

2021

La microbiologie du sol forestier

Au cœur du minuscule



La microbiologie du sol forestier

Au coeur du minuscule

Mémoire d'accompagnement de projet.
Sous la direction de Bruno Lavelle.

Remerciements

Je remercie **l'ensemble des professeurs de la formation InSituLab** pour leur accompagnement au cours de ma formation. Je remercie plus particulièrement **Bruno Lavelle, Gwénaëlle Pledran et Mireille Diestchy** pour leurs nombreuses relectures et leur aide précieuse pour l'écriture de mon mémoire.

Je tiens également à remercier **Jeannine Roser**, directrice du péricolaire de Preusdorf, qui a chaleureusement accepté de m'accompagner dans la réalisation de mon projet la Cachette.

Enfin, merci à **Pauline Fleury**, avec qui je mène mon projet, pour son aide. Merci à **Cyril Nicoud, à ma famille et à mes amis** pour leur soutien et leurs corrections.

Table des matières

Préambule	08
Introduction	10
I. Notre rapport à la microbiologie au cœur d'enjeux écologiques révélant l'invisible	12
• Les micro-organismes	
• À quel point les connaît-on ?	
• Les micro-organismes révèlent des enjeux écologiques	
II. La microbiologie imagée comme moyen pour voir l'invisible et transmettre les connaissances	36
• Représentation scientifique, anatomique et historique des micro-organismes	
• La transmission par le jeu et le design : mes expérimentations & hypothèses	
• Les postures de la microbiologie dans le design	
Conclusion	66
Annexes	69
• Corpus d'Histoire des Arts, Sciences et Techniques	
Bibliographie	80
Sitographie	81

Préambule

L'imagination d'un fait qui s'est déroulé à une époque que je n'ai pas vécue est quelque chose qui me passionne depuis longtemps. La catastrophe technologique de Tchernobyl a été celle que j'ai le plus étudiée en regardant d'innombrables documentaires. Durant cette période, une chose m'avait vraiment marquée : l'existence d'ennemis invisibles. Devant mon écran, j'ai alors réalisé que l'être humain était un vrai mystère pour lui-même : capable de causer sa propre perte par la soif de connaissance, de découverte et d'évolution. Les particules radioactives sont, au même titre que le coronavirus, un danger mortel infiniment petit qui se propage extrêmement rapidement et qui est difficile à éliminer. J'ai alors imaginé ce qui se passerait dans le futur, qui je serais... En continuant sur la voie que je suis aujourd'hui, je me voyais designer graphique en train de répondre au nouvel enjeu de ce 21^e siècle du côté de l'écologie : la révélation de l'invisible à tous.

J'ai alors imaginé un projet en collaboration avec des enfants sur le thème de l'infiniment petit, plus précisément de la microbiologie du sol forestier. Ce revirement de sujet a été dû à ma réflexion de remonter à l'origine des micro-organismes en observant les dégâts des années après les différentes catastrophes nucléaires sur la nature. Pollution, radioactivité et menace invisible : en tant que designer graphique j'ai approfondi ce sujet pour en faire mon projet de diplôme. Ainsi, à travers ce mémoire, je m'interrogerai sur les liens à tisser entre design et microbiologie :

En quoi la connaissance de la microbiologie par le design et par l'outillage permettrait de mieux comprendre le monde et le protéger ?

Introduction

Tout d'abord, l'être humain doit repenser son rapport au vivant et à l'infiniment petit. Elle est révélatrice d'enjeux écologiques. Premièrement, je présenterai les micro-organismes : pourquoi sont-ils là, à quel point nous les connaissons et ce qu'ils produisent, afin de vous éclairer sur ce sujet complexe. Ensuite, nous verrons que la société en parle seulement depuis quelques années et que ce sujet commence enfin à toucher le public grâce aux nouvelles technologies. Bien qu'ils soient invisibles, le déséquilibre que nous provoquons impacte ces êtres et finit par nous impacter également à notre échelle. Ils sont les régénérateurs du sol et permettent la dépollution de l'air.

Nous, designers, sommes une minorité à pouvoir sensibiliser le monde par l'image et par la transmission. Par ce mode opératoire, nous avons la possibilité de nous adresser directement aux acteurs de demain. Je retracerai, dans un premier temps, l'évolution de la représentation des micro-organismes grâce à l'art et à la technologie. Cette évolution vous éclairera sur la façon de traduire graphiquement une nouveauté dans le but de la transmettre à un jeune public. Puis, dans un dernier temps, je vous parlerai de quelques artistes ayant déjà répondu, à leur façon, à la question de la représentation et de la révélation au public de ces animaux microscopiques.

1

**Notre rapport à
la microbiologie
au cœur d'enjeux
écologiques
révélant l'invisible.**

Les micro-organismes

La microbiologie est un terme qui englobe une quantité d'informations importante. Tout d'abord, il est primordial de savoir qu'il s'agit de *la science des micro-organismes et des structures biologiques de petite taille*¹. La microbiologie englobe des milliards d'espèces allant de la micro faune/flore à la méso faune/flore et de la macro faune/flore à une partie de la méga faune/flore. C'est-à-dire, tous les êtres vivants observables uniquement à la loupe et au microscope. Aujourd'hui ils sont divisés en de multiples branches que nous pouvons reconnaître facilement : bactériologie, mycologie, parasitologie et virologie. Certains sont unicellulaires (une cellule) (Fig. 1) tandis que d'autres sont pluricellulaires (plusieurs cellules) (Fig. 2).

Ces êtres minuscules ne sont étudiés très précisément que depuis une centaine d'années à peine (par des professionnels) et les porter à la connaissance du public est une tâche qui demeure difficile. En effet, la plupart des gens n'ont pas conscience de l'existence d'un monde minuscule et par conséquent celui-ci n'est pas pris en compte dans ce qu'on englobe dans les mots "biodiversité", "nature", "espèces" et surtout "protection des êtres vivants". Si les micro-organismes sont si peu connus, c'est parce que leur taille les rend invisibles à l'œil nu. C'est pourquoi établir un lien avec ce qui, a priori, n'existe pas à nos yeux prend une toute autre dimension.

Notre conscience du vivant décroît à mesure que l'on descend dans l'échelle des dimensions²

¹ Définition du dictionnaire Le Robert.

² D'après Laurent Palka, chercheur au Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation, dans l'article Ne perdons pas de vue le monde microscopique publié par le Muséum d'histoire naturelle, mis en ligne le 9 octobre 2018.

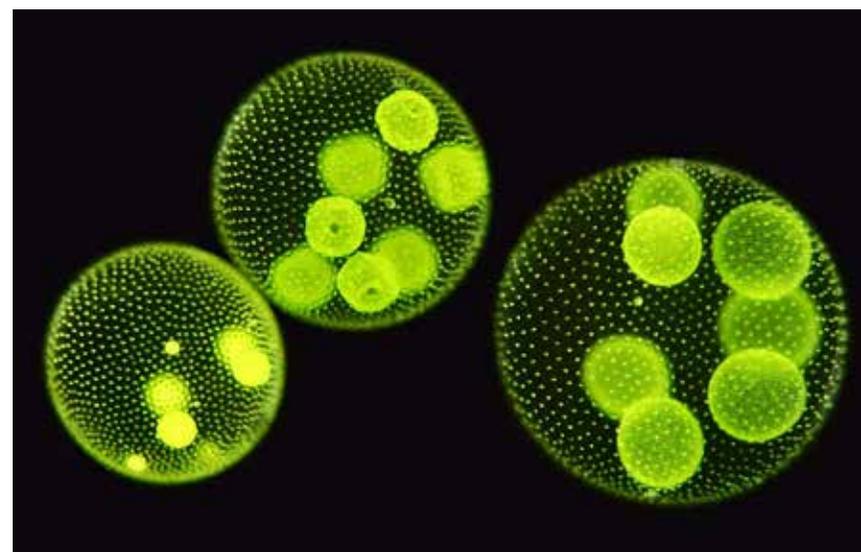


Fig. 1 : Organisme unicellulaire (algue unicellulaire), constitué d'une seule cellule.
Site : futura-sciences.com



Fig. 2 : Organisme pluricellulaire (Gastrotriche Chaetonotus), constitué de plusieurs cellules.
Site : forum.mikroskopia.com

Pour cela, il faut éveiller la conscience du grand public et lui montrer qu'ils existent. Bien que nous soyons indirectement conscients de leur présence, nous persistons à croire que ce qui se passe sous nos yeux est l'œuvre de faits naturels visibles ou du moins que l'on connaît. Mais il se trouve qu'il s'agit presque toujours des organismes microscopiques qui agissent et dont leurs actions ont des répercussions sur le monde à notre échelle. Notre unique préoccupation, nous êtres humains, vis à vis de ces êtres microscopiques est qu'il faut s'en débarrasser car ils sont souvent perçus comme acteurs de changements désagréables ou que nous ne voulons pas (par exemple les maladies). Ne les connaissant pas, nous n'en avons pas la bonne vision, et provoquent en nous une part de peur. Pour y remédier il faut les étudier, les observer et surtout comprendre leur rôle au sein de la biodiversité et de la microbiodiversité. Savoir qui ils sont et pourquoi ils sont là est important, car une partie d'entre eux sont en quelque sorte les nettoyeurs naturels de la terre.

Ils régénèrent le sol afin que chaque année la vie puisse continuer de s'épanouir et de grandir. D'autres transforment encore la pollution de l'air en oxygène pur par le principe de photosynthèse. Leur rôle au sein de la biodiversité à notre échelle doit être pris en compte par l'étude et le savoir. Je m'intéresse plus particulièrement aux micro-organismes présents sur le sol forestier. Les sols sont l'habitat de milliards d'êtres vivants qui participent à la décomposition et à la transformation de la matière organique. Les cycles de régénération sont possibles grâce à ces animaux, ils sont en quelque sorte les liants de la nature. Scientifiquement parlant, les sols, sur lesquels ils vivent et travaillent, comprennent tout ce qui se trouve entre la surface terrestre et la roche-mère. Tout ce qui se trouve dessus : feuilles mortes, brindilles, excréments, carcasses... sera transformé par ces êtres microscopiques pour donner ce qu'on appelle de l'humus. Une terre nouvelle, riche en nutriments, qui peut être réabsorbée par les plantes et ainsi, le cycle de la vie recommence sa boucle à l'infini.

Grâce ou à cause de leur étude, nous avons atteint un haut niveau de connaissance qui nous a radicalement transformés. La conservation alimentaire d'aujourd'hui prend en compte les bactéries présentes dans les aliments. Elles nous guident sur la façon de les conserver. Parfois, elles se suffisent à elles-mêmes pour créer des produits comme le fromage ou le kéfir.

Concernant le sol forestier, on retrouve les mêmes micro-organismes un peu partout dans le monde. Par exemple, dans un kilogramme de sol, nous retrouvons trois mille milliards de bactéries (Fig. 3), quatre-cent millions de mycètes (champignons) (Fig. 4), cinquante millions d'algues (Fig. 5), trente millions de protozoaires (Fig. 6), nématodes (Fig. 7) et autres vers et toutes sortes d'insectes. Ces êtres sont classés par tailles : la macro faune/flore concerne les organismes supérieurs à un centimètre, la méso faune/flore sont ceux compris entre un millimètre et un centimètre puis la micro faune/flore sont ceux inférieurs à un millimètre. Tout ceci est détaillé dans le rapport mené par l'Institut fédéral de recherches WSL³ sur la biodiversité sur le sol forestier publié en 2018. Nous, êtres humains, faisons partie de la méga faune/flore. Donc notre rapport à la microbiologie n'est possible qu'à l'aide d'outils pour les observer tels que la loupe ou le microscope.

En effet, notre taille ne nous permet pas de voir ce qui est inférieur à un millimètre et ne nous rend pas capable de contempler la transformation naturelle de la terre. Le design, et plus particulièrement le graphisme, ont ici bien des défis à relever. Ils doivent intégrer dans leur concept la notion de l'invisibilité, du microscopique et de la diversité des espèces. Or, dans notre société, notre rapport à la microbiologie s'effectue principalement par le biais de la transmission du savoir. C'est-à-dire par des documentaires, des professeurs, des jeux spécialisés, etc. Cette connaissance apportée par des professionnels mais aussi par des designers réalise en quelque sorte une introduction à ces micro-organismes.

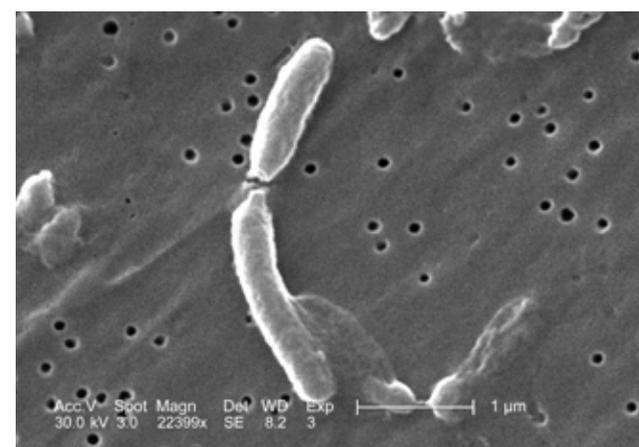


Fig. 3 : Des bactéries.
Site : pixnio.com



Fig. 4 : Des champignons.
Site : pixnio.com

³ Rapport publié sur le site wsl.ch intitulé *Le sol forestier vit - diversité et fonctions des organismes vivants du sol*, 2018.

