohacking-la-biologie-participative> (consulté en juillet 2017) [8] ; MEYER, Morgan, WILBANKS, Rebecca, Entre le garage, le public et le marché : Valuations de la biologie do-it-yourself [en ligne]. In LECLERC, Olivier (dir), Savants, artistes, citoyens : tous créateurs ? Québec : Éditions science et bien commun, 2017 [7] [9] [SEC DF] [CTX]	

Fiche 1

VE EN	biohacking [1], DIYbio [2], DIYBio [3] DIY biology [4], do-it-yourself biology [5], DIY bio [6], amateur biology [7], do-it-yourself bio [8]	
DF	A movement that seeks to remove obstacles that prevent participation by hobbyists, small entrepreneurs and curious individuals, encompassing activities involving lab research outside of traditional settings.	
DOM	biology	
CTX	It is believed that DIYBio groups and makerspaces in rural communities play important educational roles, especially in developing countries, like Indonesia or the Philippines.	
ID	ESIT MEM17 RCO	
NT	HOM	[1] also refers to grinding, the practice of managing your own biology using medical, nutritional, physical, or electronic techniques.
	REL	grinding, maker, do-it-yourself, hacking, biohacker
RF	SCHMIDT, Markus, SEYFRIED, Günter, PEI, Lei. <i>European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror</i> . 2014, <i>Bioessays</i> , 36 [1] [2] [3] [5] [7] [CTX]; Waag Society. <i>What exactly id DIY Bio? – Waag Society</i> [online]. Available at <waag.org/en/news/what-exactly-diy-bio> (as of July 2017) [4] [6] [8]; BURKETT, Thomas, SCHEIFELE, Lisa Z. <i>The First Three Years of a Community Lab: Lessons Learned and Ways Forward</i> [en ligne]. 2016, <i>Journal of Microbiology & Biology Education</i> , 17(1) [SEC DF]; Supplement Police. <i>The Beginner's Guide to Biohacking: What Is It & How To Do It</i> [online]. Available at <supplementpolice.com/health-guides/biohacking> (as of July 2017) [HOM]	

Fiche 2

VE FR	biopiraterie citoyenne [1]
DF	Appropriation et libération dans la nature ou mise à disposition du public de ressources biologiques ou génétiques brevetées, sans l'autorisation du détenteur de ce brevet.
DOM	propriété intellectuelle
CTX	[...] est-ce-que le seul acte de les faire pousser constitue une violation du copyright de Suntory. S'agit-il de biopiraterie citoyenne ?
ID	ESIT MEM17 RCO
NT	USG [1] hapax ANT biopiraterie
RF	COUTANT, Rémi, traducteur, ESIT, Paris, sur consultation de BOISVERT, Valérie, professeure ordinaire, Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne, Lausanne, 2017 [1] [DF]; COUTANT, Rémi (trad), KERA, Denisa, Hackerspaces et biologie <i>do it yourself</i> en Asie : des open data, des kits et des protocoles pour relier la science et la communauté. non publié [CTX]

Fiche 2

VE EN	reverse biopiracy [1]
DF	The practice of appropriating and releasing to the public or into nature of patented biotechnological or genetic material, without authorisation of the patent-holder.
DOM	intellectual property
CTX	Reverse 'biopiracy' of Bt cotton genes from Monsanto has been both hailed as the act of an indigenous 'Robin Hood' and denounced as a slippery slope of biological pollution and genetic roulette.
ID	ESIT MEM17 RCO
NT	USG [1] neologism ANT biopiracy
RF	KERA, Denisa. <i>Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols</i> . <i>Journal of Peer Production</i> , 2012 [1]; COUTANT, Rémi, translator, ESIT, Paris, 2017 [DF]; GOLD, Ann G., HERRING, Ronald J. <i>Biology and Utility, Meanings and Histories</i> . <i>Economic and Political Weekly</i> , 2005, 40(38) [CTX]

Fiche 3

VE FR	code-barres ADN [1], barcoding moléculaire [2], DNA barcoding [3], barcoding ADN [4], code-barres moléculaire [5], barcoding [6]	
DF	Méthode consistant à utiliser un fragment standard du génome comme marqueur génétique pour la discrimination des espèces.	
DOM	biologie moléculaire	
CTX	La taxonomie doit privilégier la qualité à la quantité, et éviter les descriptions superflus générées de façon automatique par le barcoding moléculaire ou arbitraire par des botanistes peu scrupuleux. [sic]	
ID	ESIT MEM17 RCO	
NT	EXP	Le fragment choisi pour le règne animal est un morceau du gène mitochondrial CO1, codant pour la Cytochrome c Oxydase.
	USG	Pour les écologistes, inclut également toute technique d'analyse de l'ADN pour l'identification de taxons.
	DER	metabarcoding, barcoding gap
	HOM	[1], [5] et [7] désignent également le fragment d'ADN utilisé dans cette méthode
RF	DECAËNS, Thibaud, PORCO, David, ROUGERIE, Rodolphe. Le Barcoding ADN : un outil pour étudier la biodiversité des invertébrés terrestres. 2013, <i>Société Française d'Écologie</i> [1] [2] [3] [4] [SEC DF] [EXP]; ControverSciences, Université de Montpellier. <i>ControverSciences.org</i> . Disponible sur <controverciences.org/timelines/le-barcoding-outil-efficace-pour-la-classification-des-especes> [6] [7] [SEC DF]; HADRION, Laurent. Evolution et systématique du genre <i>Arundo</i> L. (Poaceae), et conservation d'une endémique ligurienne : interactions Homme/Biodiversité en Méditerranée. 2013, <i>Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine continentale</i> [CTX]; COISSAC, Éric, POMPANON, François, TABERLET, Pierre. <i>Metabarcoding</i> , une nouvelle façon d'analyser la biodiversité. 2011, <i>Biofutur</i> , 30(319) [5] [SEC USG]	

Fiche 3

VE EN	DNA barcoding [1]	
DF	A system of species identification and discovery using a short section of DNA from a standardized region of the genome.	
DOM	molecular biology	
CTX	Shifts in nucleotide composition of the mitochondrial genome similarly fail to impact the resolution of DNA barcoding, as evidenced by success in groups, such as birds, with high G+C composition and others, such as spiders, with extreme A+T bias	
ID	ESIT MEM17 RCO	
NT	EXP	The gene region that is being used for almost all animal groups is a 648 base-pair region in the mitochondrial cytochrome c oxidase 1 gene ("CO1").
	DER	metabarcoding, divergence moléculaire
RF	International Barcode of Life. <i>What is DNA Barcoding ? iBOL</i> [online]. Available at < ibol.org/phase1/about-us/what-is-dna-barcoding > (as of July 2017) [1] [DF] [EXP]; GREGORY, T. Ryan, HEBERT, Paul D. N. <i>The Promise of DNA Barcoding for Taxonomy</i> . 2005, <i>Systematic Biology</i> , 54(5) [CTX]	

Fiche 4

VE FR	communauté de brevets [1], patent pool [2], pool de brevets [3], accord de regroupement de brevets [4], accord de regroupement de technologies [5]
DF	Accord par lequel deux parties ou plus regroupent un ensemble de technologies qui sont concédées non seulement aux parties à l'accord, mais aussi à des tiers.
DOM	propriété intellectuelle
CTX	La Commission, suivant une fois de plus l'exemple américain, a accepté les trois arguments principaux justifiant la constitution d'une communauté de brevets, tout en cherchant à limiter le pooling à ce qui est justifié et indispensable, ainsi que ses effets restrictifs à ce qui est inévitable.
ID	ESIT MEM17 RCO
NT	USG [4] désigne spécifiquement l'accord plutôt que son résultat [5] utilisé essentiellement dans la législation européenne
RF	ULLRICH, Hanns. Propriété intellectuelle, concurrence et régulation – limites de protection et limites de contrôle. 2009, <i>Revue Internationale de Droit Économique</i> , XXIII(4) [1] [CTX] ; VIVANT, Michel (dir), ZIMMER, Antoine. Patent Pools et droit de la concurrence [en ligne]. Mémoire de master Droit européen et international de la propriété intellectuelle. 2013, Strasbourg : CEIPI Université de Strasbourg [2], [3] COMMISSION EUROPÉENNE. Communication de la Commission — Lignes directrices relatives à l'application de l'article 81 du traité CE aux accords de transfert de technologie (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). Journal officiel n° C 101 du 27/04/2004 p. 0002 – 0042 [4] [5] [SEC DF]

Fiche 4

VE EN	patent pool [1], pool [2], technology pool [3]
DF	An agreement between two or more patent owners to license one or more of their patents to one another or to third parties.
DOM	Intellectual property
CTX	Given such efficiency improving nature of the collaboration, antitrust authorities have approved the standard-specifying pool under the conditions of establishing the safeguard mechanism against anticompetitive abuse, such as the restriction of the scope of licensing to essential or complementary patents and the guarantee of the freedom to bypass the pool
ID	ESIT MEM17 RCO
NT	USG [2] is only used to avoid repetition, when the context is unambiguous
RF	WIPO. <i>Patent Pools and Antitrust – A Comparative Analysis</i> . 2014, <i>World Intellectual Property Organization</i> [1] [3] [DF]; AOKI, Reiko, NAGAOKA, Sadao. <i>Coalition Formation for a Consortium Standard Through a Standard Body and a Patent Pool: Theory and Evidence from MPEG2, DVD and 3G</i> . 2005, <i>Institute of Innovation Research, Hitotsubashi University</i> [2] [CTX]

Fiche 5

VE FR	culture artificielle de tissus [1], culture de tissus végétaux [2], culture in vitro [3]	
DF	Maintien et croissance de cellules, de tissus, d'organes et de plantes entières in vitro sur un milieu nutritif artificiel, dans des conditions de culture aseptiques et contrôlées	
DOM	culture cellulaire	
CTX	Bien que la culture de tissus végétaux se fasse souvent sur un milieu solide, contenant de l'agar, les tissus peuvent aussi être cultivés en milieu liquide.	
ID	ESIT MEM17 RCO	
NT	USG	[1] et [2] sont peu usités, le nom d'une technique plus spécifique est généralement employé plutôt que ces termes génériques.
	HOM	[3] est plus fréquemment un synonyme de micropropagation
	SPE	micropropagation
RF	FloraQuebeca. culture de tissus végétaux :: FloraQuebeca [en ligne]. Disponible sur < floraquebeca.qc.ca/culture-de-tissus-vegetaux > (consulté en juillet 2017) [1] [SEC DF] ; EVRARD, Charles-Marie (rev), HOPKINS, William G., RAMBOUR, Serge (trad). Chapitre 23 : Hysiologie végétale et biotechnologie. In Physiologie Végétale. 2003, Bruxelles : De Boeck [2] [3] [CTX] ; s.a. La Culture In Vitro [en ligne]. Disponible sur < http://lyc89-larousse.ac-dijon.fr/IMG/pdf/culture_in_vitro.pdf > (consulté en juillet 2017) [SEC DF]	

Fiche 5

VE EN	plant tissue culture [1], tissue culture [2]
DF	A technique with which plant cells, tissues or organs are grown on artificial nutrient medium under sterile and controlled conditions
DOM	cell culture
CTX	IAA, IBA, NAA, 2, 4-D are the most frequently used auxin in plant tissue culture.
ID	ESIT MEM17 RCO
NT	USG [2] may sometimes be used in a more general sense, also including culture of animal cells. SPE micropropagation
RF	DASHORA, Riddhi, SHARMA, Gaurav Kumar, JAGETIYA, Snehlata. <i>General Techniques of Plant Tissue Culture</i> [online]. 2015. Available at < researchgate.net/publication/291056431_General_Techniques_of_Plant_Tissue_Culture > (as of July 2017) [1] [2] [CTX]; NSW Department of Education. <i>Glossary – Plants in Agriculture</i> [online] Available at < learning.schools.nsw.edu.au/plants/plant-breeding-2 > (as of July 2017) [DF]

Glossaire

à double usage, à usage dual, dual	dual-use
Susceptible d'avoir une utilisation tant civile que militaire.	
MINISTÈRE DES FINANCES ET DES COMPTES PUBLICS. Guide sur les exportations de biens et technologies à double usage. 2015 [DF]	
agarose	agarose
Polysaccharide extrait de l'agar, composé de la répétition d'un diholoside, utilisé en biologie moléculaire pour des électrophorèses sur gel.	
REL : électrophorèse sur gel d'agarose	
JACQUIER, Marie-Céline. Définition Agarose Futura Santé [en ligne]. Disponible sur <futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-agarose-15820> (consulté en juillet 2017) [SEC DF]	
biens communs, Communs, communs	commons
Ensemble de ressources matérielles ou immatérielles accessibles à l'ensemble d'une communauté de façon non excluable et disponibles en quantité limitée.	
SPE: communs de la connaissance	
Bibliothèque Publique d'Information. (Biens) Communs : de quoi parle-t-on ? [en ligne]. Disponible sur <balises.bpi.fr/economie/biens-communs--de-quoi-parle-t-on> (consulté en juillet 2017) [SEC DF] ; SES.Webclass. Biens communs [en ligne]. Disponible sur <ses.webclass.fr/notion/biens-communs> (consulté en juillet 2017) [SEC DF]	
biohacker, Grinder, biohacker transhumaniste	grinder, biohacker
Individu adepte de l'amélioration de soi par soi-même, utilisant son propre corps comme terrain d'expérimentation.	
BAGNOLINI, Guillaume, BOUR, Salomé. Vers une éthique des biohackers Implications Philosophiques [en ligne]. 2017, Disponible sur <implications-philosophiques.org/actualite/une/vers-une-ethique-des-biohackers> (consulté en juillet 2017) [SEC DF]	
biologie de synthèse, biologie synthétique	synthetic biology
Ingénierie de composants et systèmes biologiques qui n'existent pas dans la nature et réingénierie d'éléments existants, portant sur le design intentionnel de systèmes biologiques artificiels, plutôt que sur la compréhension de la biologie naturelle.	
FIORASO, Geneviève. Rapport sur les enjeux de la biologie de synthèse. 2012, Rapport d'information parlementaire n° 4354 (Assemblée Nationale), n° 378 (Sénat) [SEC DF]	
biopiraterie, biopiratage	biopiracy
Appropriation (dépôt de brevets) et exploitation par des sociétés commerciales, dans des conditions jugées illégales ou inéquitable, de ressources biologiques ou génétiques propres à certaines régions.	

Larousse. Définitions : biopiraterie – Dictionnaires de français Larousse [en ligne]. Disponible sur <larousse.fr/dictionnaires/francais/biopiraterie/10910283> (consulté en juillet 2017)

canon à gènes, gene gun, canon à gène, pistolet à gènes, canon à ADN, pistolet à ADN	gene gun
Appareil permettant de projeter à haute vitesse sur des cellules ou des tissus des microbilles de tungstène ou d'or porteuse de fragments d'ADN afin de les y transférer.	
REL : biolistique	
GALLAIS, A., RICRICH, A. Plantes transgéniques : faits et enjeux. 2006, Versailles : Quæ [SEC DF]	

divergence moléculaire, barcode gap, barcoding gap	barcoding gap
Écart entre les distances génétiques à l'intérieur des espèces et entre espèces.	
EXP :	
<p><i>Illustration du « barcode gap »: distribution théorique (diagramme de fréquences) des distances génétiques à l'intérieur des espèces (i.e. intra-spécifiques, barres grises) et entre espèces (i.e. inter-spécifiques, barres noires) au sein d'une population d'individus composée de deux espèces proches</i></p>	
HOM : « divergence moléculaire » peut aussi faire référence à la distance génétique entre deux espèces, servant notamment à dater leur séparation.	
DECAËNS, Thibaud, PORCO, David, ROUGERIE, Rodolphe. Le Barcoding ADN : un outil pour étudier la biodiversité des invertébrés terrestres. 2013, <i>Société Française d'Écologie</i> . [SEC DF] [EXP]	

électrophorèse	electrophoresis
Méthode de séparation de particules chargées électriquement par migration différentielle sous l'action d'un champ électrique.	
SPE: électrophorèse sur gel	
LAFONT, René. Techniques électrophorétiques [en ligne]. Disponible sur <snv.jussieu.fr/bmedia/lafont/electrophorese/E1.html> (consulté en juillet 2017) [DF]	

empowerment, autonomisation, pouvoir d'agir, développement du pouvoir d'agir, capacitation, encapacitation	empowerment
<p>Processus caractérisé par l'exercice d'une plus grande maîtrise sur l'atteinte d'objectifs importants pour une personne, une organisation ou une communauté.</p> <p>USG: « autonomisation » : principalement québécois</p> <p>LE BOSSÉ, Yann, VALLERIE, Bernard. Le développement du pouvoir d'agir (<i>empowerment</i>) des personnes et des collectivités : de son expérimentation à son enseignement. 2006, <i>Les Sciences de l'éducation</i>, 39(3) [DF]</p>	
génétique inverse	reverse genetics
<p>Approche d'analyse génétique qui part d'une séquence d'ADN à étudier afin de déterminer le phénotype résultant.</p> <p>EXP1 : implique généralement la création de mutants par mutagenèse ciblée (mutation, déletion, insertion) ou l'inactivation de gènes.</p> <p>EXP2 : dans le cas de maladies héréditaires, il s'agit plutôt de repérer la mutation en cause par l'analyse génétique de familles affectées.</p> <p>BLOTTIÈRE, Louise, SERRE, Jean-Louis. Génétique En 82 fiches. 2017, Paris : <i>Dunod</i> [SEC DF] ; LEMAY, Guy. La génétique inverse dans l'étude des réovirus : progrès, obstacles et développements futurs. 2011, <i>Virologie</i>, 15(1). [SEC EXP1] ; JORDAN, Bertrand, Grandeur et servitudes de la génétique inverse. 1988, <i>Médecine/sciences</i>, 4 [SEC EXP2]</p>	
grappe de serveurs, parc de serveurs, batterie de serveurs, cluster, ferme de calcul	server farm, server cluster, computer farm, computer ranch, farm
<p>Architecture composée de plusieurs ordinateurs formant des nœuds, où chacun des nœuds est capable de fonctionner indépendamment des autres.</p> <p>Comment Ça Marche. Clusters [en ligne]. Disponible sur <commentcamarche.net/contents/1072-clusters> (consulté en juillet 2017) [DF]</p>	
makerspace, fablab, FabLab	makerspace, fablab, hackerspace, FabLab
<p>Lieu ou espace tiers dédié à la fabrication numérique, aux ateliers de biohacking et à la bidouille collaborative.</p> <p>USG : « FabLab » est une marque déposée, ce synonyme est donc généralement réservé groupes ayant adhéré à la charte de la Fab Foundation.</p> <p>SPE : hackerspace, biohackerspace</p> <p>Makery. Carte des labs : Makery [en ligne]. Disponible sur <makery.info/map-labs> (consulté en juillet 2017) [SEC DF]</p>	
méristème	meristem
<p>Tissu végétal indifférencié, dont les cellules se divisent activement, permettant ainsi la croissance de la plante et sa différenciation.</p> <p>EXP: les méristèmes sont exempts de virus, la culture de méristèmes permet ainsi d'obtenir des plantes saines même à partir d'individus malades.</p>	

Larousse. Encyclopédie Larousse en ligne – méristème grec meristos partagé [en ligne]. Disponible sur <larousse.fr/encyclopedie/divers/méristème/69466> (consulté en juillet 2017) [SEC DF] INRA. INRA – culture in vitro [en ligne]. Disponible sur <inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biotechnologies/Tous-les-dossiers/biotechnologies-vertes/culture-in-vitro/(key)/4> (consulté en juillet 2017) [SEC EXP]	
metabarcoding	metabarcoding
Technique permettant la caractérisation de la biodiversité à partir d'ADN issu d'un échantillon environnemental à travers des techniques de code-barres ADN.	
COISSAC, Éric, POMPANON, François, TABERLET, Pierre. <i>Metabarcoding</i> , une nouvelle façon d'analyser la biodiversité. 2011, <i>Biofutur</i> , 30(319) [DF]	
micropropagation, micropropagation <i>in vitro</i> , culture <i>in vitro</i>	micropropagation, in vitro micropropagation
Technique de culture <i>in vitro</i> permettant la reproduction en grand nombre d'individus génétiquement identiques à une plante-mère, par son fractionnement et la stimulation de ses capacités naturelles de multiplication végétative.	
SPE : culture de méristèmes GEN : culture artificielle de tissus	
DUTUIT, Pierre, GORENFLOT, Robert. Glossaire pour le développement durable. 2008, Paris : Éditions des archives contemporaines [DF]	
niveau de sécurité biologique, NSB	BSL, biosafety level
Indice composite basé sur le type d'organisation, le mode de construction, les moyens de confinement et l'appareillage du laboratoire ainsi que sur les pratiques et modes opératoires à observer pour travailler sur des agents appartenant aux divers groupes de risque.	
EXP: les quatre groupes de risque sont les suivants: 1 - risque faible ou nul pour les individus ou la collectivité; 2 - risque modéré pour les individus, faible pour la collectivité; 3 - risque important pour les individus, faible pour la collectivité; 4 - risque important pour les individus comme pour la collectivité.	
Organisation Mondiale de la Santé, Manuel de sécurité biologique en laboratoire. 2005, Genève : OMS [DF] [SEC EXP]	
PCR, réaction en chaîne par polymérase, test d'amplification des acides nucléiques, TAN, amplification en chaîne par polymérase	PCR, polymerase chain reaction
Technique permettant d'obtenir, à partir d'un échantillon d'ADN, d'importantes quantités d'une séquence d'ADN spécifique.	
USG: « test d'amplification des acides nucléiques », « TAN » : canadien SPE: PCR quantitative	
GNIS pédagogie. Amplification d'ADN in Vitro : la PCR [en ligne] Disponible sur <gnis-pedagogie.org/biotechnologie-biologie-amplification-fragment-adn.html> (consulté en juillet 2017) [DF]	

PCR quantitative, PCR en temps réel, PCRq, QPCR	real-time PCR, qPCR
<p>Application de la PCR qui permet de suivre en continu le processus d'amplification PCR en détectant la fluorescence émise par les produits de PCR néo formés.</p> <p>GEN: PCR</p> <p>Institut Cochin. Introduction a la PCR quantitative – Institut Cochin. Disponible sur <institutcochin.fr/core_facilities/genome-sequencing-studies/pcr-quantitative/la-theorie-de-la-pcr-quantitative/files/Introduction-a-la-PCR-quantitative.pdf> (consulté en juillet 2017)</p>	
rétro-ingénierie, rétro-conception, ingénierie inverse	reverse-engineering
<p>Ensemble des opérations d'analyse d'un logiciel ou d'un matériel destinées à retrouver le processus de sa conception et de sa fabrication, ainsi que les modalités de son fonctionnement.</p> <p>s.a. Vocabulaire de l'informatique et de l'internet (liste de termes, expressions et définitions adoptés). Journal officiel n°0001 du 1 janvier 2013 page 288 [DF]</p>	
science citoyenne, science participative	citizen science
<p>ensemble des formes de production de connaissances scientifiques auxquelles des acteurs non-scientifiques-professionnels, qu'il s'agisse d'individus ou de groupes, participent de façon active et délibérée.</p> <p>HOULLIER, François, MERILHOU-GOUDARD, Jean-Baptiste. Les Sciences participatives en France : État des lieux, bonnes pratiques & recommandations [en ligne]. 2016, Rapport pour le Ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche [SEC DF]</p>	
transfert	blot
<p>Étape des techniques d'identification des macromolécules (acides nucléiques ou protéines) durant laquelle les fragments nucléiques d'intérêt sont transférés d'un gel sur un support solide (membrane ou papier), où ils se fixent.</p> <p>SPE: northern blot, Southern blot, western blot, southwestern blot</p> <p>Office québécois de la langue française. Le grand dictionnaire terminologique. Disponible sur <granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=17485264> (consulté en juillet 2017) [DF]</p>	