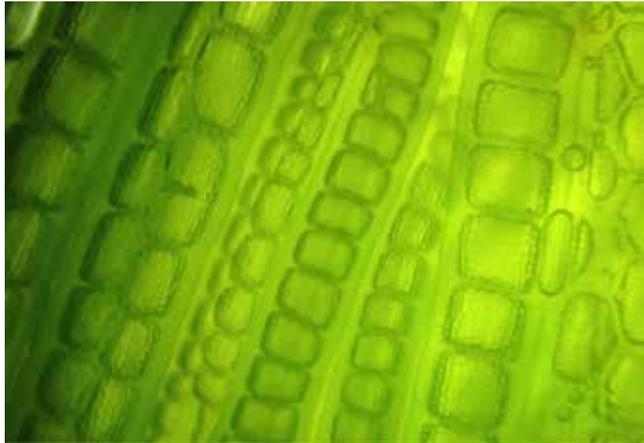


Fig. 5 : Des algues cyanobactériennes.
Site : sorbonne-universite.fr



Fig. 6 : Des protozoaires.
Site : futura science



Fig. 7 : Un nématode.
Site : franceinter.com

À quel point les connaît-on ?

Les micro-organismes ont mis du temps à faire partie de l'histoire de l'être humain en raison de leur invisibilité à l'œil nu. Historiquement, cela s'est déroulé en trois phases : la première correspond aux 17^e et 18^e siècles avec les premières observations au microscope que l'on a associées à la remise en cause de la génération spontanée⁴. À cette période, c'est Antoni Van Leeuwenhoek⁵ (Fig. 8) qui est l'homme clé. La deuxième phase se déroule au 19^e siècle avec comme pionniers Louis Pasteur et Robert Koch (dont je parle un peu plus ci-après) qui ont définitivement posé le cadre et la notion des microbes. Puis la dernière phase, au 20^e siècle avec comme pionnier Alexander Fleming (Fig. 9) avec ses partenaires Ernst Boris Chain et Howard Walter Florey⁶ (Fig. 10 & 11).

En France et dans beaucoup d'autres pays maintenant, la microbiologie commence à faire parler d'elle. Bien que le sujet soit plus abordé qu'avant, les scientifiques et les médiateurs ont tendance à simplifier en omettant des détails afin d'éviter de noyer le public sur un sujet qu'il ne connaît pas et dont le vocabulaire lui est inconnu. Sans détails, le lecteur fait des suppositions qui souvent aboutissent à un savoir erroné.

À l'école, endroit parfait pour en parler, les sciences intègrent la microbiologie depuis le début des années 1900 en université uniquement. C'est surtout au collège que les programmes de SVT (Science et Vie de la Terre) mentionnent les organismes vivants présents dans un milieu et leur indépendance⁷ en parallèle à l'apprentissage des différentes couches du sol terrestre ou du corps humain.

⁴ "La génération spontanée est une notion aristotélicienne tombée en désuétude, faisant la supposition de l'apparition sans ascendant, d'êtres vivants à partir de la matière inanimée", d'après fr.wikipedia.org

⁵ Antoni Van Leeuwenhoek (1632 - 1723) : Il est un commerçant et savant néerlandais et le précurseur de la biologie cellulaire et de la microbiologie.

⁶ Alexander Fleming & ses coéquipiers (1881 - 1955) : Médecin, biologiste et pharmacologue britannique.

Il a travaillé sur la bactériologie, l'immunologie et la chimiothérapie. Il partage le prix Nobel et physiologie ou médecine en 1945 avec ses coéquipiers Ernst Boris Chain (1906 - 1979) et Howard Walter Florey (1898 - 1968) pour la découverte de l'antibiotique qu'il a appelé la pénicilline.

⁷ D'après le rapport de l'éducation nationale sur le programme officiel en cycle 2, *Questionner le monde*, publié sur le site svt.ac-versailles.fr



Fig. 8 : Antoni Van Leeuwenhoek.
Site : commons.wikimedia.org

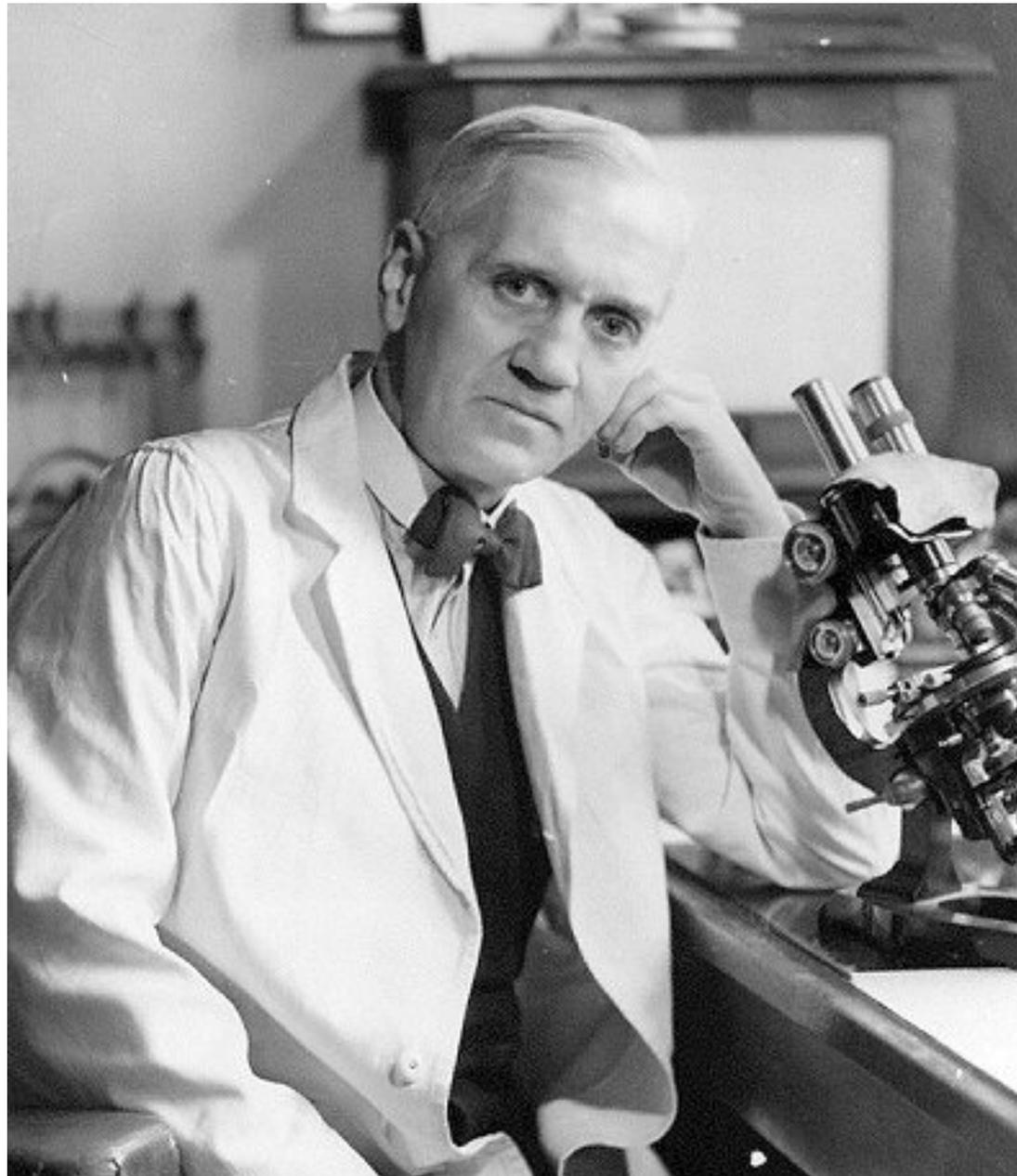


Fig. 9 : Alexander Fleming.
Site : parisru.es.com



Fig. 10 : Ernst Boris Chain.
Site : fr.wikipedia.org



Fig. 11 : Howard Walter Florey.
Site : fr.wikipedia.org

Plus largement et toujours en France, l'émission de science, de découverte et de divertissement *C'est pas sorcier*, qui a été diffusée en France entre octobre 1993 et juin 2014, a déjà consacré un épisode d'une vingtaine de minutes à la microbiologie intitulé *Voyage dans l'invisible*. Dans cet épisode, on peut retrouver le nom des principaux micro-organismes peuplant le sol, leur nature et leur rôle au sein de la biodiversité. La particularité de cette émission est qu'elle présente le sujet sous forme de documentaire adapté aux enfants. Pour expliquer, il n'y a pas seulement des images mais aussi des maquettes au design simplifié pour pouvoir toucher un public toujours plus large. C'est pas sorcier est presque l'unique programme de télévision français à avoir consacré plusieurs épisodes à la microbiologie dans différents milieux. La diffusion télévisée des micro-organismes et de leurs milieux de vie a contribué à la généralisation des premiers savoirs sur leurs rôles. La microbiologie étant un sujet relativement nouveau à grande échelle, les médias jouent un rôle important dans la sensibilisation par la diffusion.

La télévision n'est pas la seule à en parler, la radio France Culture partage régulièrement des débats scientifiques et publics sur la microbiologie et les premières recherches. Il y en a un en particulier qui a opposé les pionniers dans la recherche de la microbiologie : Louis Pasteur⁸ (Fig. 12) et Robert Koch⁹ (Fig. 13) qui étaient rivaux. *Pasteur et Koch, une rivalité au service de la microbiologie*¹⁰ est un podcast qui invite deux professionnels afin de parler de la rivalité des deux chercheurs à l'époque. L'un était médecin français et était fasciné par la microbiologie, et l'autre était expert allemand sur les bactéries. La diffusion des premiers travaux, des premières recherches sur les bactéries (plutôt liées aux maladies qu'à la biodiversité du sol) a néanmoins été reconnue par d'autres chercheurs qui se sont succédés au fil des années pour offrir aujourd'hui une connaissance sur le sujet bien plus vaste qu'à l'époque. La micro-biodiversité est un monde dans lequel les découvertes s'enchaînent et l'information se complexifie rapidement, d'où les désaccords entre experts et professionnels.



Fig. 12 : Louis Pasteur.
Site : fr.wikipedia.org

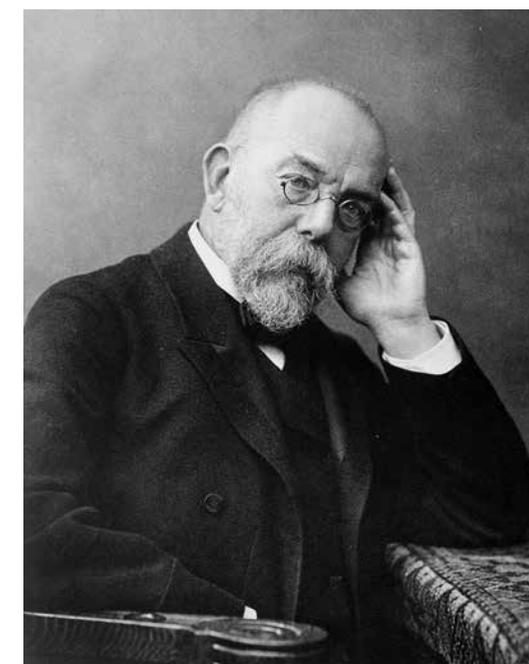


Fig. 13 : Robert Koch.
Site : fr.wikipedia.org

⁸ Louis Pasteur (1822 - 1895) : Scientifique, physicien et chimiste français. Il est le grand pionnier de la microbiologie.

⁹ Robert Koch (1843 - 1910) : Médecin allemand, lauréat du prix Nobel de physiologie ou médecine de 1905. Il est l'un des fondateurs de la bactériologie.

¹⁰ Podcast de 54 minutes, diffusé par France Culture.

Certains laboratoires, en plus des médias, publient leurs rapports annuels ou mensuels sur leurs recherches. Le public peut ainsi s'en informer de lui-même s'il le souhaite. À ce sujet, le projet de design *la Cache*, que je mène en collaboration avec Pauline Fleury dans le cadre de la formation InSituLab (formation en design social situé à Strasbourg), a pour objectif de répondre à l'objectif TEPOS 2037 de la communauté de communes Sauer-Pechelbronn. Liant à la fois science, nature, microbiologie et écologie, *la Cache* s'intègre très bien dans l'objectif TEPOS (Territoire à Énergie Positive) de la communauté. Divisée en vingt quatre communes, la communauté a choisi de s'inscrire dans cet objectif en 2016, qui vise à consommer autant d'énergie qu'elle en produit. Par le biais de cette démarche, le territoire cherche à réduire sa consommation en énergie de chauffage et en transport (qui sont les deux domaines les plus polluants de la Sauer-Pechelbronn) et à accentuer sa production d'énergies renouvelables. En parallèle, elle produit énormément en bois énergie puisque sa surface est recouverte de 53% de forêts. Trois enjeux ont donné lieu à ce projet : leur dépendance aux énergies fossiles, les émissions de gaz à effets de serre et ses effets

dévastateurs (réchauffement climatique) et enfin leur facture énergétique. Tout en voulant se ranger dans le combat majeur de ce 21^e siècle, la raison pour laquelle ils se sont engagés inclut également la désignation par le ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer comme territoire favorable à la transition énergétique et écologique. *La Cache* répond à ces objectifs en mettant en avant le sujet des micro-organismes : êtres vivants fondamentaux dans la régénération des écosystèmes et dans la préservation du territoire en lui-même. La plupart des ressources qu'exploite la communauté de communes dépend de ses forêts et par conséquent de tout ce qui y vit. Nous proposons à des familles et leurs enfants des jeux pédagogiques sur le thème de l'écologie et de la microbiologie des sols et de l'eau. Le but est de les sensibiliser en les éveillant à l'existence d'un monde microscopique qui est une part essentielle de la terre et de sa régénération nutritive. L'observation est, comme je le disais auparavant, ce qui a permis à ces animaux d'exister à nos yeux et à révéler les enjeux écologiques que nous connaissons aujourd'hui.