Lexiques

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

- Les termes faisant l'objet d'une entrée de glossaire sont en **gras** ; ceux faisant l'objet d'une fiche terminologique sont **soulignés et en gras**

Lexique français - anglais

à double usage	à usage dual, dual	dual-use
à usage dual	à double usage, dual	dual-use
accord de regroupement de brevets	communauté de brevets, patent pool, pool de brevets, accord de regroupement de technologies	patent pool, pool, technology pool
accord de regroupement de technologies	communauté de brevets, patent pool, pool de brevets, accord de regroupement de brevets	patent pool, pool, technology pool
ADN		DNA
agarose		agarose
amplification en chaîne par polymérase	PCR, réaction en chaîne par polymérase, test d'amplification des acides nucléiques, TAN	PCR, polymerase chain reaction
analyse microbiologique	screening microbien	microbial screening
appareil de diagnostic		diagnostic device
ARN		RNA
atelier	workshop, atelier pratique	workshop
atelier pratique	workshop, atelier	workshop
autoclave		autoclave
autonomisation	empowerment, pouvoir d'agir, développement du pouvoir d'agir, capacitation, encapacitation	empowerment
auxine		auxin
bactérie		bacteria
ballon		round-bottom flask
banc d'essai		test-bed
barcode ADN	code-barres ADN, code-barres moléculaire	DNA barcode
barcode ADN	code-barres ADN, barcoding moléculaire, DNA barcoding, barcoding ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcoding	DNA barcoding
barcode gap	divergence moléculaire, barcoding gap	barcoding gap

barcoding	code-barres ADN, barcoding moléculaire, DNA barcoding, barcoding ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcode ADN	DNA barcoding
barcoding ADN	code-barres ADN, barcoding moléculaire, DNA barcoding, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcoding, barcode ADN	DNA barcoding
barcoding gap	divergence moléculaire, barcode gap	barcoding gap
barcoding moléculaire	code-barres ADN, DNA barcoding, barcoding ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcoding, barcode ADN	DNA barcoding
batterie de serveurs	grappe de serveurs, parc de serveurs, cluster, ferme de calcul	server farm, server cluster, computer farm, computer ranch, farm
bec Bunsen		Bunsen burner
bécher		beaker
bidouiller	bricoler	tinker
biens communs	Communs, communs	commons
biens communs	communs de la connaissance, biens communs immatériels	creative commons
biens communs immatériels	communs de la connaissance, biens communs	creative commons
bioart	bio-art	bioart
bio-art	bioart	bioart
biochinage		<i>pas d'équivalent attesté</i>
biocurieux		biocurious
bioéconomie		bioeconomy
biohacker	biologiste amateur, biologiste de garage	amateur biologist, biohacker, DIY biologist
biohacker	Grinder, biohacker transhumaniste	grinder, biohacker
biohacker transhumaniste	biohacker, Grinder	
biohackerspace		laboratoire communautaire, laboratoire participatif
biohacking	biologie de garage, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
biohacking		grinding, biohacking
biohacking	wetware hacking	wetware hacking
bioingénierie	bio-ingénierie	bioengineering

bio-ingénierie	bioingénierie	bioengineering
biolistique		biolistics, particle bombardment
biologie de garage	biohacking, DIY bio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative, bioDIY	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
biologie de synthèse	biologie synthétique	synthetic biology, synbio
<u>biologie DIY</u>	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
biologie do it yourself	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
biologie do-it-yourself	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
biologie participative	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
biologie synthétique	biologie de synthèse	synthetic biology, synbio
biologiste amateur	biohacker, biologiste de garage	amateur biologist, biohacker, DIY biologist
biologiste de garage	bohacker, biologiste amateur	
biopiratage	biopiraterie	biopiracy
biopiraterie	biopiratage	biopiracy
<u>biopiraterie citoyenne</u>		reverse biopiracy
biosécurité		biosafety
biosûreté		biosecurity
bioterrorisme		bioterror
boîte de Petri	boîte de pétri	Petri dish
boîte de pétri	boîte de Petri	Petri dish
bricolage	do it yourself, do-it-yourself, DIY	DIY, do-it-yourself
bricolage	hardware hacking	hardware hacking
bricoler	bidouiller	tinker
brin d'ADN		DNA strand

cal		callus
canon à ADN	canon à gènes, gene gun, canon à gène, pistolet à gènes, pistolet à ADN, canon à particules	gene gun
canon à gène	canon à gènes, gene gun, pistolet à gènes, canon à ADN, pistolet à ADN, canon à particules	gene gun
canon à gènes	gene gun, canon à gène, pistolet à gènes, canon à ADN, pistolet à ADN, canon à particules	
canon à particules	canon à gènes, gene gun, canon à gène, pistolet à gènes, canon à ADN, pistolet à ADN	gene gun
capacitation	empowerment, autonomisation, pouvoir d'agir, développement du pouvoir d'agir, encapacitation	empowerment
centrifugeuse		centrifuge
chromatographie		chromatography
cluster	grappe de serveurs, parc de serveurs, batterie de serveurs, ferme de calcul	server farm, server cluster, computer farm, computer ranch, farm
code-barres ADN	barcode ADN, code-barres moléculaire	DNA barcode
<u>code-barres ADN</u>	barcoding moléculaire, DNA barcoding, barcoding ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcoding, barcode ADN	DNA barcoding
code-barres ADN	code-barres ADN, barcoding moléculaire, DNA barcoding, barcoding ADN, code-barres moléculaire, barcoding, barcode ADN	DNA barcoding
code-barres moléculaire	code-barres ADN, barcode ADN	DNA barcode
code-barres moléculaire	code-barres ADN, barcoding moléculaire, DNA barcoding, barcoding ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcoding, barcode ADN	DNA barcoding
<u>communauté de brevets</u>	patent pool, pool de brevets, accord de regroupement de brevets, accord de regroupement de technologies	patent pool, pool, technology pool
communs	biens communs, Communs	
Communs	biens communs, communs	commons
communs de la connaissance	biens communs, biens communs immatériels	creative commons
cône	cône, pointe de pipette, embout de pipette, cône de pipette	pipette tip
cône de pipette	cône, pointe de pipette, embout de pipette	pipette tip

constellation de pouvoir	modèle de pouvoir	power constellation
co-working		co-working
crowdfunding	financement participatif	crowdfunding
crowdsourcing		crowdsourcing
<u>culture artificielle de tissus</u>	culture de tissus végétaux, culture in vitro	plant tissue culture, tissue culture
culture de tissus végétaux	culture artificielle de tissus, culture in vitro	plant tissue culture, tissue culture
culture in vitro	micropropagation, micropropagation in vitro	micropropagation, in vitro micropropagation
culture in vitro	culture artificielle de tissus, culture de tissus végétaux	plant tissue culture, tissue culture
culture <i>maker</i>		maker culture
cycleur thermique	thermocycleur, machine PCR	PCR machine, DNA ampliflyer, thermal cycler
cytokinine		cytokinin
démocratisation		democratization
développement du pouvoir d'agir	empowerment, autonomisation, pouvoir d'agir, encapacitation, capacitation	empowerment
divergence moléculaire	barcode gap, barcoding gap	barcoding gap
DIY	bricolage, do-it-yourself, do it yourself	DIY, do-it-yourself
DIY bio	biologie de garage, biohacking, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
DIYbio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
DNA barcoding	code-barres ADN, barcoding moléculaire, barcoding ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcoding, barcode ADN	DNA barcoding
do it yourself	bricolage, do-it-yourself, DIY	DIY, do-it-yourself
do it yourself biology	biologie DIY, biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do-it-yourself biology, biologie participative	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
do-it-yourself	bricolage, do it yourself, DIY	DIY, do-it-yourself
do-it-yourself biology	biologie DIY, biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio,	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology,

	biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative	DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio
don en nature		in-kind donation, in-kind gift
données ouvertes	open data	open data
dremelfuge		dremelfuge
dual	à double usage, à usage dual	dual-use
écart social	fossé social	societal gap
électrophorèse		electrophoresis
électrophorèse sur gel		gel electrophoresis
embout de pipette	cône, pointe de pipette, cône de pipette	pipette tip
empowerment	autonomisation, pouvoir d'agir, développement du pouvoir d'agir, capacitation, encapacitation	empowerment
empowerment individuel		self-empowerment
encapacitation	empowerment, autonomisation, pouvoir d'agir, développement du pouvoir d'agir, capacitation	empowerment
environnement réglementaire		self-empowerment
éprouvette	tube à essai	test tube
erlenmeyer	fiolle Erlenmeyer	Erlenmeyer flask, conical flask
étude de cas		case study
étude de l'environnement		environmental monitoring
FabLab	makerspace, fablab, hackerspace	makerspace, fablab, FabLab
fablab	makerspace, hackerspace	makerspace, fablab, FabLab
féral		feral
ferme de calcul	grappe de serveurs, parc de serveurs, batterie de serveurs, cluster	server farm, server cluster, computer farm, computer ranch, farm
financement participatif	crowdfunding	crowdfunding
fiolle Erlenmeyer	erlenmeyer	Erlenmeyer flask, conical flask
fleur coupée		fresh-cut flower
fossé social	écart social	societal gap
frontière culturelle		cultural border
gène		gene
gene gun	canon à gènes, canon à gène, pistolet à gènes, canon à ADN, pistolet à ADN, canon à particules	gene gun
génétique inverse		reverse genetics
génie génétique	manipulation génétique	genetic engineering

grappe de serveurs	parc de serveurs, batterie de serveurs, cluster, ferme de calcul	server farm, server cluster, computer farm, computer ranch, farm
Grinder	biohacker, transhumaniste	grinder, biohacker
hacker	pirate informatique	hacker
hackerspace		hackerspace
hackerspace		hackerspace
hacking	piratage informatique, hacking informatique	hacking, software hacking
hacking informatique	hacking, software hacking	hacking, software hacking
hardware hacking	bricolage	hardware hacking
hobby	vocation, loisir, passion	avocation
impression 3D	impression en 3D	3D printing, 3D-printing
impression en 3D	impression 3D	3D printing, 3D-printing
ingénierie inverse	rétro-ingénierie, rétro-conception	reverse-engineering
laboratoire communautaire	biohackerspace, laboratoire participatif	biohackerspace, community lab
laboratoire ouvert	open lab	open lab
laboratoire participatif	biohackerspace, communautaire	biohackerspace, community lab
leadership		leadership
licence libre	licence ouverte	open licence
licence ouverte	licence libre	open licence
loisir	hobby, vocation, passion	avocation
machine PCR	thermocycleur, cycleur thermique	PCR machine, DNA ampliflyer, thermal cycler
maker		maker
makerspace	fablab, FabLab	makerspace, fablab, FabLab
manipulation génétique	génie génétique	genetic engineering
méristème		meristem
metabarcoding		metabarcoding
micropipette		pipette, pipet
micropropagation	micropropagation in vitro, culture in vitro	micropropagation, in vitro micropropagation
micropropagation <i>in vitro</i>	micropropagation, culture <i>in vitro</i>	micropropagation, in vitro micropropagation
milieu de culture		culture medium
modèle de pouvoir	constellation de pouvoir	power constellation
niveau de sécurité biologique 1/2/3/4	NSB 1/2/3/4	BSL 1/2/3/4, biosafety level 1/2/3/4
northern blot	transfert d'ARN	northern blot, RNA blot, northern blotting
NSB 1/2/3/4	niveau de sécurité biologique 1/2/3/4	BSL 1/2/3/4, biosafety level 1/2/3/4