Les micro-organismes révèlent des enjeux écologiques

Dans le monde microscopique, des intrus existent d'ores et déjà : la pollution sous forme de microparticules de plastiques. Ce nouveau genre de déchet se répand de plus en plus depuis les années 1960, c'est-à-dire l'âge d'or du plastique. Si nous pensions à l'époque que la pollution n'était qu'à notre échelle et qu'il suffisait de ramasser pour effacer toute trace, ce n'est plus le cas aujourd'hui. De nos vêtements à nos meubles, tout est essentiellement fait de plastique ou de matières toxiques, et lors de la destruction de ces éléments dans la nature, ils ne disparaissent pas totalement. Dans l'eau comme sur terre, il reste de ces déchets des microparticules que l'on retrouve aujourd'hui dans le sol que nous cultivons, dans l'eau que nous buvons, dans la chair des animaux que nous mangeons et même dans le placenta des femmes enceintes.

Si l'écologie est au centre de l'attention ces dernières années, ce problème a été principalement l'élément déclencheur. En effet, en observant ce nouveau type de pollution, l'homme a compris qu'il n'avait plus le contrôle sur son propre système de production. Il a pu détecter une pollution microscopique à cause d'impacts visibles à son échelle : les champs qui n'avaient

plus de terre fertile en raison de la mort des micro-organismes et des petits animaux censés régénérer le sol (vers de terre, collembolles (Fig. 14), acariens (Fig. 15) ou nématodes par exemple). Le problème a touché en premier lieu les travailleurs de la terre : les agriculteurs. Depuis, de nouvelles mesures ont été prises, notamment concernant la réduction des pesticides et des matières toxiques sur les plantes.

Protéger les micro-organismes n'est pas tâche aisée puisque la mise en évidence de leur rôle et leur défense sont au centre de l'attention seulement depuis ces 20 dernières années. Les scientifiques, et plus globalement la politique, se sont emparés du sujet afin de préserver les générations futures au sein d'un écosystème dévasté et en péril. Défendre le vivant, c'est parfois avoir recours à la justice par le biais de procédures ou bien aux médias pour sensibiliser à cette cause et lancer des pétitions par exemple, mais pas seulement. Grâce à ces recours, nous pouvons lancer des programmes de réinsertion des espèces, de préservation de leurs milieux, d'études libres sur leur mode de vie, etc.



Fig. 14 : Un collembolle.
Site : insecte.org



Fig. 15 : Un acarien.
Site : pixabay.com

L'initiative prise par des scientifiques autrichiens est un exemple illustrant la difficulté de nos jours à défendre le vivant : lorsqu'en 1982 des scientifiques découvrent une mare, à Salzbourg en Autriche, dans laquelle des nouvelles espèces de micro-organismes habitent. Ils veulent en faire un lieu d'étude. C'est finalement en 2010 qu'ils apprennent qu'un projet de construction sur ce site a été décidé, incluant donc la destruction de la mare. Grâce à la défense et notamment aux arguments avancés, la municipalité de la ville finit par abandonner son projet de construction et laisse le terrain aux scientifiques. *“Cette victoire est moins due aux arguments scientifiques qu'à l'influence politique d'une sommité dans le monde de la microbiologie, Wilhelm Foissner. Il parvient à faire inaugurer la première réserve naturelle au monde pour sauvegarder des micro-organismes, il y a seulement six ans”*¹¹ d'après le Muséum national d'Histoire naturelle, puisqu'après cette histoire ils font figurer la mare dans le registre des réserves naturelles, dédiée aux micro-organismes pour la première fois, en 2012 (Fig. 16). Laurent Palka¹² (Fig. 17) dira même : *“À ma connaissance, l'initiative autrichienne de 2012 est la seule qui ait abouti. Regardez dans la liste rouge de l'UICN, il n'y a pas un seul micro-organisme ! Certains d'entre eux sont préservés indirectement, en tant qu'acteurs de la restauration des habitats, pour purifier des sols pollués, dégrader du plastique, ou à travers la protection d'un animal ou d'une plante hôte”*.

Il y a donc peu d'exemples dans le monde montrant les démarches directement entreprises pour la protection et la défense des organismes microscopiques. En revanche, la protection des espèces terrestres, marines et volatiles est plus courante et plus connue du grand public par le biais d'associations telles que WWF, World Animal Protection, L214, etc. Pour cela, la plupart des campagnes menées pour sensibiliser fonctionnent et guident de plus en plus la société vers une démarche plus écologique et plus respectueuse de son environnement et des espèces habitantes. Nous mettons en place de plus en plus de conventions protégeant des biens ou des espèces qui incluent dans la même catégorie les micro-organismes même s'ils ne sont pas directement mentionnés. Par exemple, au niveau international, il y eut en 1993 la Convention sur la diversité biologique avec pour objectif la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique. Ou encore en 2006 la même initiative mais en ayant pour objectif en plus la connaissance de chacun de ses rôles et la conservation des bonnes pratiques et gestions des terres et des sols.

Au niveau européen, comme je le disais précédemment, la microbiologie était indirectement protégée par le biais d'autres initiatives telles que les parcs naturels par exemple. C'est en 2002 que la Commission européenne relève la dégradation des sols et reconnaît officiellement le besoin de les protéger en s'appuyant sur une nouvelle stratégie. Cette stratégie souligne que le sol est une ressource naturelle essentielle et irremplaçable qui accomplit un grand nombre de fonctions fondamentales à protéger, et qu'il faut : intégrer la protection des sols dans les politiques nationales et communautaires, renforcer les recherches sur les sols comme base pour de futures politiques et sensibiliser le grand public à la nécessité de protéger les sols.

Il apparaît que l'art et le design s'emparent de ces débats afin de produire des campagnes par le biais d'affiches, de flyers, de sites internet, de concours artistiques, etc. L'image est le moyen de communication le plus sûr, le plus véridique et le plus facile à diffuser. L'imagerie scientifique a été la première à ouvrir au public une vision réelle de ces animaux. Si l'illustration scientifique était l'unique mode de représentation possible jusque dans les années 1660 environ, l'imagerie re-colorisée est devenue la représentation officielle. L'avènement de l'ère numérique et la 3D ont permis le développement de techniques rendant précise la reproduction imagée.

¹¹ Citation de l'article *Ne perdons pas de vue le monde microscopique* publié par le Muséum d'histoire naturelle et mis en ligne le 9 octobre 2018.

¹² Laurent Palka : Enseignant-chercheur et président de la Société française des enseignants-chercheurs du Museum. Il est également membre du Conseil d'administration et du Comité technique.



Fig. 16 : Mare devenue en 2012 « monument naturel pour les organismes unicellulaires », située en zone urbaine proche de la forteresse médiévale de Salzbourg en Autriche.
Site : usbeketrica.com



Fig. 17 : Laurent Palka.
Site : usbeketrica.com

Nous l'aurons compris, notre façon de vivre dépend entièrement de l'équilibre biologique des sols qui sont la ressource mère de tous les êtres vivants. Notre rapport à la microbiologie demeure fragile : les temps changent et les événements actuels nous relient de plus en plus à ce monde invisible. Bien qu'il s'agisse d'un nouveau monde à explorer, nous savons qu'il y a un message à faire passer et cela peut se faire de plusieurs façons : par la transmission, par l'observation, par la représentation, etc.

2

**La microbiologie
imagée comme
moyen pour voir
l'invisible et
transmettre les
connaissances.**

Représentation scientifique, anatomique et historique des micro-organismes

Les premières représentations de micro-organismes furent celles d'Antoni Van Leeuwenhoek entre 1674 et 1677. Il écrit à la Royal Society dans de longues lettres sa découverte d'organismes microscopiques et y joint les premières illustrations. Il s'agit de gravures colorées à la main qu'il intitule *Animalcules* (Fig. 18). Lorsque Louis Pasteur se penchera sur l'étude des micro-organismes vers le milieu et la fin des années 1800, c'est principalement P. Lackerbauer qui illustrera ses travaux pour lui (Fig. 19). Peu de choses sont écrites à propos de ce personnage qui a illustré presque tous les travaux de Louis Pasteur. Pendant longtemps, le procédé de la gravure (Fig. 20) était le plus répandu pour imager la science. La précision de cette technique est appréciée des chercheurs. L'image donnée doit être claire. C'est à partir des années 1853 que la gravure est en concurrence avec le crayon, les techniques aquarellables et surtout la microphotographie (Fig. 21). En effet, l'évolution de la technologie a permis de développer la photographie et en parallèle la capture d'animaux microscopiques en photo. Les études réalisées en direct ne nécessitent plus de dessins précis si ce n'est que les planches transmises entre le chercheur et ses collaborateurs. C'est Auguste Nicolas Bertsch¹³ qui en est à l'origine de ce procédé. Pourtant, lors de l'impression de ses premiers travaux, la communauté scientifique n'est guère enthousiaste.

¹³ Auguste Nicolas Bertsch (1813 - 1870) : Il est l'un des membres fondateurs de la Société Française de Photographie en 1854.

Même si le négatif est précis, l'impression obtenue à l'aide du procédé aux encres grasses ne permet pas une reproduction suffisamment fine pour des travaux scientifiques. Oublié principalement à cause de son procédé de verre négatif qui n'a pas porté ses fruits, collodion humide (Fig. 22), on se souvient de lui pour son application pour la création de photographies à usage microscopique et pour ses appareils annonçant la pratique photographique à la fin du 19e siècle. Il est en quelque sorte celui qui répandra la photographie dans ce domaine après l'avoir utilisée à des fins professionnelles. Il faut savoir qu'en 1850, le microscope est un instrument d'observation encore récent dans le laboratoire du savant, mais il est de plus en plus intégré à l'investigation scientifique. De même, la micrographie commence tout juste à être enseignée dans les facultés de sciences et de médecine ou les écoles de pharmacie. Aujourd'hui, les techniques sont nombreuses. La colorisation, les logiciels et la photomicrographie sont les trois principaux procédés de représentation officielle du monde microscopique.