OGM	organisme génétiquement modifié	GMO, genetically modified organism
open data	données ouvertes	open data
open lab	laboratoire ouvert	open lab
open science	science ouverte	open science, open research
open source		open source
organisme génétiquement modifié	OGM	GMO, genetically modified organism
pair		peer
parc de serveurs	grappe de serveurs, batterie de serveurs, cluster, ferme de calcul	server farm, server cluster, computer farm, computer ranch, farm
<i>pas d'équivalent attesté</i>		biotinkering
passion	hobby, vocation, loisir	avocation
patent pool	communauté de brevets, pool de brevets, accord de regroupement de brevets, accord de regroupement de technologies	patent pool, pool, technology pool
PCR	réaction en chaîne par polymérase, test d'amplification des acides nucléiques, TAN, amplification en chaîne par polymérase	PCR, polymerase chain reaction
PCR en temps réel	PCR quantitative, PCRq, QPCR	real-time PCR, qPCR
PCR quantitative	PCR en temps réel, PCRq, QPCR	real-time PCR, qPCR
PCRq	PCR quantitative, PCR en temps réel, QPCR	real-time PCR, qPCR
piratage informatique	hacking, software hacking	hacking, software hacking
pirate informatique	hacker	hacker
pistolet à ADN	canon à gènes, gene gun, canon à gène, pistolet à gènes, canon à ADN, canon à particules	gene gun
pistolet à gènes	canon à gènes, gene gun, canon à gène, canon à ADN, pistolet à ADN, canon à particules	gene gun
pointe de pipette	cône, embout de pipette, cône de pipette	pipette tip
pool de brevets	communauté de brevets, patent pool, accord de regroupement de brevets, accord de regroupement de technologies	patent pool, pool, technology pool
pool des gènes	pool génétique	general gene pool
pool génétique	pool des gènes	general gene pool
pouvoir d'agir	empowerment, autonomisation, développement du pouvoir d'agir, encapacitation, capacitation	empowerment
production par les pairs		peer production
QPCR	PCR quantitative, PCR en temps réel, PCRq	real-time PCR, qPCR

quantified self	soi quantifié	quantified self
réaction en chaîne par polymérase	PCR, test d'amplification des acides nucléiques, TAN, amplification en chaîne par polymérase	PCR, polymerase chain reaction
rétro-conception	rétro-ingénierie, ingénierie inverse	reverse-engineering
rétro-concevoir		reverse-engineer
rétro-ingénierie	rétro-conception, ingénierie inverse	reverse-engineering
rôle éducatif		educational role
science citoyenne	science participative	citizen science
science ouverte	open science	open science, open research
science participative	science citoyenne	citizen science
screening microbien	analyse microbiologique	microbial screening
sécurité en laboratoire		lab safety, research safety
séquençage		sequencing
soi quantifié	quantified self	quantified self
soie d'araignée		spider silk
Southern blot	transfert de protéines, southern blot, transfert de Southern	Southern blot, DNA blot, Southern blotting
southern blot	Southern blot, transfert de protéines, transfert de Southern	Southern blot, DNA blot, Southern blotting
southwestern blot		southwestern blot, southwestern blotting
sûreté alimentaire		food safety
taille d'échantillon		sample size
TAN	PCR, réaction en chaîne par polymérase, test d'amplification des acides nucléiques, amplification en chaîne par polymérase	PCR, polymerase chain reaction
technique des immuno-empreintes	western blot, transfert de protéines, transfert de western	western blot, protein blot, western blotting, immunoblot, protein immunoblotting
test d'amplification des acides nucléiques	PCR, réaction en chaîne par polymérase, TAN, amplification en chaîne par polymérase	PCR, polymerase chain reaction
thermocycleur	machine PCR, cycleur thermique	PCR machine, DNA amplifier, thermal cycler
transfert		blot
transfert d'ADN	Southern blot, southern blot, transfert de Southern	Southern blot, DNA blot, Southern blotting
transfert d'ARN	northern blot	northern blot, RNA blot, northern blotting
transfert de protéines	western blot, technique des immuno-empreintes, transfert de western	western blot, protein blot, western blotting, immunoblot, protein immunoblotting

transfert de Southern	Southern blot, transfert de protéines, southern blot	Southern blot, DNA blot, Southern blotting
transfert de western	western blot, transfert de protéines, technique des immuno-empreintes	western blot, protein blot, western blotting, immunoblot, protein immunoblotting
transilluminateur		transilluminator
tube à essai	éprouvette	test tube
verre de montre		watch glass
vocation	hobby, loisir, passion	avocation
western blot	transfert de protéines, technique des immuno-empreintes, transfert de western	western blot, protein blot, western blotting, immunoblot, protein immunoblotting
wetware hacking	biohacking	wetware hacking
workshop	atelier pratique, atelier	workshop

Lexique anglais - français

3D printing	3D-printing	impression 3D, impression en 3D
3D-printing	3D printing	impression 3D, impression en 3D
agarose		agarose
amateur biologist	biohacker, DIY biologist	biohacker, biologiste amateur, biologiste de garage
amateur biology	biohacking, DIYbio, DIYBio DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, do-it-yourself bio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative
autoclave		autoclave
auxin		auxine
avocation		hobby, vocation, loisir, passion
bacteria		bactérie
barcoding gap		barcode gap, divergence moléculaire, barcoding gap
beaker		bécher
bioart		bio-art, bioart
biocurious		biocurieux
bioeconomy		bioéconomie
bioengineering		bioingénierie, bio-ingénierie
biohacker	amateur biologist, DIY biologist	biohacker, biologiste amateur, biologiste de garage
biohacker	grinder	Grinder, biohacker, biohacker transhumaniste
biohackerspace	community lab	biohackerspace, laboratoire communautaire, laboratoire participatif
biohacking	DIYbio, DIYBio DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative
biohacking	grinding	grinding, biohacking
biolistics	particle bombardment	biolistique
biopiracy		biopiraterie, biopiratage
biosafety		biosécurité
biosafety level 1/2/3/4	BSL 1/2/3/4	NSB 1/2/3/4, niveau de sécurité biologique 1/2/3/4
biosecurity		biosûreté

bioterror		bioterrorisme
biotinkering		<i>pas d'équivalent attesté</i>
blot		transfert
BSL 1/2/3/4	biosafety level 1/2/3/4	NSB 1/2/3/4, niveau de sécurité biologique 1/2/3/4
Bunsen burner		bec Bunsen
callus		cal
case study		étude de cas
centrifuge		centrifugeuse
chromatography		chromatographie
citizen science		science citoyenne, science participative
commons		biens communs, Communs, communs
computer farm	server farm, server cluster, computer ranch, farm	grappe de serveurs, parc de serveurs, cluster, batterie de serveurs, ferme de calcul
computer ranch	server farm, server cluster, computer farm, farm	grappe de serveurs, parc de serveurs, cluster, batterie de serveurs, ferme de calcul
conical flask	Erlenmeyer flask	erlenmeyer, fiole Erlenmeyer
co-working		co-working
creative commons		communs de la connaissance, biens communs immatériels, biens communs
crowdsourcing		crowdsourcing
cultural border		frontière culturelle
culture medium		milieu de culture
cytokinin		cytokinine
democratization		démocratisation
diagnostic device		appareil de diagnostic
DIY	do-it-yourself	bricolage, do it yourself, do-it-yourself, DIY
DIY bio	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, amateur biology, do-it-yourself bio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative
DIY biologist	amateur biologist, biohacker	biohacker, biologiste amateur, biologiste de garage
DIY biology	biohacking, DIYbio, DIYBio, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative

DIYbio	biohacking, DIYBio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative
DIYBio	biohacking, DIYbio, DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative
DNA		ADN
DNA amplifier	PCR machine, thermal cycler	thermocycleur, machine PCR, cycleur thermique
DNA barcode		barcode ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire
<u>DNA barcoding</u>		code-barres ADN, barcoding moléculaire, DNA barcoding, barcoding ADN, code-barres ADN, code-barres moléculaire, barcoding, barcode ADN
DNA blot	Southern blot, Southern blotting	Southern blot, transfert d'ADN, southern blot, transfert de Southern
DNA strand		brin d'ADN
do-it-yourself	DIY	bricolage, do it yourself, do-it-yourself, DIY
do-it-yourself bio	biohacking, DIYbio, DIYBio DIY biology, do-it-yourself biology, DIY bio, amateur biology	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative
do-it-yourself biology	biohacking, DIYbio, DIYBio, DIY biology, DIY bio, amateur biology, do-it-yourself bio	biologie de garage, biohacking, DIY bio, DIYbio, biologie DIY, biologie do it yourself, biologie do-it-yourself, do it yourself biology, do-it-yourself biology, biologie participative
dremelfuge		dremelfuge
dual-use		à double usage, à usage dual, dual
educational role		rôle éducatif
electrophoresis		électrophorèse
empowerment		empowerment, autonomisation, pouvoir d'agir, développement du pouvoir d'agir, capacitation, encapacitation
environmental monitoring		étude de l'environnement
Erlenmeyer flask	conical flask	erlenmeyer, fiole Erlenmeyer

FabLab	makerspace, fablab, hackerspace	makerspace, fablab, FabLab
fablab	makerspace, hackerspace	makerspace, fablab, FabLab
farm	server farm, server cluster, computer farm, computer ranch	grappe de serveurs, parc de serveurs, cluster, batterie de serveurs, ferme de calcul
feral		féral
food safety		sûreté alimentaire
fresh-cut flower		fleur coupée
gel electrophoresis		électrophorèse sur gel
gene		gène
gene gun		canon à gènes, gene gun, canon à gène, pistolet à gènes, canon à ADN, pistolet à ADN
general gene pool		pool génétique, pool des gènes
genetic engineering		génie génétique, manipulation génétique
genetically modified organism	GMO	OGM, organisme génétiquement modifié
GMO	genetically modified organism	OGM, organisme génétiquement modifié
grinder	biohacker	Grinder, biohacker, biohacker transhumaniste
grinding	biohacking	biohacking
hacker		hacker, pirate informatique
hackerspace		hackerspace
hackerspace		hackerspace
hacking	software hacking	hacking, piratage informatique, hacking informatique
hardware hacking		bricolage, hardware hacking
immunoblot	western blot, protein blot, western blotting, protein immunoblotting	western blot, transfert de protéines, transfert de western, technique des immuno-empreintes
in vitro micropropagation	micropropagation	micropropagation, micropropagation in vitro, culture in vitro
in-kind donation	in-kind gift	don en nature
in-kind gift	in-kind donation	don en nature
lab safety	research safety	sécurité en laboratoire
leadership		leadership
maker		maker
maker culture		culture maker
makerspace	fablab, FabLab	fablab, hackerspace, FabLab
meristem		méristème
metabarcoding		metabarcoding

microbial screening		analyse microbiologique, screening microbien
micropropagation	in vitro micropropagation	micropropagation, micropropagation in vitro, culture in vitro
northern blot	RNA blot, northern blotting	northern blot, transfert d'ARN
northern blotting	northern blot, RNA blot	northern blot, transfert d'ARN
open data		open data, données ouvertes
open lab		open lab, laboratoire ouvert
open licence		licence libre, licence ouverte
open research	open science	open science, science ouverte
open science	open research	open science, science ouverte
open source		open source
particle bombardment	biolistics	biolistique
<i>pas d'équivalent attesté</i>		biochinage
patent pool	pool, technology pool	communauté de brevets, patent pool, pool de brevets, accord de regroupement de brevets, accord de regroupement de technologies
PCR	polymerase chain reaction	PCR, réaction en chaîne par polymérase, amplification en chaîne par polymérase, test d'amplification des acides nucléiques, TAN
PCR machine	DNA ampliflyer, thermal cycler	thermocycleur, machine PCR, cycleur thermique
peer		pair
peer production		production par les pairs
Petri dish		boîte de Petri, boîte de pétri
pipette tip		cône, pointe de pipette, embout de pipette, cône de pipette
pipette, pipet		micropipette
plant tissue culture	tissue culture	culture artificielle de tissus, culture de tissus végétaux, culture in vitro
polymerase chain reaction	PCR	PCR, réaction en chaîne par polymérase, amplification en chaîne par polymérase, test d'amplification des acides nucléiques, TAN
pool	patent pool, technology pool	communauté de brevets, patent pool, pool de brevets, accord de regroupement de brevets, accord de regroupement de technologies
power constellation		constellation de pouvoir, modèle de pouvoir
protein blot	western blot, western blotting, immunoblot, protein immunoblotting	western blot, transfert de protéines, transfert de western, technique des immuno-empreintes

protein immunoblotting	western blot, protein blot, western blotting, immunoblot, protein immunoblotting	western blot, transfert de protéines, transfert de western, technique des immuno-empreintes
qPCR	real-time PCR, quantitative PCR	PCR quantitative, PCR en temps réel, PCRq, QPCR
quantified self		soi quantifié, quantified self
quantitative PCR	real-time PCR, qPCR	PCR quantitative, PCR en temps réel, PCRq, QPCR
real-time PCR	qPCR, quantitative PCR	PCR quantitative, PCR en temps réel, PCRq, QPCR
research safety	lab safety	sécurité en laboratoire
<u>reverse biopiracy</u>		biopiraterie citoyenne
reverse genetics		génétique inverse
reverse-engineer		rétro-concevoir
reverse-engineering		rétro-ingénierie, rétro-conception, ingénierie inverse
RNA		ARN
RNA blot	northern blot, northern blotting	northern blot, transfert d'ARN
round-bottom flask		ballon
sample size		taille d'échantillon
self-empowerment		empowerment individuel
sequencing		séquençage
server cluster	server farm, computer farm, computer ranch, farm	grappe de serveurs, parc de serveurs, cluster, batterie de serveurs, ferme de calcul
server farm	server cluster, computer farm, computer ranch, farm	grappe de serveurs, parc de serveurs, cluster, batterie de serveurs, ferme de calcul
societal gap		écart social, fossé social
software hacking	hacking	hacking, piratage informatique, hacking informatique
Southern blot	DNA blot, Southern blotting	Southern blot, transfert d'ADN, southern blot, transfert de Southern
Southern blotting	Southern blot, DNA blot	Southern blot, transfert d'ADN, southern blot, transfert de Southern
southwestern blot	southwestern blotting	southwestern blot
southwestern blotting	southwestern blot	southwestern blot
spider silk		soie d'araignée
synbio	synthetic biology	biologie de synthèse, biologie synthétique
synthetic biology	synbio	biologie de synthèse, biologie synthétique
technology pool	patent pool, pool	communauté de brevets, patent pool, pool de brevets, accord de regroupement de brevets, accord de regroupement de technologies
test tube		éprouvette, tube à essai

test-bed		banc d'essai
thermal cycler	thermal cycler	thermocycleur, machine PCR, cycleur thermique
tinker		bricoler, bidouiller
tissue culture	plant tissue culture	culture artificielle de tissus, culture de tissus végétaux, culture in vitro
transilluminator		transilluminateur
watch glass		verre de montre
western blot	protein blot, western blotting, immunoblot, protein immunoblotting	western blot, transfert de protéines, transfert de western, technique des immuno-empreintes
western blotting	western blot, protein blot, protein immunoblotting	western blot, transfert de protéines, transfert de western, technique des immuno-empreintes
wetware hacking		biohacking, wetware hacking
workshop		workshop, atelier, atelier pratique

Bibliographie critique

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

- Les titres en gras indiquent les textes dont la lecture est particulièrement recommandée.

Sources en français

Experts contactés

BOISVERT, Valérie. Professeure ordinaire, Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne. Lausanne.

Les perspectives de cette professeure spécialisée en économie de la biodiversité et en droits de propriété et marchés du vivant m'ont permis de résoudre le problème terminologique que constituait le néologisme « reverse biopiracy » dans l'une de mes traductions

LANDRAIN, Thomas. Président, Just One Giant Lab. Paris.

Co-fondateur du laboratoire participatif La Paillasse et son président jusqu'en début 2017, Thomas Landrain est un membre important de la communauté française et européenne des biohackers. Sa fine connaissance du domaine m'a permis d'éclairer ou de préciser plusieurs points de mon exposé, ainsi que de confirmer certains choix de traduction.

MEYER, Morgan. Chercheur, Laboratoire Interdisciplinaire Sciences Innovations Sociétés. Paris.

Morgan Meyer est un sociologue dont les travaux sur la biologie de garage sont particulièrement reconnus. Il a accepté d'être mon spécialiste référent et m'a aidé à résoudre rapidement certaines questions.

Articles de revue

MEYER, Morgan. **Bricoler, domestiquer et contourner la science : l'essor de la biologie de garage** [en ligne]. *Réseaux*, 2012, 173-174(3), p. 303-328. ISSN : 0751-2971. DOI : 10.3917/res.173.0303 (consulté en juillet 2017)

Une présentation complète du domaine, qui met notamment en lumière les lieux de pratique et la créativité.

MEYER, Morgan. Bricoler le vivant dans les garages : Le virus, le génie et le ministère [en ligne]. *Terrain*, 2015, 64, p. 68-83. DOI : 10.4000/terrain.15756 (consulté en juillet 2017)

Autre présentation de la biologie de garage, cette fois plus axée sur les questions d'éthique et de risques.

Interview

LANDRAIN, Thomas. Interview par COUTANT, Rémi au sujet de La Paillasse et de la biologie de garage. Paris, 6 juin 2017. Disponible en Annexe.

Mon entretien avec Thomas Landrain a notamment porté sur le fonctionnement de La Paillasse et sur l'évolution récente de la biologie de garage.

Rapports d'information

FIORASO, Geneviève. Rapport sur les enjeux de la biologie de synthèse [en ligne]. Rapport d'information parlementaire n° 4354 (Assemblée Nationale), n° 378 (Sénat), 2012, 225p. Disponible sur <assemblee-nationale.fr/13/rap-off/i4354.asp#P1284_249218> (consulté en juillet 2017)

Ce rapport ne s'intéresse à la biologie de garage que dans une sous-partie, mais il présente un bon résumé des risques réels et perçus qui y sont liés.

HOULLIER, François, MERILHOU-GOUDARD, Jean-Baptiste. **Les Sciences participatives en France : État des lieux, bonnes pratiques & recommandations** [en ligne]. Rapport pour le Ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2016, 63 p. Disponible sur <www.sciences-participatives.com/Rapport> (consulté en juillet 2017)

Présentation l'écosystème des sciences participatives, dans lequel s'inscrit la biologie de garage. Le rapport ne traite pas spécifiquement du

biohacking, mais il permet d'aborder ce mouvement selon une perspective différente de celle traitée dans l'exposé.

Chapitres d'ouvrages

MEYER, Morgan, WILBANKS, Rebecca, **Entre le garage, le public et le marché : Valuations de la biologie do-it-yourself** [en ligne]. In LECLERC, Olivier (dir), Savants, artistes, citoyens : tous créateurs ? Québec : Éditions science et bien commun, 2017. ISBN : 978-2-924661-17-8. Disponible sur scienceetbiencommun.pressbooks.pub/touscreateurs/chapter/entre-le-garage-le-public-et-le-marche-valuations-de-la-biologie-do-it-yourself (consulté en juillet 2017)

Ce texte offre une analyse intéressante de la biologie de garage du point de vue économique et de la valeur créée par les biohackers. Il compte par ailleurs de nombreux exemples de projets. Il s'agit d'une lecture utile pour mieux comprendre l'insertion du biohacking dans l'économie.

Conférences

BAGNOLINI, Guillaume. **Le biohacking comme participation à la science** [en ligne]. Lille : Actes des 4^{èmes} journées doctorales sur la participation et la démocratie participative, 13 et 14 novembre 2015. ISSN : 2271-7994. Disponible sur participation-et-democratie.fr/fr/node/2048 (consulté en juillet 2017)

Un document qui, après avoir retracé l'historique et les fondements du biohacking, traite de la légitimité scientifique de ces groupes en tant que producteurs de savoir. Il s'agit d'une lecture intéressante pour ce point.

Sources en anglais

Vidéo

JORGENSEN, Ellen, TED. *Biohacking – you can do it, too* [en ligne]. 2012.
Disponible sur < ted.com/talks/ellen_jorgensen_biohacking_you_can_do_it_too>

Une introduction au biohacking en 10 minutes, qui permet se familiariser avec le sujet.

Articles de revues

BURKETT, Thomas, SCHEIFELE, Lisa Z. *The First Three Years of a Community Lab: Lessons Learned and Ways Forward* [en ligne]. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 2016, 17(1), p. 81-85. DOI : 10.1128/jmbe.v17i1.1013

Cet article offre une vision particulièrement concrète de ce qu'est un laboratoire communautaire.

KELTY, Christopher M. *Outlaw, Hackers, Victorian Amateurs: diagnosing public participation in the life sciences today* [en ligne]. *Journal of Science Communication*, 2010, 9(1), 8 p. ISSN : 1824-2049. Disponible sur <jcom.sissa.it/archive/09/01/Jcom0901%282010%29C01/Jcom0901%282010%29C03> (consulté en juillet 2017)

Une analyse de la participation du public à la science (plus précisément, à la biologie de garage) et de ses facteurs incitatifs et limitants.

KERA, Denisa. *Hackerspaces and DIYbio in Asia: connecting science and community with open data, kits and protocols* [en ligne]. *Journal of Peer Production*, 2012, 8 p. Disponible sur <peerproduction.net/issues/issue-2/peer-reviewed-papers/diybio-in-asia> (consulté en juillet 2017)

Un article plutôt long qui offre une vision complète du biohacking et des hackerspaces en Asie. Il est intéressant au minimum de le parcourir afin de se rendre compte des pratiques et de l'état d'esprit de ce qui constitue l'un des trois pôles régionaux du biohacking.

KEULARTZ, Jozef, VAN DEN BELT, Henk. *DIY-Bio – Economic, Epistemological and Ethical Implications and Ambivalences* [en ligne]. *Life Sciences, Society and Policy*, 2016, 12(7), 19 p. DOI : 10.1186/s40504-016-0039-1 (consulté en juillet 2017)

Un article qui traite des aspects économiques et éthiques de la biologie de garage. Du point de vue épistémologique, l'article établit un contraste entre ingénierie et bricolage, au confluent desquels se trouve la biologie DIY.

SCHMIDT, Markus, SEYFRIED, Günter, PEI, Lei. *European do-it-yourself (DIY) biology: Beyond the hope, hype and horror* [en ligne]. *Bioessays*, 2014, 36, p. 548-551. DOI : 10.1002/bies.201300149 (consulté en juillet 2017)

Une analyse intéressante qui s'attaque aux perceptions du public de la biologie de garage ; cet article offre également une comparaison entre le biohacking en Europe et aux États-Unis.