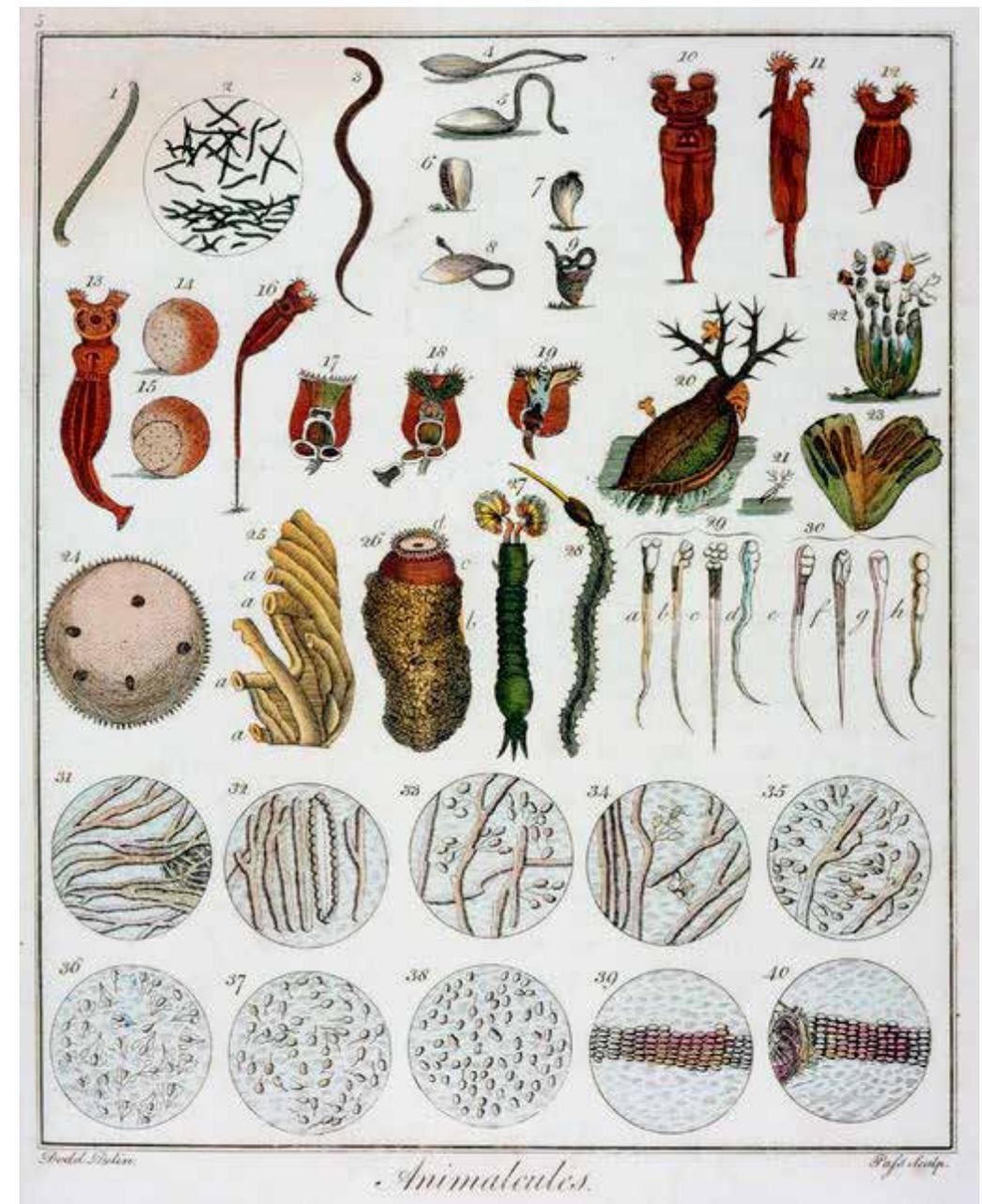


Fig. 18 : *Animalcules* d'Antoni Van Leeuwenhoek, 1675.
Site : en.wikipedia.com

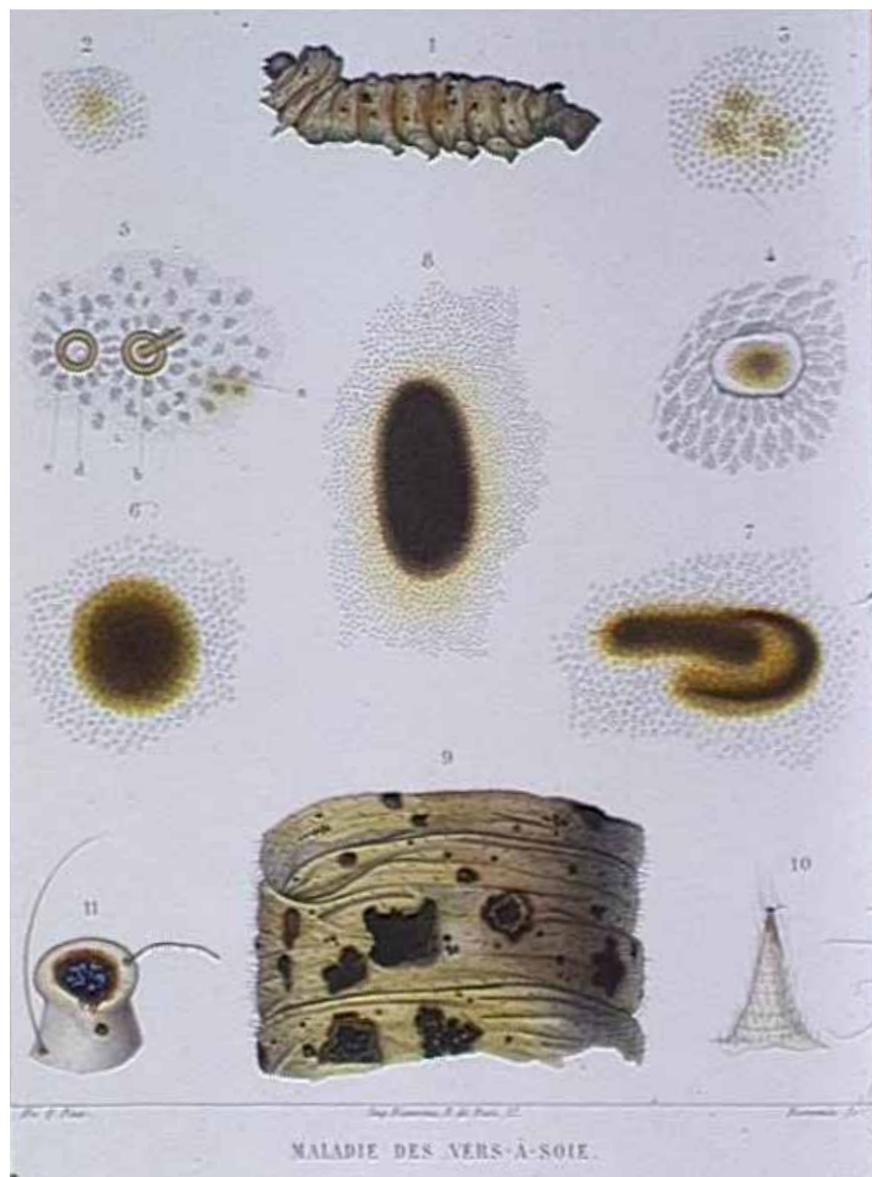


Fig. 19 : La maladie des vers à soie, gravures de P. Lackerbauer : Études de Louis Pasteur sur les maladies des vers à soie : coupes et analyses de la membrane externe, 1870. Site : gallica.bnf.fr



Fig. 20 : Procédé de gravure. Site : fr.wikipedia.org

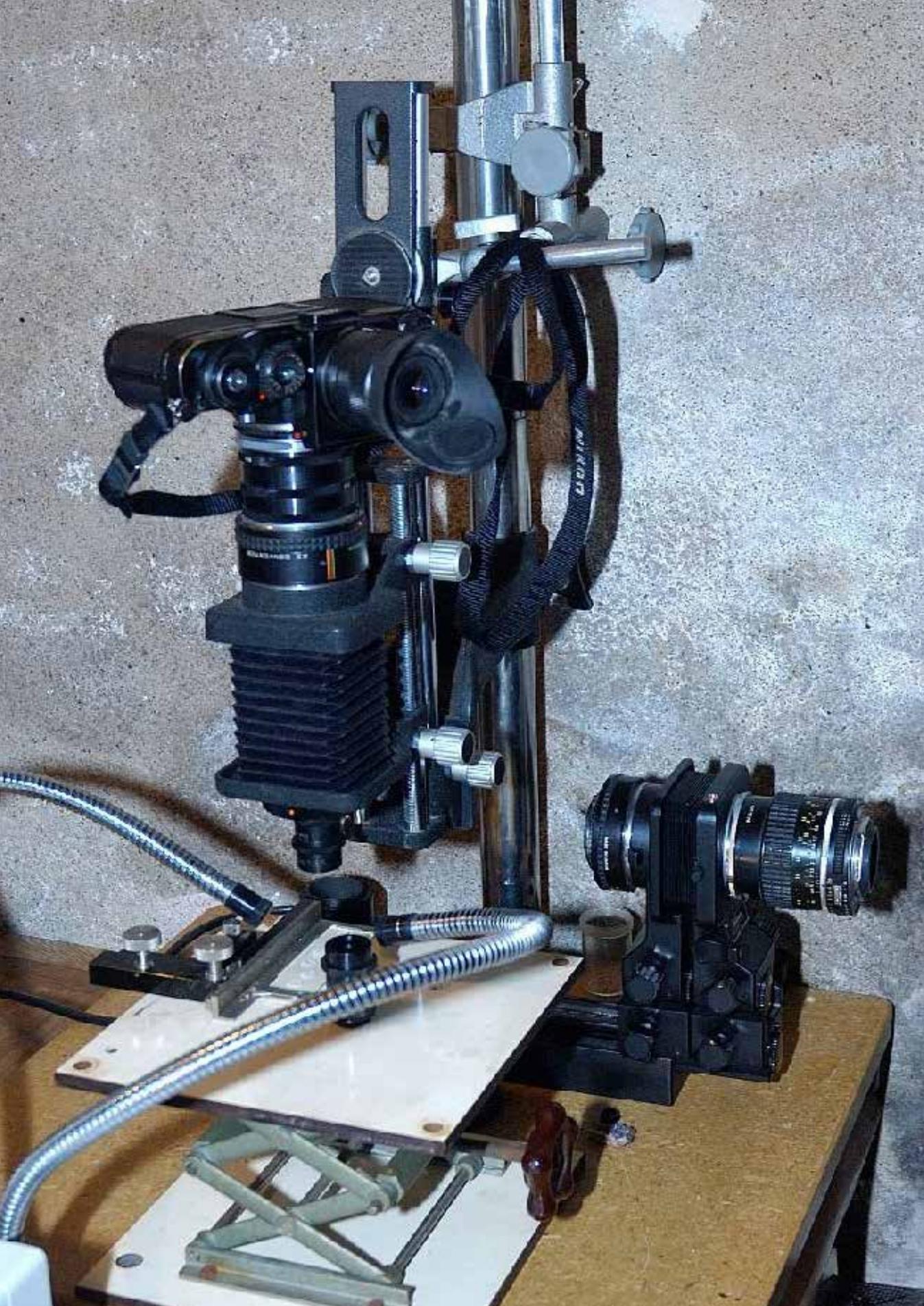


Fig. 21 : Appareil pour réaliser de la microphotographie.
Site : nikonpassion.com

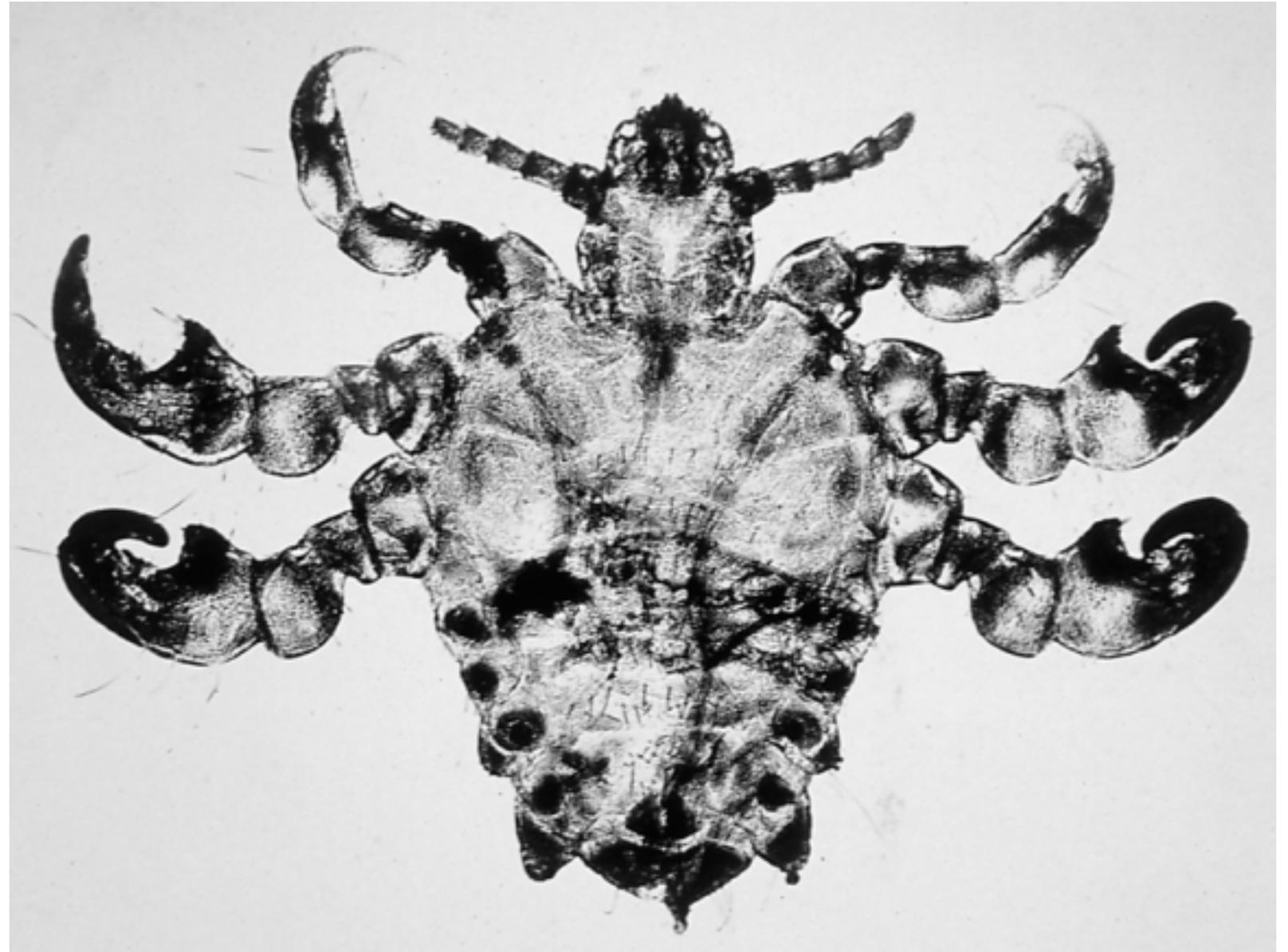
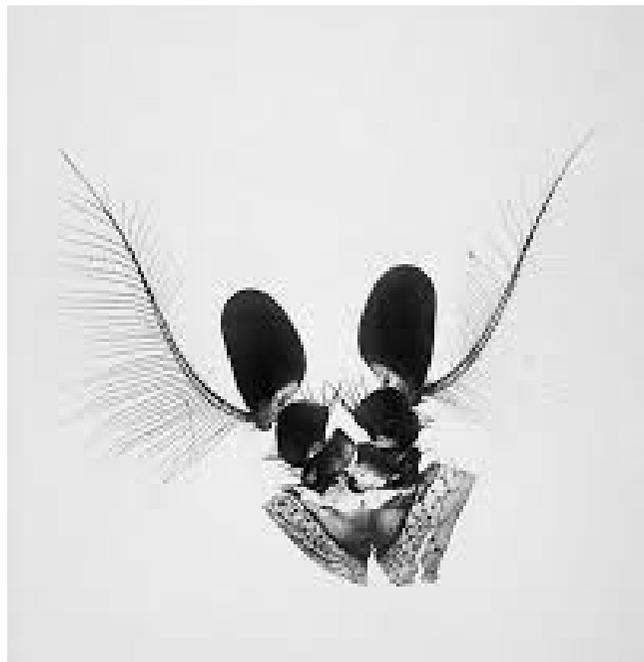
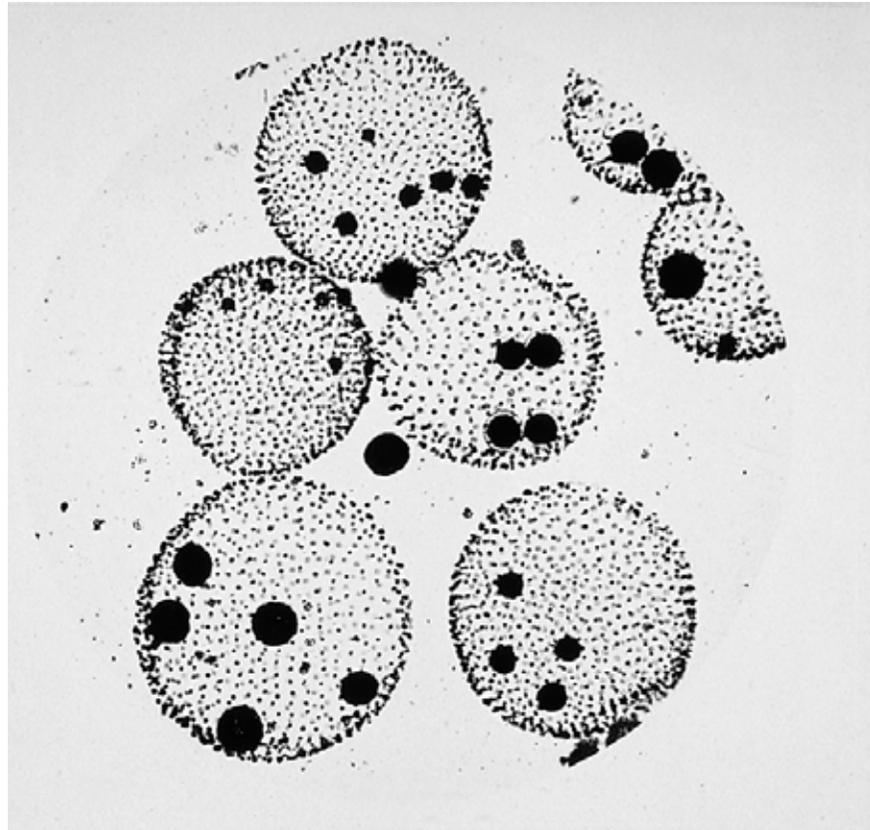