Articles de périodiques

AKST, Jef. *Do-It-Yourself Medicine* [en ligne]. *The Scientist*, 1^{er} mars 2013. Disponible sur <the-scientist.com/?articles.view/articleNo/34433/title/Do-It-Yourself-Medicine> (consulté en juillet 2017)

Cet article fournit, sur la base d'un exemple, une introduction à la « médecine do-it-yourself » et à ses enjeux.

Ouvrages et Chapitres d'Ouvrages

DELFANTI, Alessandro, *Distributed Biotechnology* [en ligne]. In TYFIELD, David (ed) et al. *The Routledge Handbook of the Political Economy of Science*. New York : Routledge, 2017. Disponible sur <academia.edu/23230536/Distributed_Biotechnology> (consulté en juillet 2017)

Une analyse des fondements de la biologie de garage, de son état d'esprit et de son évolution.

FRITCHMAN THOMPSON, Barbara, THOMPSON, Robert Bruce. *Illustrated Guide to Home Biology Experiments*. Sebastopol, Californie : Make:Books, 2012.

Un guide complet pour monter son propre laboratoire de biologie, qui comprend une présentation de l'équipement nécessaire, des consignes de sécurité et une trentaine d'expérience de différents niveaux à réaliser.

Rapports de recherche

GRUSHKIN, Daniel, KUIKEN, Todd, MILLET, Piers. *Seven Myths and Realities about Do-It-Yourself Biology* [en ligne]. Washington DC : Wilson Centre, 2013, 28 p. Disponible sur <wilsoncenter.org/publication/seven-myths-and-realities-about-do-it-yourself-biology-0> (consulté en juillet 2017)

Première étude d'envergure interrogeant directement les biohackers, ce document offre une analyse très complète de la question.

Sites internet et pages de sites internet

BOBE, Jason, *Don't Phage Me, Bro* [en ligne]. DIYbio.org, 24 mai 2008. Disponible sur <diybio.org/2008/05/24/dont-phage-me-bro> (consulté en juillet 2017)

Compte-rendu de la première réunion du groupe DIYbio.org, ce billet de blog n'apporte pas d'information essentielle mais présente un certain intérêt historique.

DIYbio.org. *Draft DIYbio Code of Ethics from European Congress* | *DIYbio.org* [en ligne]. Disponible sur <diybio.org/codes/draft-diybio-code-of-ethics-from-european-congress> (consulté en juillet 2017)

Le code d'éthique européen, établi en 2011. Le texte et sa traduction en français sont disponibles en Annexe.

DIYbio.org. *Draft DIYbio Code of Ethics from North American Congress* | *DIYbio.org* [en ligne]. Disponible sur <diybio.org/codes/code-of-ethics-north-america-congress-2011> (consulté en juillet 2017)

Le code d'éthique nord-américain, établi en 2011. Le texte et sa traduction en français sont disponibles en Annexe.

Annexes

Quelques exemples de groupes

Aux États-Unis

Genspace (<genspace.org>) est un groupe new-yorkais qui organise de nombreux projets et d'ateliers pour le grand public, qui se propose entre autres de pallier le manque de ressources des lycées de sa région en proposant des activités et formations spécifiques.

Le **MIT Media Lab** (<media.mit.edu>) est un laboratoire de recherche interdisciplinaire situé à Cambridge dans le Massachussets. Il a la particularité d'être entièrement financé par des partenariats privés, qui financent normalement un thème plutôt qu'un groupe ou un projet de recherche. Plus ouvert en termes de participation que les laboratoires traditionnels, il ne s'agit toutefois pas d'un laboratoire de biologie DIY à proprement parler.

BUGSS (<bugssonline.org>), à Baltimore, est accessible au public et propose régulièrement des activités. Sa page dédiée à la sécurité (<bugssonline.org/safety.html>, consultée en juillet 2017) est un bon exemple des consignes et mesures prises par les laboratoires communautaires.

En France

La Paillasse est le premier groupe de biologie de garage créé en France, dès 2009. Aujourd'hui situé à Paris, il propose des résidences payantes et, en s'inspirant du modèle du MIT Media Lab, des résidences gratuites. Les résidents ont alors accès librement à un espace d'expérimentation, en contrepartie de quoi ils participent cinq jours par mois aux projets des sponsors. La Paillasse présente la particularité d'être un laboratoire biologique qui intègre des projets non liés à la biologie, plutôt qu'un groupe de biologie intégré à un hackerspace plus général, comme c'est souvent le cas.

La MYNE (<lamyne.org>), à Villeurbanne, est un groupe inspiré de La Paillasse, qui accueille divers projets.

Le **Réseau Français des FabLabs** <fablab.fr> regroupe l'ensemble des hackerspaces qui adhèrent à la charte de la Fab Foundation (<fabfoundation.org>). Seuls certains de ces groupes

comprennent un laboratoire de biologie. La plate-forme mondiale des FabLabs (<fablabs.io>) est plus active et rassemble de nombreux projets et groupes.

Ailleurs

Hackuarium (<hackuarium.ch>) est un groupe suisse situé à Renens. Son wiki (<wiki.hackuarium.ch>) comporte de nombreuses informations à la fois en anglais et en français.

La **Waag Society** (<waag.org/en>) est un institut néerlandais, situé à Amsterdam, qui organise de nombreux ateliers et qui organise chaque année une « BioHack Academy ».

HONFablab (<honfablab.org>) est un hackerspace et biohackerspace qui rayonne dans l'Indonésie entière depuis la ville de Yogyakarta.

Le **Tokyo Hackerspace** (<tokyohackerspace.org>), au Japon, est un petit groupe qui conduit de nombreux projets.

Garoa Hacker Clube (<garoa.net.br/wiki/About>) est un hackerspace brésilien, à São Paulo, qui conduit quelques expériences de biohacking.

En Angleterre, le **London Biohackspace** (<biohackspace.org>) propose un laboratoire accessible à peu de frais et héberge quelques projets intéressants.

Projet de code d'éthique rédigé lors du Congrès européen de biologie DIY, en mai 2011

Texte original⁸¹

Transparency

Emphasize transparency and the sharing of ideas, knowledge, data and results.

Safety

Adopt safe practices.

Open Access

Promote citizen science and decentralized access to biotechnology.

Education

Help educate the public about biotechnology, its benefits and implications.

Modesty

Know you don't know everything.

Traduction⁸²

Transparence

Mettre en avant la transparence et le partage des idées, des connaissances, des données et des résultats.

Sécurité

Adopter des pratiques sûres.

Accès libre

Promouvoir la science citoyenne et un accès décentralisé à la biotechnologie.

Éducation

Aider à éduquer le public sur la biotechnologie, ses intérêts et ses conséquences.

Modestie

Savoir que vous ne savez pas tout.

⁸¹ Disponible sur <diybio.org/codes/draft-diybio-code-of-ethics-from-european-congress> (consulté en juillet 2017).

⁸² Traduction de l'anglais en français effectuée pour les besoins du présent mémoire par COUTANT, Rémi.

Community

Carefully listen to any concerns and questions and respond honestly.

Peaceful Purposes

Biotechnology must only be used for peaceful purposes.

Respect

Respect humans and all living systems.

Responsibility

Recognize the complexity and dynamics of living systems and our responsibility towards them.

Accountability

Remain accountable for your actions and for upholding this code.

Communauté

Écouter avec attention toute inquiétude et question, et y répondre honnêtement.

Objectifs pacifiques

La biotechnologie ne doit être utilisée que pour des objectifs pacifiques.

Respect

Respecter les humains et tous les systèmes vivants.

Devoirs

Reconnaître la complexité et les dynamiques des systèmes vivants et nos devoirs envers eux.

Responsabilité

Rester responsable de ses actions et du respect de ce code.

Projet de code d'éthique rédigé lors du Congrès nord-américain de biologie DIY, en juillet 2011

Texte original⁸³

OPEN ACCESS

Promote citizen science and decentralized access to biotechnology.

TRANSPARENCY

Emphasize transparency, the sharing of ideas, knowledge and data.

EDUCATION

Engage the public about biology, biotechnology and their possibilities.

SAFETY

Adopt safe practices.

ENVIRONMENT

Respect the environment.

PEACEFUL PURPOSES

Biotechnology should only be used for peaceful purposes.

Traduction⁸⁴

ACCÈS LIBRE

Promouvoir la science citoyenne et un accès décentralisé à la biotechnologie

TRANSPARENCE

Mettre en avant la transparence et le partage des idées, des connaissances, des données et des résultats.

ÉDUCATION

Intéresser le public à la biotechnologie, ses intérêts et ses conséquences.

SÉCURITÉ

Adopter des pratiques sûres.

ENVIRONNEMENT

Respecter l'environnement.

OBJECTIFS PACIFIQUES

La biotechnologie ne devrait être utilisée que pour des objectifs pacifiques.

⁸³ Disponible sur <diybio.org/codes/code-of-ethics-north-america-congress-2011> (consulté en juillet 2017).

⁸⁴ Traduction de l'anglais en français effectuée pour les besoins du présent mémoire par COUTANT, Rémi.

TINKERING

Tinkering with biology leads to insight;
insight leads to innovation.

EXPÉRIMENTATION

Expérimenter avec la biologie donne des
idées ; ces idées mènent à l'innovation.

Le « grinding », biohacking de l'humain.

Le biohacking est parfois relié au transhumanisme et à l'amélioration de l'humain. Le transhumanisme, mis en application, s'imprègne en effet de biologie et devient une pratique *bodyhacking* ou *grinding*, qui s'est aussi approprié le nom biohacking. S'il s'agit là d'une pratique qui relève du biohacking au sens large (il s'agit bien de bricoler le vivant), elle constitue toutefois un élément clairement distinct, à la fois par la philosophie et par la pratique. Ce mouvement n'est en effet pas né de la volonté d'expérimenter avec le vivant, mais plutôt du croisement entre la biologie de garage déjà existante, les idéaux transhumanistes et des intérêts commerciaux. Les *grinders* se trouvent en effet bien loin des chercheurs amateurs que sont les biohackers habituels, et ont plutôt recours à l'achat qu'au bricolage : il est difficile et dangereux d'essayer de s'améliorer soi-même avec du matériel qui ne soit pas méticuleusement contrôlé.

Les pratiques liées au *bodyhacking* sont très diverses, elles vont de la simple **quantification de soi** à de véritables tentatives de modification corporelle. Ainsi, des pratiques courantes sont la modification du régime alimentaire (avec la prise de substituts de repas tels que Soylent⁸⁵ notamment) et celle du rythme biologique. Certains actes chirurgicaux, pratiqués généralement sur soi-même mais parfois par des pierceurs, sont aussi répandus. La modification corporelle la plus connue est sans doute l'implantation, généralement au bout des doigts, d'aimants permettant de ressentir les champs magnétiques. D'autres implants subdermiques, notamment des puces RFID ou des éléments lumineux, sont également disponibles commercialement. Des modifications plus importantes existent, mais sont plus rares. De telles modifications sont généralement pratiquées individuellement plutôt qu'en groupe, et ceux qui les pratiquent suivent plutôt la philosophie transhumaniste que les principes de la biologie de garage. De même que la philosophie et la pratique sont différentes, les groupes sont également différents et il n'existe que peu de recoupements avec la biologie de garage. En effet, les biohackers n'expérimentent dans la grande majorité des cas pas sur l'humain, au-delà de la

⁸⁵ <soylent.com> (consulte en juillet 2017)

création d'outils de diagnostic et d'analyse médicale ou de la visualisation de leurs gènes. Le bodyhacking constitue donc une pratique isolée, généralement exclue de la définition de la biologie DIY.

Entretien avec Thomas Landrain (extraits)

La Paillasse accueille-t-elle des « vrais » amateurs qui viennent sans aucune connaissance préalable ?