Fig. 22 : Microphotographies d'Auguste Nicolas Bertsch.
Site : journals.openedition.org

La transmission par le jeu et le design : mes expérimentations & hypothèses

La transmission est l'élément clé de mon projet. En ciblant des enfants de trois à neuf ans, j'ai développé des jeux adaptés qui permettent de les informer sur les capacités particulières de chaque organismes. J'ai décidé de me concentrer sur dix-sept d'entre eux : neuf micro-organismes et six animaux minuscules.

J'ai créé un jeu de cartes que j'ai nommé *Qui sommes-nous ?* (Fig. 23). Le but de ce jeu de cartes est d'apprendre aux enfants l'apparence et la forme de ces micro-organismes par le biais de cartes transparentes à superposer sur des illustrations. Ce jeu a été envoyé au périscolaire de Preusdorf, situé au centre de la communauté de communes Sauer-Pechelbronn, en décembre 2020. Lors du test, j'ai pu observer que les enfants avaient déjà des connaissances générales sur les micro-organismes, en particulier le tardigrade. Jouant en groupe, le jeu n'a duré qu'une dizaine de minutes (Fig. 24). Grâce à cette expérimentation, j'ai pu évaluer le niveau de connaissance des plus jeunes et la capacité à jouer en équipe en répondant à un sujet complexe mais simplifié par la règle du jeu. La facilité avec laquelle ils ont trouvé les réponses m'a donc dirigée vers de nouveaux objets moins évidents. J'ai réalisé une édition à trou appelée *Les micro-organismes* (Fig. 25) dont le but est de leur apprendre les différentes fonctions naturelles des animaux microscopiques (création d'oxygène, régénération du sol).

¹³ Auguste Nicolas Bertsch (1813 - 1870) : Il est l'un des membres fondateurs de la Société Française de Photographie en 1854.

En intégrant toutes mes recherches dans l'esthétique de mes objets, j'y ai ajouté une règle du jeu, c'est-à-dire un défi. Envoyé de nouveau au même endroit, le périscolaire de Preusdorf m'a fait part de nouvelles observations lorsque je m'y suis rendue, toujours en décembre 2020. La difficulté du jeu semblait mieux adaptée. Les enfants devaient, à partir d'un petit indice écrit, imaginer à quoi le micro-organisme ressemblait puis trouver la bonne illustration et comparer leur dessin à la vraie représentation de l'animal. Cette transition entre leur imagination et la réalité est ce que je souhaitais expérimenter avec cet objet afin de leur faire découvrir une image réaliste des micro-organismes dans leurs esprits.



Fig. 23 : *Qui sommes-nous ?* Justine Baillet, 2020.



Fig. 24 : Les enfants du périscolaire de Preusdorf expérimentant le jeu de cartes.

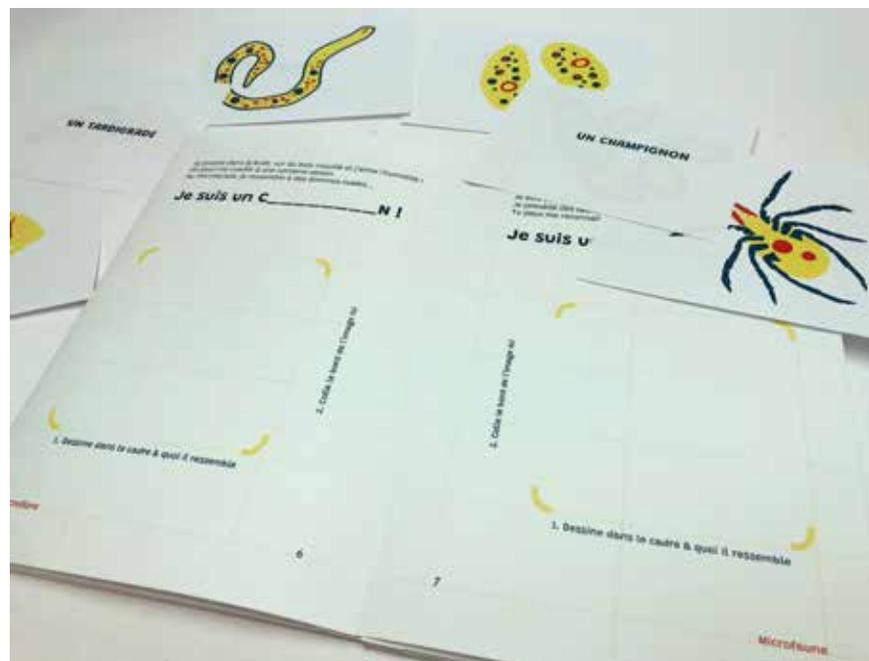


Fig. 25 : Les micro-organismes, Justine Baillet, 2020.

L'action de transmettre par le jeu a des bénéfices très importants, tant au niveau de sa complexité que de la cible : les apprenants sont dans un état d'esprit plus réceptif et ouvert, favorisant la mémorisation. En admettant que l'erreur fasse partie du jeu, le stress en est considérablement réduit puisque j'associe l'erreur au jeu comme une étape de passage obligatoire. La pratique active pour apprendre permet une meilleure réception des informations, surtout lorsqu'elle est imagée et non écrite. C'est à ce point précis qu'intervient le design graphique. Pour fabriquer mes jeux, j'ai dû, en premier lieu, imaginer les micro-organismes (Fig. 26) et établir une charte graphique propre à la Cachette. Grâce à mes expérimentations personnelles, j'ai pu observer que les enfants se sont appropriés les différents éléments envoyés avec une facilité inattendue. J'ai émis des hypothèses de projet à poursuivre que je vais détailler par la suite. En revanche, ce qui m'a le plus intriguée, c'est le lieu dans lequel les enfants se trouvaient. Le périscolaire se situe dans une salle des fêtes. Ce projet m'a donc permis de leur apporter des nouvelles choses à expérimenter. Comparativement, en milieu scolaire, les enfants suivent 78 heures de sciences expérimentales et technologiques par an. Il s'agit de l'un des enseignements les plus présents. Il s'agit d'un programme établi par l'éducation nationale.

Des dispositifs ludiques existent pour apprendre en s'amusant mais les micro-organismes ne font pas partie des programmes. Le moyen traditionnel d'apprentissage est le manuel scolaire. Cependant, certains collèges offrent la possibilité aux élèves d'observer au microscope, mais cela n'est pas répandu, bien souvent par manque de moyens.

En France, des établissements culturels spécifiques se sont déjà emparés plus globalement de la science dans le but de l'enseigner dans un cadre différent de celui de l'école. Ces lieux culturels sont des musées qui offrent des dispositifs plus ludiques pour apprendre la science en s'amusant. Il existe divers musées en France sur la thématique de la science. Le plus connu est la Cité des sciences à Paris (Fig. 27) qui s'adresse aux familles avec des jeunes enfants et qui propose 1700 m² découpés en cinq espaces thématiques : *Je me découvre*, *Je sais faire*, *Je me repère*, *J'expérimente* et *Tous ensemble*. Il en existe aussi d'autres comme par exemple le Vaisseau à Strasbourg (Fig. 28). Il s'agit d'un centre de culture scientifique, technique et industrielle situé à Strasbourg. Destiné aux enfants et jeunes de trois à quinze ans, il dépend du Conseil départemental du Bas-Rhin qui a été à l'initiative de sa création en 2005. Il est visité plus de 200 000 fois par an par des classes et par des familles et leurs enfants.

L'objectif du Vaisseau est d'initier le jeune public aux sciences et techniques en les présentant de manière ludique. Ainsi, différents moyens de médiation scientifique sont utilisés afin de permettre au visiteur de trouver celle qui lui convient. Il a d'ailleurs un slogan : «La science en s'amusant». En comparant cette référence à mon projet, j'emploie le design graphique comme élément de base servant à la communication dans mes jeux et il n'est pas relégué au rang de simple outil illustratif.

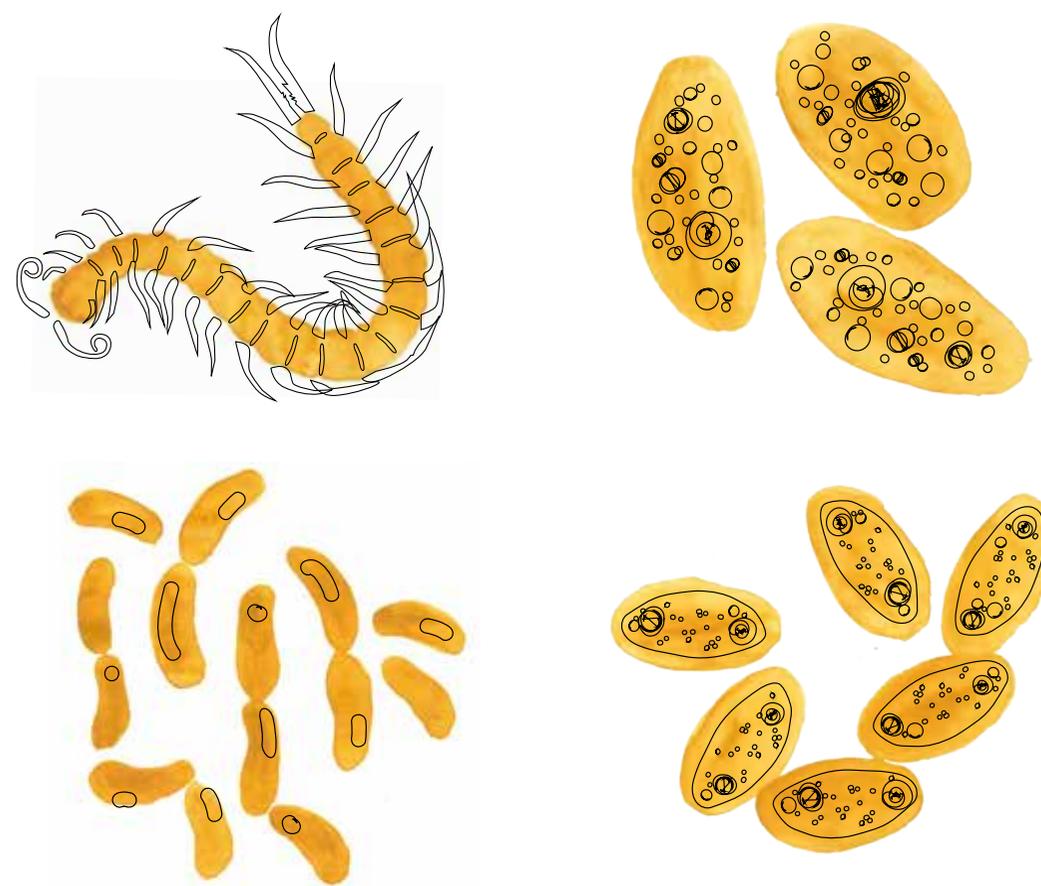


Fig. 26 : Illustrations de micro-organismes, Justine Baillet, 2021.