Alors, en ce qui concerne La Paillasse, par défaut elle est ouverte à toutes et à tous. Maintenant, on ne va pas donner accès aux labos à une personne qui n'y connaît absolument rien. L'accès est donné uniquement aux personnes qui ont au moins reçu une formation d'hygiène et sécurité et aux personnes qui savent exactement ce qu'ils ont envie de faire. On ne peut pas venir à La Paillasse en tant que labo de biologie et se dire « qu'est-ce que je vais faire maintenant ? Et si je mélangeais ça et ça, ah mince ça ne marche pas ». Les chances que ça pose quelque chose d'intéressant pour la personne est faible, par contre la chance que ça cause un désagrément pour l'ensemble est très forte.

Quels sont les profils des personnes qui viennent à La Paillasse ?

Ça peut être des étudiants, mais on n'a pas eu tant de *newbies* que ça. Il y a une grande majorité personnes qui ont déjà des compétences qui peuvent leur donner le droit d'accès à un labo de biologie en autonomie, mais auxquelles est refusé l'accès à un laboratoire, parce que ce ne sont pas des chercheurs professionnels. Ce sont parfois également des entrepreneurs qui veulent réaliser des idées qui sont trop jeunes pour être accueillies dans un incubateur, voire des *free-lance* ou des amateurs éclairés, mais qui n'ont pas de labo chez eux. C'est déjà une population assez importante, à qui on offre la possibilité de travailler à des projets qui leur appartiennent.

Y a-t-il parfois des ateliers pour ceux qui n'y connaissent vraiment rien ?

On fait des ateliers de temps en temps, on a commencé à en faire un peu plus, surtout plus pour les enfants, mais La Paillasse n'a pas un positionnement fort sur la formation. Ça n'a jamais été le cas parce que c'est un grand problème et permettre le développement à la fois d'un espace de projet et de formation. Ce sont deux choses différentes ; pour bien faire l'un ou l'autre il faut pouvoir s'y dédier, y dédier une grande partie de son énergie et de son intelligence. Avec une organisation comme la nôtre il faut qu'on choisisse un aspect et aujourd'hui il y a de nombreux espaces de formation où tu peux aller apprendre. Par contre, des labos où tu peux aller frapper à la porte avec un bagage technique ou autre, et qui te permet de t'exprimer librement, il n'y en a pas. C'est un positionnement plus productif.

Tous les groupes de biohacking n'ont sans doute pas le même positionnement que La Paillasse.

La Paillasse a un positionnement très particulier. La biologie de garage, il s'agit la plupart du temps de clubs qui ont des espaces très petits, qui manquent de matériel, où les projets ne sont pas très avancés, ou suffisamment caractéristiques de la biologie, ou même de développement de prototypes. Ça va rarement jusqu'au déploiement de projets finalisés.

Il y a une diversité dans cet écosystème, on trouve des biohackerspaces orientés vers l'éducation, la formation, comme GenSpace à New York et Biocurious à San Francisco. La Paillasse était vraiment le premier biohackerspace à prendre un positionnement très orienté projet, parce que alors qu'il y avait une orientation très « straight diy bio », entrepreneuriat et compagnie, et liberté aux États-Unis, alors qu'en Europe c'était quelque chose qui était surtout orienté sur la relation entre la biologie, l'art et le design.

Je viens du monde de la recherche académique, et si j'ai monté La Paillasse, si j'ai encouragé La Paillasse à se développer, et si à la fin de ma thèse de doctorat j'ai mis de côté ma carrière académique, c'était seulement si on parvenait vraiment à développer un modèle ambitieux d'alternative au monde académique. C'est là que La Paillasse a créé une rupture. Le reste de l'écosystème faisait des projets qui sont cool, montait des laboratoires communautaires, pas les plus productifs au monde. Dans les années phare de la DIY bio, quand ça commençait à émerger, j'ai pensé qu'on pouvait aller plus loin, que la DIY bio était un signe, une loupe, un prisme, à travers lequel on peut visualiser une voie alternative pour porter un modèle de production scientifique, qu'il fallait par contre mettre en place. Il est possible d'imaginer une véritable alternative mais il faut qu'elle soit autonome et indépendante et moderne, donc monter à Paris, sortir du squat, trouver un endroit plus grand, ouvert, central, et qui ait un fonctionnement économique avec des personnes à temps plein. La Paillasse a été le premier biohackerspace au monde à faire ça.

Sur le plan économique, comment fonctionne La Paillasse, reçoit-elle des subventions ?

Au départ oui, notamment pour rénover l'espace. Presque exclusivement de la mairie de Paris, qui a très vite compris l'enjeu pour le territoire, pour l'animation et le dynamisme. On a également eu un peu d'aides de la Région Ile de France. Pour la mairie de Paris, elle a versé presque un demi-million d'euros sur 3 ans. Tout est passé dans la rénovation de l'espace. Pour faire tourner une équipe ce n'était

pas avec ces subventions qu'on pouvait le faire. Le premier modèle économique de la paillasse, c'était le co-working : on louait des postes. Pour accéder à l'espace et y travailler, il fallait payer chaque mois. C'était très peu cher, parce qu'on fait de la récupération, il n'y avait donc pas d'investissements matériels à réaliser. Louer 800 m² dans le cœur de Paris reste cher, même si notre espace était moins cher que les environs parce qu'il se trouve en sous-sol dans des grandes caves qui font 4 mètres de haut du plafond. Ce n'est pas valorisable en temps normal, pour nous c'était parfait, mais ça restait cher, entre 160 et 180 000 euros par an. Il fallait trouver une source d'argent. Il a fallu chercher 15 000 par mois pour payer le loyer et les personnes à temps plein, et le co-working finançait ça.

On a ensuite fait transiter le modèle. J'ai été beaucoup inspiré par certains labos académiques très connus qui étaient orientés autour de la créativité, de la diversité et de l'interdisciplinarité aux États-Unis, le MIT Media Lab, le WISS Institute, et autant les deux n'ont absolument rien à voir avec les instituts traditionnels puisque le WISS n'hébergeait pas d'équipe sur le long terme, uniquement des projets de 2-3 ans pendant lesquels ils accédaient à du matériel, idée très agile, renouvellement par rapport au monde académique au renouvellement très lent, et j'aimais beaucoup le modèle MIT Media Lab parce qu'il permettait à des personnes en marge du monde académique de s'exprimer, et c'est pourquoi on trouve des idées assez orthogonales par rapport à ce qu'on peut trouver ailleurs.

La question est comment fonctionnent ces institutions ? Il y a un peu plus d'un an je suis allé voir Le MIT Media Lab à Boston, pour voir un peu comment ça fonctionnait, et c'est là que j'ai compris que 90% du budget du MIT Media Lab vient de partenariats privés. Ils recrutent des étudiants et des personnes extrêmement créatives et originales en leur sein, ce qui fait qu'ils ont une capacité à réfléchir, à créer et à sortir des sentiers battus, qu'ils mettent à disposition des partenaires du Lab qui louent des salles pour inventer des nouvelles voies. J'aimais beaucoup cette idée là et j'étais très frustré vis-à-vis du modèle de LP, qui était c'était trop cher pour certaines personnes (étudiants, entrepreneurs, qui n'ont pas des centaines d'euros à mettre dans un accès à un labo), et surtout ce co-working faisait naître une relation de clientélisme qui n'était pas le but initial du projet. C'était frustrant, et donc à partir de là on a changé de modèle, pour valoriser le temps et l'intelligence des personnes, et on les a mises à disposition des partenaires. On allait expérimenter un nouveau modèle de résidence qui est totalement gratuite ; les gens allaient donner 5 jours par mois de leur temps. On allait les sélectionner, en lançant des appels, et sélectionner les groupes de personnes, et s'ils ont des projets intéressants, même si ils ont 0 euro, ils vont pouvoir accéder à l'ensemble de La Paillasse 25 jours par mois, et 5 jours ils doivent travailler à

des projets ensemble pour La Paillasse, et les mettre à disposition des partenaires, qui vont les rembourser des frais. Ça ne marche pas mal. L'Open Residence a été mise en place en octobre dernier.

Depuis les « grandes années » du DIY bio, est-ce que le mouvement continue de se développer ?

La bulle est passée, elle a passé la phase de désillusion. Il y eu beaucoup de promesses, beaucoup d'engouement, qui portaient de très belles valeurs, des transformations, du monde de la science, de la technologie, de l'innovation et de l'entrepreneuriat, qui n'ont pas forcément été. Aujourd'hui c'est la phase de la maturité. Au début c'était excitant, on ne savait pas où ça allait, on ne savait pas les secteurs sur lesquels ça allait avoir un impact. Aujourd'hui c'est la construction d'espaces comme La Paillasse qui était une niche à remplir, un modèle qui n'existait pas jusqu'à présent, et qui n'est ni un incubateur traditionnel, ni un espace de co-working, ni un labo de recherche... C'est un point fort, important, or, le DIY bio était presque comme une leçon de passage, on a appris des choses, on a appris les limites de cette méthode, et à partir de là ça nous permet d'arriver avec un positionnement plus mature sur comment transformer la science et l'innovation technologique en général à présent, et c'est le plus grand trésor le DIY bio ait pu produire.

Le mouvement ça s'est institutionnalisé. Il y a le monde des fabLabs, qui s'est approprié ces pratiques, qui enseigne comment utiliser les biomatériaux, et mettre la technologie au service de l'architecture, de l'urbanisme, du biodesign et autres, et c'est très bien, et la fondation FabLab a enseigné « How to make almost anything », elle enseigne aussi « How to grow almost anything ». Les DIY bio ont été un signe de cette transformation profonde de l'arrivée de la biologie qui a pu pénétrer dans des sphères jusqu'à présent « sèches », liées au silicone, au software, hardware et compagnie. La biologie arrive à un moment de maturité qui lui permet d'engendrer une bataille technologique, qui est suffisamment avancée et mature pour être aussi standardisée, simplifiée, qui peut également arriver dans les mains de gens qui ne sont pas des professionnels ou des techniciens. C'est la raison principale pour laquelle la DIY bio a pu se développer. Au début ça a pris la forme d'un mouvement, qui s'est très inspiré de tous ces phénomènes de frange, de hackerspaces, qui sont très importants, en avance sur leur temps, des espaces de créativité, d'agilité, de débat. Ce sont des espaces pionniers mais ce ne sont pas des espaces qui font du *mainstream*, c'était un indicateur fort de ce qui pouvait se passer par la suite et on commence à le voir. La biologie commence à arriver dans plusieurs secteurs de nos propres vies. Le DIY bio était seulement un signe avant-coureur.

DIYbio Europe a été actif quelques années, pourquoi ce groupe n'a-t-il pas perduré ?

J'ai été très enthousiaste de réunir la communauté européenne de biohackers. L'Europe reste quand même un petit continent et on avait un petit nombre d'acteurs. Même si chacun était enthousiaste de l'idée, mais il n'y avait un projet ambitieux et collaboratif. C'étaient des personnes qui bidouillaient chacun à son compte, mais pas une volonté à s'inscrire dans une mission globale. C'est différentes visions, chacun dans son territoire, les gens étaient plus rassemblés par l'idéologie que par volonté de faire les choses ensemble.

Les groupes adhèrent-ils à la charte d'éthique créée en 2011 ?

Au départ oui, ça a aidé le mouvement à se structurer, à se légitimer, maintenant je pense la plupart des hackerspaces y font quand même référence dans leurs sites web, il n'a pas été réactualisé. Le code éthique a 6 ans. Cela montre qu'il y a eu un manque de leadership dans le mouvement. Au départ il y avait peu de personnes, c'était plus brouillon, ce n'était pas une entreprise, le mouvement n'avait pas de chiffre d'affaire, il n'y avait que des bénévoles et donc au bout d'un moment les leaders s'épuisent. Il y a eu un renouvellement et ces gens n'ont pas été remplacés.