Fig. 27 : La cité des sciences, Paris.
Site : transilien.fr



Fig. 28 : Le Vaisseau, Strasbourg.
Site : fr.wikipedia.org

Or, il se trouve qu'avec l'évolution de l'opinion publique, la microbiologie existe déjà dans les programmes des collèges et lycées. *Voyage au cœur des mondes microscopiques* (Fig. 29) est un projet réalisé par des collégiens lié à l'exposition *Les mondes invisibles des animaux microscopiques*. Deux ateliers ainsi qu'une exposition ont été réalisés puis montrés au cours des portes ouvertes du collège Paul Bert de Malakoff. C'est avec des élèves de 6ème que ce travail a été réalisé. D'un côté, des cubes dioramas (Fig. 30) ont pris place sur une grande vitre et de l'autre, des grandes fresques (Fig. 29) ont été recomposées et se sont enrichies d'informations documentaires. Le premier atelier consistait en la fabrication de ces cubes tandis que le deuxième était la création d'une fresque collective sur les micro-organismes. Dans la lignée de mon projet la Cachee, ce travail inscrit, dans un lieu pédagogique et scolaire, une démarche de design de service publique. Les cubes dioramas s'appuient sur des scénarios courants dans le monde de l'infiniment petit : une promenade sur des cheveux, une escalade sur des grains de sel, un festin dans une "goutte" de confiture ou encore la fuite face à l'attaque d'un pseudo-scorpion géant. Transmettre un savoir, une connaissance, voire tout un monde, c'est souvent passer par le récit. L'action de raconter apporte au jeu une dimension encore plus ludique car elle permet à la fois la libre interprétation du jeu et une appropriation plus facile des informations données.

¹⁴ Philippe des Pallières (1959 - ...) : Auteur de jeux de société français.

¹⁵ Hervé Marly : Auteur de jeux de société.

¹⁶ Alexio Tjoyas (né en 1965) : Illustrateur, dessinateur de presse et auteur de bandes dessinées de nationalité grecque. Il a fait les Beaux Arts de Perpignan avant de lancer sa carrière en France.

C'est le cas du jeu de carte Les Loups-garous de Thiercelieux (Fig. 31), un jeu créé par Philippe des Pallières¹⁴ et Hervé Marly¹⁵. L'histoire se déroule au cœur d'un village entouré de loups-garous qui n'attendent que de manger les villageois pendant la nuit.

Le jeu met en scène avec une certaine violence le face à face de deux entités opposées. Il nous confronte par le jeu à l'altérité effrayante et fantastique : le loup-garou. Qu'en serait-il du même mécanisme de jeu avec les micro-organismes, invisibles et effrayants ? Le but de ce jeu est de tuer les loups-garous avant qu'ils ne mangent tous les villageois. Les cartes constituant le jeu sont illustrées par Alexio Tjoyas¹⁶. L'univers plastique qu'apporte l'illustrateur (réalisations au crayon gras, couleurs sombres et contrastées, formes inattendues), et plus généralement l'illustration, au jeu (même s'il n'y a pas toujours un enseignement à caractère pédagogique) accentue la dimension du mystère, de l'inconnu et de la réflexion. Le graphisme, au même titre que les autres disciplines artistiques imagées, vise à élaborer un objet de communication pour promouvoir, instruire ou informer, que ce soit culturel ou pédagogique.

La Cachee prévoit de développer de nouveaux jeux basés sur le principe d'exploration. Le but est de mettre en place des moyens graphiques pour accentuer l'aspect inconnu des micro-organismes et la démonstration technique de leur lieu de vie sous les différentes couches du sol.



Fig. 29 : *Voyage au cœur des mondes microscopiques*, exposition au collège Paul Bert de Malakoff
Site : lestigresgauchers.fr



Fig. 30 : Cubes dioramas de l'exposition Voyage au cœur des mondes microscopiques. Site : lestigresgauchers.fr



Fig. 31 : Jeu de cartes Les Loups-garous de Thiercelieux. Site : cultura.com

Les postures de la microbiologie dans le design

La microbiologie ne fait partie de l'art que depuis peu de temps. Cela est dû aux récentes recherches qui impliquent un matériel coûteux et difficile à se procurer. Pour faire de l'art sur ce sujet très récent, c'est à peu près la même chose. Je me suis penchée sur la recherche d'artistes (et de scientifiques) qui ont tenté de réaliser des œuvres d'art avec des micro-organismes (et non en s'inspirant d'eux, car pour cela la liste est longue). J'ai découvert que plusieurs d'entre eux s'en sont servi afin de véhiculer un message, d'inventer une nouvelle technique d'impression ou encore de questionner leur présence un peu partout dans notre corps.

Zachary Copfer (Fig. 32) est un artiste qui a travaillé sur ce sujet en 2012. C'est lui qui, comme dit précédemment, a inventé une nouvelle technique d'impression grâce à la culture de bactéries rouges, choisies par l'artiste, du nom de *Serratia marcescens* (Fig. 33). Techniquement parlant, il a créé la Bactériographie (Fig. 34). Cela s'appuie sur le principe de la sérigraphie : une image est d'abord transformée en négatif dans un logiciel, et va servir de pochoir. Ce pochoir est disposé sur une boîte de Pétri ensemencée de bactéries. L'ensemble est ensuite exposé à un rayonnement UV qui va préserver les bactéries protégées par le pochoir. Même si cette pratique peut poser des questions sur notre rapport au vivant, ce que l'artiste nous montre est que nous pouvons nous servir de ces bactéries pour soulever de nouvelles questions sur l'écologie, notamment sur le sujet des procédés d'impressions. Les bactéries préservées se développent alors jusqu'à former l'image, avant d'être tuées pour les conserver. Le résultat donne alors une colonie de bactéries développées sur le noir de la photo et reproduit la photo choisie en rouge (la couleur de la bactérie choisie). Plutôt inattendu comme œuvre artistique !

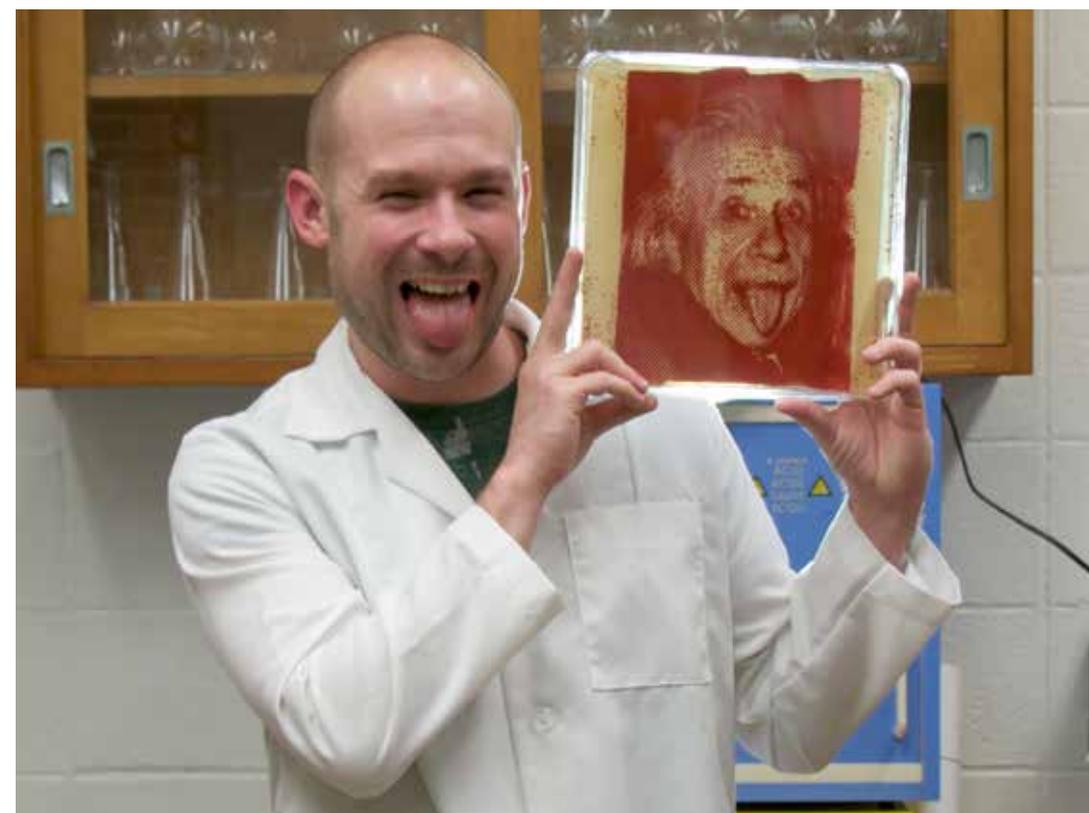


Fig. 32 : Zachary Copfer.
Site : npr.org

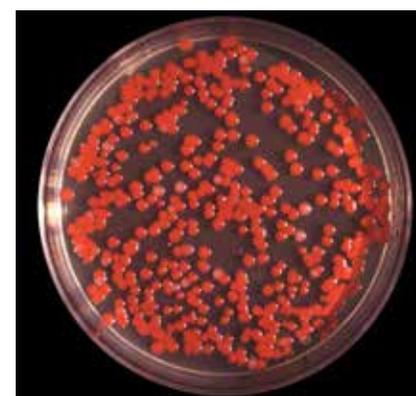


Fig. 33 : *Serratia marcescens*.
Site : fr.wikipedia.org



Fig. 34 : Bactériographie.
Site : sciencesetavenir.fr

Au fil de mes recherches, j'ai appris l'existence d'une compétition artistique qui se déroule chaque année, lancée par American Society for Microbiology : the Agar Art Competition (ou Agar Art Contest). Ce concours est le fruit de la réflexion d'artistes et de scientifiques qui ont décelé dans les recherches d'Alexander Fleming une beauté naturelle. Ainsi, ils ont eu l'idée de créer une compétition en 2015 afin de créer de l'art en cultivant des micro-organismes sur de la gélose (une substance nutritive favorisant le développement de bactéries). Aujourd'hui, ce concours bénéficie de plusieurs partenaires : plus de deux cent médias, y compris National Geographic.

Les gagnants les plus connus de ce concours ont été les premiers à l'avoir emporté en 2015. De petites œuvres dans des boîtes de pétri réalisées par Maria Peñil Cobo et Mehmet Berkmen :

En utilisant de la gélose, une substance gélatineuse pour remplir des boîtes de Pétri, l'artiste et le scientifique ont créé une toile où les microbes peuvent être répanus comme de la peinture sur laquelle ils se développent et créent de l'art (Fig. 35). Contrairement à la plupart des formes d'art, leur « peinture » est vivante et vivra, respirera et grandira avec le temps, de manière imprévisible. Ce n'est pas constant et l'artiste n'a pas la pleine maîtrise de son médium. Afin de préserver l'œuvre finale, ils scellent les boîtes de Pétri en gélose avec de l'époxy, permettant ainsi aux spectateurs de toucher et de manipuler l'œuvre en toute sécurité. Ils capturent également les bactéries qui se développent dans des films time-lapse, en utilisant une chambre spéciale qu'ils ont construite. Actuellement, ils travaillent sur l'élaboration de structures de gélose en 3D et à la création de bijoux faits de bactéries.

“Notre mission principale est de changer la relation que les humains entretiennent avec les microbes. En utilisant le langage universel de l'art, nous souhaitons amener l'invisible au visible. Familiariser le public avec la beauté des bactéries. Engager le public dans une compréhension plus profonde et accroître sa sensibilisation et ses interactions avec les communautés microbiennes en nous et autour de nous”

d'après Maria sur son site internet.



Fig. 35 : Les boîtes de pétri de Maria Peñil Cobo.
Site : mariapenilcobo.com

Toujours en 2015, une autre artiste, Rebecca D.Harris, a travaillé sur la microbiologie du corps humain. Nos corps sont une énorme communauté microbienne, appelée le microbiome, qui doit être maintenue dans un équilibre sain. Les êtres humains sont donc tous en quelque sorte des "écosystèmes". En utilisant l'analogie du corps comme une zone géographique, Rebecca a fabriqué une figure féminine (sur une toile en tissu) en deux dimensions qui prend vie en dessinant une sorte de paysage semblable aux courbes de niveau trouvées sur une carte (Fig. 36). Sur cette représentation du corps féminin, elle a cartographié des milliards de microbes représentés sous forme de nœuds français de plusieurs couleurs brodés à la main. Chaque couleur représente les principaux groupes de microbes présents sur la peau et qui donnent une idée de la diversité, des proportions et des distributions des communautés qui font de notre corps leur foyer. La surface lumineuse, séduisante et tactile

est embellie plutôt que tachée, de sorte qu'elle se concentre sur les aspects positifs du microbiome humain. Le corps de la femme est représenté avec un ventre contenant un fœtus mais qui est exempt de microbes et attend tranquillement son voyage dans le monde pour son premier ensemencement de microbes. Ce travail brodé a été créé à partir des données du professeur Michael Wilson du département de microbiologie de l'University College London. Ces données aident à représenter les nombreux types de microbes qui habitent la surface de la peau et comment ils colonisent certaines zones du corps.