Les groupes deviennent ainsi plus proches des incubateurs et des groupes formés et s'éloignent de l'idée d'individus qui travaillent dans leur coin ?

Il y a encore des places de bidouille, ce sont des structures qui sont intégrées dans d'autres, comme des musées, des espaces de culture scientifique, des FabLab... Des espaces qui se sont développés comme hackerspaces, comme LP il y en a peu. La diffusion de la biologie, connaissance citoyenne, DIY, c'est un élément qui a continué.

Le *grinding*, la question du transhumanisme et se modifier soi-même est un mouvement qui m'a semblé être à la marge de la biologie DIY.

C'est un mouvement qui est né associé au DIYbio. Ils se sont appropriés le terme biohacking après que ce terme ait été employé pour désigner le DIYbio. On parle de *grinding* depuis 3-4 ans. Le biohacking en tant que tel, on en parle depuis 2008-2009. C'est un mouvement basé beaucoup plus sur des intérêts commerciaux par rapport au biohacking de base. Il y a toute sorte de produits qui veulent améliorer votre corps...

Ça a été l'une des raisons pour lesquelles le biohacking a un peu souffert. Souvent on nous pose la question de la relation avec cette approche. C'est historiquement et sociologiquement absurde. On va dire qu'épistémologiquement on pourrait dire que le grinding est une sous-sous-partie du DIYbio, c'est-à-dire que c'est très appliqué à l'humain. Le biohacking en soi peut s'appliquer à toute forme vivante sur la planète.

Quels sont les éléments qui ont contribué à rendre la biologie populaire pour le grand public et à promouvoir cette idée d'ouvrir la biologie à tout le monde ?

Dans un premier temps c'est la biologie synthétique qui a permis de construire une approche intégrative entre la biologie traditionnelle et l'ingénierie et l'informatique, et la *big data*. D'un autre côté c'est le fait que le coût des équipements scientifiques a baissé, l'information est devenue accessible, ça veut dire qu'on peut se procurer des informations réservées aux chercheurs et qu'il se trouve qu'on peut faire beaucoup de choses en biologie sans avoir un master. C'est la résultante de plusieurs facteurs : d'un côté on a une approche idéologique différente de la biologie avec la bio synthétique, de l'autre on a une baisse drastique des coûts, en traitant l'information avec l'informatique et en partageant l'information. Au centre on a naturellement ceux qui sont plus prônes à s'appropriier les technologies qui ont montré que c'était possible en utilisant des équipements *low cost*, en récupérant les équipements mis à la poubelle. Avec le fait que l'industrie de la technologie s'est tellement développée que d'un côté on a les industries en monopole qui ont des coûts très forts qui poussent à créer une alternative low-cost, et en même temps on peut se procurer des consommables à très bas prix. D'un côté il y a la frustration, de l'autre les ressources y sont, il suffit d'avoir l'intelligence de les assembler, ça a fait boum.

Index des illustrations

1 : Une vue du laboratoire BUGGS, à Baltimore aux États-Unis.....	4
2 : Niveaux de formation des biologistes amateurs.	6
3 : Couverture du magazine MAKE n°7.	8
4 : Une vue de Hackuarium, à Renens en Suisse. Une imprimante 3D est visible au centre de l'image.	12
5 : Expériences réalisées par des biologistes amateurs.	18
6 : À La Paillasse, les règles d'accès et la liste des personnes autorisées à entrer est affichée sur la porte du laboratoire biologique.	20
7 : le Bento Lab contient, de gauche à droite :	24
8 : Le thermocycleur en temps réel Amplino.	24
9 : En haut, le thermocycleur OpenPCR à côté d'un ordinateur. En bas, une vue de l'intérieur de la machine.	26
10 : Les filaments blancs sont de l'ADN de fraise.	28
11 : Un canon à gènes DIY.	30
12 : une centrifugeuse Dremelfuge, imprimée en 3D.	32
13 : Un appareil rudimentaire pour réaliser une électrophorèse sur gel.	34
14 : Après l'électrophorèse de l'ADN, un transilluminateur (ici Blue Note, créé à La Paillasse) permet d'observer les résultats.	36
15 : Un atelier de préparation de papier bactérien selon la méthodologie du Livre Organique.	38
16 : Installation de Living Instruments pour une performance au café-théâtre Le Bourg à Lausanne, Suisse.	40
17 : Avec le projet artistique « Flower Commons / Common Flowers », le collectif BCL a fait repousser des œillets génétiquement modifiés à partir de fleurs coupées.	42

Index

- à double usage54, 116, 121, 126, 133
ADN13, 15, 18, 19, 21, 28, 34, 35, 36, 53,
105, 110, 117, 118, 119, 121, 122, 123,
124, 125, 126, 128, 129, 133, 134, 136
agarose.....116, 121, 131
autoclave.....121, 131
auxine121, 131
bactérie 13, 18, 21, 25, 38, 39, 75, 121, 131
ballon.....121, 136
banc d'essai69
barcoding gap117, 121, 122, 125, 131
bec Bunsen122, 132
bécher122, 131
biens communs..77, 91, 116, 122, 124, 132
bioart2, 23, 39, 50, 51, 56, 57, 122, 131, 140
bioartiste.....5, 23
biochinage31, 122, 135
biocurieux.....122, 131
bioéconomie69, 122, 131
biohacker5, 6, 11, 18, 19, 21, 23, 37, 53, 55,
59, 64, 65, 88, 116, 122, 123, 127, 131,
132, 134
biohackerspace13, 45, 118, 122, 127, 131,
151, 159
bioingénierie.....61, 122, 131
biolistique.....117, 123, 131, 135
biologie de garage2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15,
17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37,
39, 41, 43, 45, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56,
57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 83, 84, 85,
86, 87, 88, 90, 92, 94, 95, 105, 106, 107,
108, 109,118, 122, 123, 125, 130, 131,
132, 133, 134, 137, 141, 142, 143, 144,
145, 146, 150, 151, 152, 154, 156, 159,
161, 162, 163
biologie de synthèse5, 9, 13, 15, 19, 51, 53,
61, 67, 116, 123, 136, 142, 163
biopiratage48, 75, 77, 92, 96, 105, 108, 116,
117, 123, 131, 136
biopiraterie citoyenne48, 77, 97, 105, 108,
123, 136
biosécurité..... 17, 19, 59, 65, 123, 131
biosûreté..... 55, 59, 123, 131
bioterrorisme..... 17, 59, 123, 132
BOISVERT, Valérie..... 86, 97, 108, 141
boîte de Petri..... 123, 135
bricolage9, 11, 13, 63, 94, 106, 118, 122,
123, 125, 127, 132, 133, 134, 137, 145,
156, 162
brin d'ADN..... 123, 133
cal..... 123, 132
canon à ADN .30, 117, 124, 126, 128, 134
centrifugeuse 24, 32, 33, 124, 132
chromatographie 124, 132
code-barres ADN18, 105, 110, 111, 119,
121, 122, 124, 125, 133
communauté de brevets70, 105, 112, 113,
121, 124, 128, 135, 136
communs de la connaissance116, 122, 124,
132
co-working..... 125, 132, 160, 161
crowdsourcing..... 125, 132
culture artificielle de tissus42, 77, 95, 105,
114, 119, 125, 127, 134, 135, 137
cytokinine 125, 132
démocratisation..... 31, 57, 106, 125, 132
do it yourself3, 7, 9, 11, 23, 27, 29, 30, 31,
37, 39, 41, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57,
59, 68, 69, 75, 76, 77, 83, 88, 92, 105,
106, 107, 108, 122, 123, 125, 131, 132,
133, 143, 145, 146, 150, 152, 154, 157,
159, 161, 162
don en nature..... 126, 134
dremelfuge 126, 133
écart social 126, 136

électrophorèse 34, 36, 116, 117, 126, 133, 134
 empowerment 54, 55, 78, 79, 98, 118, 121, 124, 125, 126, 128, 133, 136
 empowerment individuel 55, 126, 136
 environnement réglementaire 51, 126
 Erlenmeyer 126, 132, 133
 étude de cas 75, 126, 132
 FabLab 13, 118, 126, 127, 134, 150, 161, 162
 féral 96, 126, 134
financement participatif 31, 37, 68, 69, 125, 126
 fleur coupée 77, 126, 134
gène ... 18, 75, 110, 117, 124, 126, 128, 134
 génétique inverse 118, 126, 136
 génie génétique 51, 53, 57, 65, 126, 127, 134
 grappe de serveurs 118, 122, 124, 126, 128, 132, 134, 136
 Grinder 116, 122, 127, 131, 134
 hacker 60, 89, 127, 128, 134
 hacking 3, 5, 11, 13, 60, 61, 74, 78, 79, 88, 94, 106, 107, 122, 123, 127, 128, 130, 134, 136, 137
 hobby 33, 39, 45, 52, 53, 58, 59, 67, 94, 127, 128, 130, 131
impression 3D 11, 12, 13, 127, 131
 laboratoire communautaire 7, 23, 43, 53, 89, 91, 122, 127, 131, 141, 144, 150, 159
 laboratoire ouvert 127, 128, 135
 LANDRAIN, Thomas 9, 15, 25, 31, 41, 43, 86, 95, 97, 141, 142, 158
 leadership 50, 58, 59, 60, 61, 66, 127, 134, 162
 licence libre 11, 127, 135
 Maker .. 11, 56, 57, 106, 107, 125, 127, 134
 méristème 96, 118, 119, 127, 134
 metabarcoding 110, 111, 119, 127, 134
 MEYER, Morgan 5, 7, 9, 17, 23, 29, 35, 86, 98, 106, 141, 142, 143
 micropipette 127, 135
 micropropagation 96, 114, 115, 119, 125, 127, 134, 135
 milieu de culture 127, 132
 modèle de pouvoir 69, 124, 127, 135
 niveau de sécurité biologique 21, 119, 127, 131, 132
 northern blot 120, 127, 129, 135, 136
OGM 15, 42, 57, 59, 61, 75, 77, 92, 96, 127, 128, 134
 open data 41, 73, 74, 75, 83, 95, 108, 109, 126, 128, 135, 145
open science . 45, 54, 55, 83, 128, 129, 135
 open source 3, 11, 41, 54, 55, 68, 69, 70, 71, 128, 135
pair 19, 83, 111, 128, 135
 PCR 24, 37, 62, 63, 119, 120, 121, 125, 127, 128, 129, 133, 135, 136, 137
PCR en temps réel 37, 63, 119, 120, 128, 136
 pointe de pipette 124, 126, 128, 135
 production par les pairs 128, 135
 rétro-ingénierie 120, 127, 129, 136
 rôle éducatif 63, 129, 133
 science citoyenne 13, 51, 83, 93, 120, 129, 132, 152, 154
 screening microbien .. 53, 94, 121, 129, 135
sécurité en laboratoire 21, 55, 129, 134, 136
 séquençage 53, 129, 136
 soi quantifié 128, 129, 136, 156
 soie d'araignée 65
 Southern blot 120, 129, 133, 136
 southwestern blot 120, 129, 136
 sûreté alimentaire 57, 129, 134
 taille d'échantillon 59
 thermocycleur PCR 24, 26, 125, 127, 129, 133, 135, 137
 transfert 51, 112, 120, 127, 129, 130, 133, 134, 135, 136, 137
transilluminateur 24, 36, 130, 137
 tube à essai 126, 130, 136
 verre de montre 130, 137
 western blot 120, 129, 130, 134, 135, 136, 137
 wetware hacking 95, 122, 130, 137
 workshop. 23, 25, 38, 74, 75, 121, 130, 137