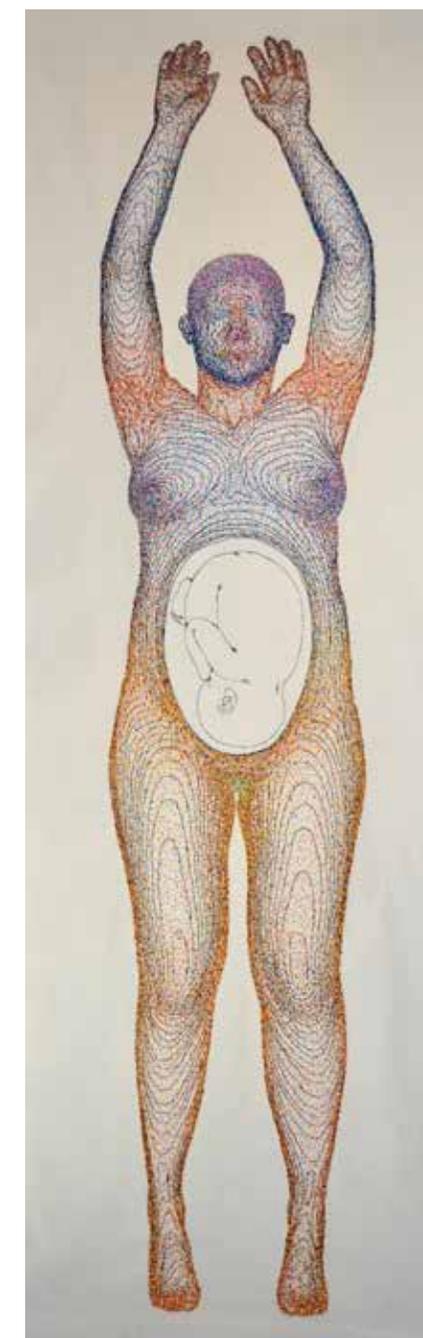
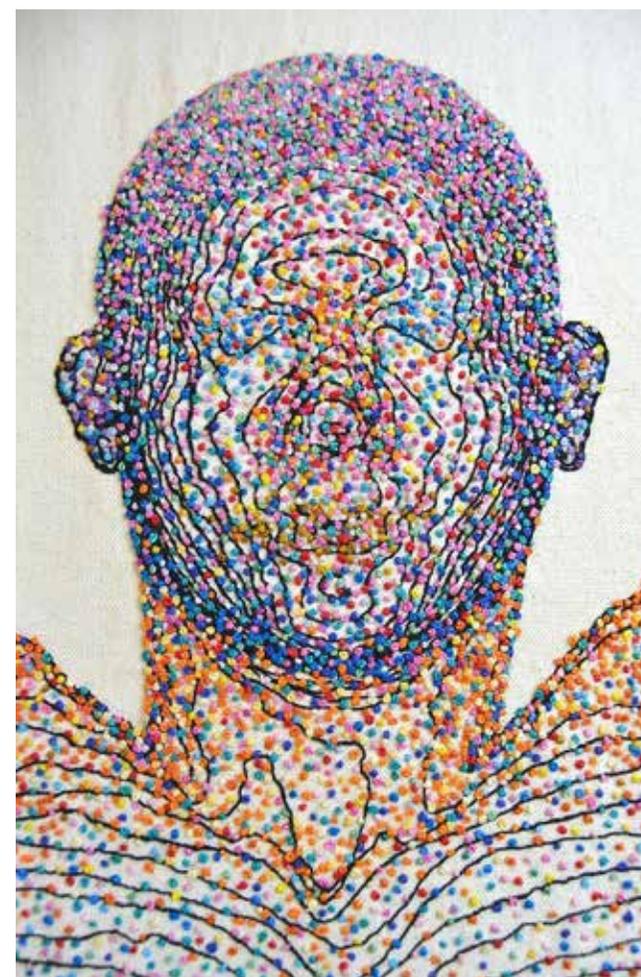


Fig. 36 : La figure féminine de Rebecca D.Harris.
Site : rebecca-harris.com

Bon nombre d'artistes ont questionné le rôle des micro-organismes dans l'art et aujourd'hui, une paire d'entre eux a essayé de les apprivoiser pour en faire des œuvres comme présentées précédemment. Ils sont pourtant dotés de particularités intéressantes : ils sont colorés, ils modifient les matières, ils sont présents en énormes quantités, etc. La science est un domaine de plus en plus prisé par les artistes car elle offre de nouvelles possibilités plastiques par le fait que nous travaillons souvent avec la nature et le vivant. Il peut même arriver de réaliser des œuvres à partir de choses immatérielles comme les rayons du soleil ou encore, dans le cas présent, avec ce qui est infiniment petit. Selon le message que l'on souhaite partager, les micro-organismes sont une forme de vie dont l'apparence et les caractéristiques visuelles sont facilement exploitables et

nous offrent de grandes possibilités artistiques. Par exemple, Rebecca D.Harris s'en sert pour montrer leur présence en abondance dans le corps humain et ainsi montrer qu'ils ont un certain rôle. Maria Peñil Cobo veut faire changer les mentalités en révélant la beauté de ce qu'ils peuvent réaliser. De manière générale, ce que l'on ressent après avoir observé ces œuvres est que l'on a beaucoup de choses à apprendre d'eux. Et cette connaissance nous fera en savoir plus également sur nous même et sur le monde qui nous entoure. Les micro-organismes sont les "grands" transformateurs du monde, pourquoi ne seraient-ils pas les "grands" novateurs de l'art ?

Conclusion

Pour conclure, l'histoire de la microbiologie est fortement liée à la notion d'échelle. Chaque élément, chaque objet, chaque être vivant est relié à un autre, allant de l'infiniment petit à l'infiniment grand. Dans cette problématique là, les jeux que je propose pourraient donner aux enfants des clés sur leur propre avenir. La communication sensible peut être fortement impactée par le design graphique car il apporte à la fois véracité scientifique et images oniriques, propicent à l'imagination. Être designer graphique, c'est faire des choix dans ce que l'on produit tout en respectant chaque disciplines que l'on souhaite représenter. D'ailleurs, l'évolution du monde n'a jamais de fin. Les micro-organismes s'adaptent pour la plupart à leur environnement, même lorsqu'il leur est très hostile. L'équilibre naturel dépend principalement d'eux, d'où la récente prise de conscience des artistes qui commencent à sensibiliser le public à leur protection.

Au fil des années, nous avons perfectionné les outils permettant d'observer ces formes de vie. Elles pourraient nous apporter, peut être, des réponses à nos principales questions : Comment la vie est-elle apparue ? Pourquoi sur Terre et non ailleurs ? L'idée, c'est de trouver l'origine du Tout, c'est-à-dire la nôtre et celle de notre environnement. L'avenir de la technologie et les décisions que nous prendrons nous mèneront sûrement à une tout autre réponse que celle attendue. Car dans le domaine de la science, c'est pas l'intermédiaire de ces recherches que nous trouvons constamment de nouvelles choses à étudier qui nous mèneront à rechercher encore d'autres choses. La recherche du savoir, c'est se confronter à l'inconnu et donc à l'inattendu. À nous donc, de transmettre la science aux générations futures par l'intervention du design graphique.

L'observation de l'infiniment petit ne serait-elle pas l'ouverture et l'accès au savoir de l'infiniment grand ?

Annexes, bibliographie & sitographie.

Corpus d'Histoire de l'Art, Sciences et Techniques :

Art by Microbiology, les micro-organismes.
Justine Baillet, 2021.



Eduardo Kac **GENESIS, 2001**

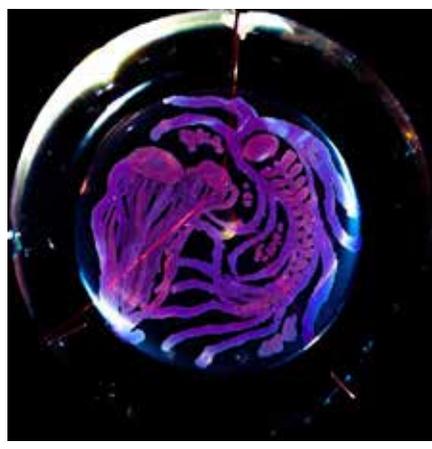
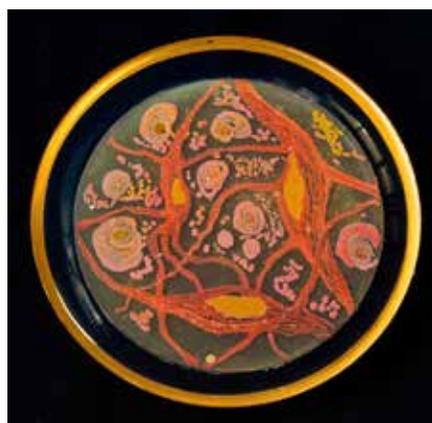
Granit gravé au laser (diptyque), 50 x 75 cm.
Collection Richard Langdale.

Genesis est une œuvre d'art transgénique qui explore la relation complexe entre la biologie, les systèmes de croyance, la technologie de l'information, l'interaction dialogique, l'éthique et Internet. Au premier abord, nous pouvons distinguer les 3 procédés de retranscription en lettre, en morse et en code informatique. Bien qu'étrange, ce travail respecte éthiquement les formes de vies utilisées. Il y a plutôt un dérangement symbolique de par le fait qu'il démontre que la vie est capable de réécrire nos croyances en ayant simplement choisi une phrase de la Genèse.

L'artiste a sélectionné un extrait de la Genèse, choisi car il témoigne de la supériorité de l'homme sur toute autre créature : "Que l'homme domine sur le poisson de la mer, sur les oiseaux de l'air et sur tout ce qui vit sur la Terre." Cette phrase est ensuite transcrite en morse, puis en séquence ADN, formant alors un gène. Ce gène est alors intégré à l'ADN d'une bactérie Escherichia coli, avant d'être mise en culture, et placé sous une lampe à rayonnement ultraviolets. Le système d'activation de la lampe est mis en ligne sur Internet, et soumis à l'action des utilisateurs-trices qui peuvent actionner ou éteindre la lampe. Sous l'effet des rayons, les bactéries subissent des mutations génétiques. À la fin de l'exposition, le gène de la Genèse est extrait, codé, puis retranscrit dans notre alphabet : on peut ainsi apercevoir des modifications dans le texte. Si les écrits bibliques disent que l'homme est supérieur à toute vie sur Terre, des bactéries réussissent à modifier les textes sacrés...

Eduardo Kac est internationalement reconnu pour ses œuvres interactives sur le Net et sa pratique en bio art. Dans les années 80, pionnier de l'art des télécommunications pré-Internet, Eduardo Kac est reconnu au début des années 90 avec ses œuvres radicales dans le domaine de la téléprésence.

Eduardo Kac propose un art transgénique à base d'organismes génétiquement modifiés à des fins artistiques. Dans Genesis, Kac incite les participants à provoquer des mutations génétiques en temps réel, proposant un perfide et déstabilisant jeu par internet. Il utilise des supports variés pour créer des formes hybrides à partir des opérateurs conventionnels des systèmes de communication existants. Il fait intervenir les participants dans des situations comprenant des éléments comme la lumière, le langage, des lieux éloignés les uns des autres, la télérobotique, la vidéo conférence, les éléments biologiques, la vidéo, l'échange et la transformation de l'information au travers des réseaux. Il se base fréquemment sur les interventions des participants et l'inachèvement indéfini des situations. Son œuvre est un encouragement aux interactions dialogiques et est une mise en confrontation de problèmes complexes comme l'identité, la communication, la médiation, et la responsabilité.



Maria Peñil Cobo & Mehmet Berkmen **BIO ART, 2015**

Bactéries jaunes et oranges cultivées sur de la gélose dans des boîtes de Pétri. Séries réalisées à l'occasion de l'Agar Art Competition lancé par l'American Society for Microbiology de 2015, États-Unis.

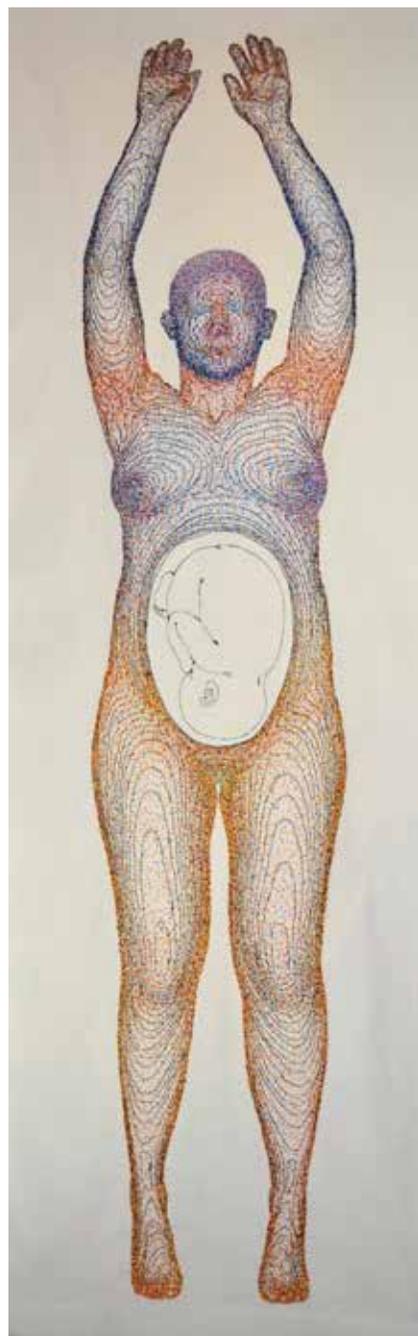
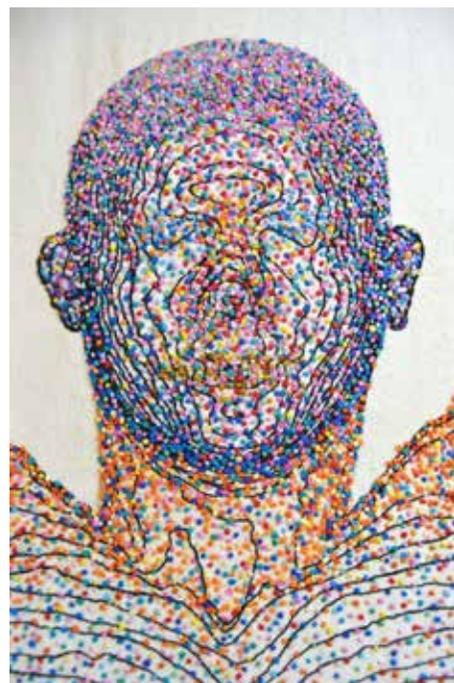
"Notre mission principale est de changer la relation que les humains entretiennent avec les microbes. En utilisant le langage universel de l'art, nous souhaitons amener l'invisible au visible. Familiariser le public avec la beauté des bactéries. Engager le public dans une compréhension plus profonde et accroître sa sensibilisation et ses interactions avec les communautés microbiennes en nous et autour de nous."

En utilisant de l'agar, une substance gélatineuse pour remplir la boîte de Pétri, ils ont créé une toile où les microbes peuvent être répandus comme de la peinture et autorisés à se développer et à créer de l'art. Contrairement à la plupart des formes d'art, leur «peinture» est vivante et vivra, respirera et grandira avec le temps, souvent de manière imprévisible. Ce n'est pas constant et l'artiste n'a pas la pleine maîtrise de son médium. Afin de préserver l'œuvre finale, ils scellent les boîtes de Pétri en agar avec de l'époxy, permettant ainsi aux spectateurs de toucher et de manipuler l'œuvre en toute sécurité. Ils capturent également les bactéries qui se développent dans des films time-lapse, en utilisant une chambre spéciale qu'ils ont construite. Actuellement, ils travaillent à étendre leur art aux structures d'agar 3D et aux bijoux d'art bactérien.

Maria est une artiste espagnole née à San Vicente de la Barquera, un petit village de pêcheurs sur la côte atlantique. En 2001, Maria déménage à Madrid pour étudier les Beaux-Arts à l'Université Complutense, où elle a également terminé sa maîtrise en éducation artistique.

Maria travaille principalement avec des matériaux naturels, tels que le chanvre, la cire d'abeille, le bois, les branches, le fil et les tissus. Elle est adepte de la sculpture sur bois et de la sculpture et sa principale source d'inspiration est le monde naturel. Peñil crée des œuvres liées à des motifs et des structures trouvés dans la nature, des formes organiques et primitives qui rendent l'observateur inconfortable et chaleureux à la fois.

Mehmet, également connu de ses amis sous le nom de Memo, est un microbiologiste international d'origine turque ayant fait ses études à Vienne, Toronto, Londres, Houston et Boston. Le rêve de Memo depuis son enfance a été de mener une science de haut niveau tout en faisant de l'art en utilisant les mêmes méthodologies scientifiques. Memo est actuellement chercheur principal à New England Biolabs où son laboratoire mène des recherches sur des bactéries génétiquement modifiées pour produire des protéines.



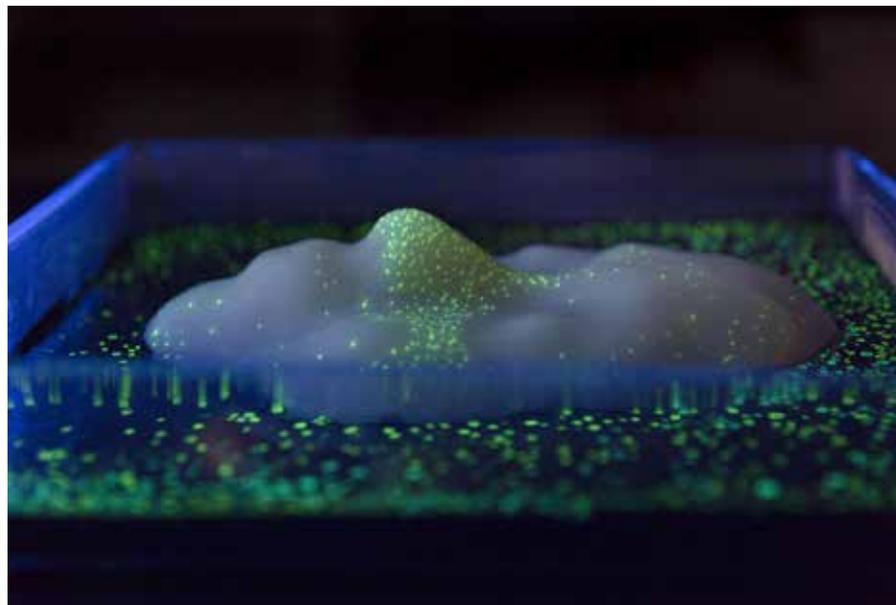
Rebecca D. Harris **SYMBIOSIS, 2015**

Coton et fil, 160 H x 60 L x 1 cm.

Symbiosis a été commandée par l'Eden Project, soutenu par le Wellcome Trust et l'Arts Council England.

Le corps humain est une énorme communauté microbienne, le microbiome, qui doit être maintenue dans un équilibre sain. Les êtres humains pourraient donc être chacun un éco-système. En utilisant l'analogie du corps comme une zone géographique, cette figure féminine en deux dimensions prend vie en dessinant son paysage semblable aux courbes de niveau trouvées sur une carte. Sur ce terrain se trouvent les zones cartographiées des milliards de microbes représentés sous forme de nœuds français brodés à la main. Les couleurs représentent les principaux groupes de microbes présents sur la peau et donnent une idée de la diversité, des proportions et des distributions des communautés qui font de notre corps leur foyer. La surface lumineuse, séduisante et tactile est embellie plutôt que tachée de sorte qu'elle se concentre sur les aspects positifs du microbiome humain. Le fœtus est exempt de microbes et attend tranquillement son voyage dans le monde pour son premier ensemencement de microbes. Ce travail brodé a été créé à partir des données du professeur Michael Wilson du département de microbiologie de l'University College London. Ces données aident à représenter les nombreux types de microbes qui habitent la surface de la peau et comment ils colonisent certaines zones du corps. Contrairement aux autres oeuvres du corpus, celle-ci n'intègre pas le microorganisme directement dans l'oeuvre mais elle a pu être créée grâce à un ordinateur révélant l'emplacement de ces êtres microscopiques dans le corps humain. Ce travail n'existe donc que grâce à eux, presque tout autant que les autres.

Rebecca D. Harris est une artiste, collaboratrice, chercheuse et éducatrice basée à Marazion, Cornwall. Son travail explore la science, l'humour, le textile et le corps. Après avoir obtenu un BA de première classe en pratique des beaux-arts au Plymouth College of Art, Rebecca a tout de suite obtenu une maîtrise intensive de deux ans à temps plein à l'Université de Plymouth. Après avoir obtenu son diplôme, l'artiste a publié ses recherches interdisciplinaires, a donné des conférences d'artistes et des présentations de recherche à travers le Royaume-Uni. Son travail a été vendu dans le monde entier et fait l'objet d'une exposition permanente pour son travail de commande Symbiosis sur le site de renommée mondiale Eden Project dans sa Cornwall natale. Inspirée par les sciences biomédicales, Rebecca a travaillé avec des chercheurs médicaux estimés dans des projets collaboratifs pour créer ses œuvres textiles accessibles et engageantes. Au premier plan, il y a une passion pour les œuvres d'art pour qu'elles soient viscérales, tactiles, significatives et éducatives. Rebecca continue d'explorer et de se renseigner sur ce que signifie être une femme.



Tarah Rhoda **SKINFINITY, 2016**

Agar peint avec des bactéries (e.Coli) génétiquement modifiées pour exprimer la GFP, une protéine fluorescente naturellement présente dans une méduse. Réalisées à l'occasion de l'Agar Art Competition lancé par l'American Society for Microbiology de 2016, États-Unis.

La nature résonne et crée des formes à petite et grande échelle. Tout au long de l'histoire, l'homme a utilisé ces liens pour définir sa place et établir une connexion avec le monde. On peut même dire que les théories du microcosme et du macrocosme émergent de l'instinct humain primitif et empathique. Ce travail est le résultat de sa tentative d'explorer la connexion de l'artiste au monde naturel. En jouant avec l'échelle de son corps et de celle de l'univers, elle joue avec le micro et le macro pour créer une scène où son corps devient à l'échelle de l'univers. Elle étudie le corps en tant que monde miniature : un monde avec des paysages, des micro-écosystèmes et des conditions météorologiques... qui produit un spectre de minéraux et d'artefacts à la suite de l'auto-entretien du corps. Dans ce travail, elle considère que le teint de la nuit correspond au sien et le développement de la mélanine en taches de rousseur comme un échange intime avec le Soleil. Elle introduit le cercle dans son œuvre qui est une forme fondamentale : il peut être réduit au point le plus simple ou élargi pour tout encercler. Nous sommes consciemment et physiquement au bord de l'infini.

Tarah Rhoda est une artiste et éducatrice basée à New York, où elle dirige le BioArt Lab de la School of Visual Art, un laboratoire qui fournit aux artistes les outils de la biotechnologie et encourage les applications créatives. Sa pratique artistique récente explore le principe physique de l'humidité en tant que métaphore de l'empathie, de la perméabilité sociale et du défi de reconnaître notre moi fluide en se brouillant sur les bords. Elle a obtenu son BFA (2010) et MFA (2020) de la SVA et a également étudié à la Gerrit Rietveld Academie à Amsterdam. Son travail a récemment été exposé à New York, Denver, Detroit, Toronto, Mexico, Lisbonne, Berlin, Amsterdam, Eindhoven et présenté dans National Geographic, The Guardian et CBSNews.



Zachary Copfer

BACTERIOGRAPHY, 2012

Bactériographie (Sérigraphie + Bactéries rouges que l'artiste a choisi du nom de *Serratia marcescens*) réalisée dans des boîtes de Pétri.

La Bactériographie s'appuie sur le principe de la sérigraphie : l'image est d'abord transformée en négatif dans un logiciel, et va servir de pochoir. Ce pochoir est disposé sur une boîte de Pétriensemencée de bactéries. L'ensemble est ensuite exposé à un rayonnement UV qui va tuer toutes les bactéries, sauf celles protégées par le pochoir. Les bactéries survivantes se développent alors jusqu'à former l'image, avant d'être tuées pour les conserver.

Ce qui intrigue dans cette oeuvre est que l'on se sert du vivant pour ré-imprimer une image, comme la plupart des références choisies. La connaissance et l'étude de la microbiologie a permis ce nouveau procédé et en même temps un nouveau genre dans l'art. Le résultat final est surprenant : comme si des trames d'impressions apparaissaient dans l'image. Les microorganismes n'ont sûrement pas fini de nous révéler ce dont ils sont capables.

Extrait de son site internet :

"Je m'appelle Zachary Copfer et je suis un microbiologiste se faisant passer pour un artiste. Ou suis-je un artiste se faisant passer pour un microbiologiste ? Je n'arrive plus à m'en souvenir. Quoi qu'il en soit, j'ai obtenu un baccalauréat ès sciences en biologie, puis j'ai travaillé comme microbiologiste dans une société pharmaceutique pendant plusieurs années. Ici, je me suis ennuyé et j'ai perdu de vue pourquoi je suis tombé amoureux de la science. J'ai donc suivi un chemin plus épanouissant et suis allé à l'école d'études supérieures de l'Université de Cincinnati, où j'ai obtenu ma maîtrise en beaux-arts. Pendant mes études supérieures, j'ai commencé à utiliser l'art comme un véhicule pour redécouvrir les mystères de la science qui me fascinaient autrefois. Maintenant, je crée un art visuel qui consiste à explorer en profondeur la beauté et la poésie qui résident dans les théories scientifiques en travaillant principalement avec des micro-organismes."

Bibliographie

- Balesdent Jérôme, Dambrine Étienne, Fardeau Jean-Claude. *Les sols ont-ils de la mémoire ?* Édition Quae, 2018.
- Chronologie réalisée par American Society for Microbiology, publiée dans le magazine “Pour la Science”, n°469. *La microbiologie en quelques dates*, 2016.
- Morizot Baptiste (dir). *Renouer avec le vivant*, Magazine Socialter Hors série n° ?, Janvier 2021.
- Sciences de la Vie et de la Terre, Chapitre Biodiversité du sol et ses rôles, P.136-137, Classe de Seconde.
- Thibaud Jean-Marc / A. D’Haese Cyrille, Bulletin de l’Association entomologique d’Auvergne. *Le petit Collembole illustré - Arvernis*, 2010.
- Van Leeuwenhoek Antoni. *Animalcules*, 1675.
- Walser Marco, Schneider Mathis Doris, Köchli Roger, Stierli Beat, Maeder Marcus, Brunner Ivano. *Le sol forestier vit – diversité et fonctions des organismes vivants du sol*, Mars 2018.

Sitographie

- Institut fédéral de recherches WSL : <https://www.waldwissen.net/fr/habitat-forestier/sol-forestier/le-sol-forestier-vit>
- Kids Science Labs : <https://kidsscienclabs.com/>
- Le Vaisseau : <http://www.levaisseau.com/>
- Ne perdons pas de vue le monde microscopique : <https://usbeketrica.com/fr/article/ne-perdons-pas-de-vue-le-monde-microscopique>
- Zachary Copfer : <https://zachary-copfer.squarespace.com/bacteriography/>
- Rebecca D.Harris : <https://www.rebecca-harris.com/>
- Maria Peñil Cobo : <http://mariapenilcobo.com/bioart>
- Agar Art Competition : <https://asm.org/Events/ASM-Agar-Art-Contest/Home>
- Voyage dans l’invisible, C’est Pas Sorcier : <https://www.youtube.com/watch?v=VPaIB6PHV8g>
- Biodiversité du sol : https://fr.wikipedia.org/wiki/Biodiversit%C3%A9_du_sol
- Microbiologie du sol : https://fr.wikipedia.org/wiki/Microbiologie_du_sol
- Sols forestiers des Vosges : <https://www6.nancy.inrae.fr/bef/Vulgarisation/Acidification-dans-les-Vosges/Origines/Sols-forestiers-des-Vosges>
- Antoni Van Leeuwenhoek : https://fr.wikipedia.org/wiki/Antoni_van_Leeuwenhoek
- Manuel de SVT : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b32000135/f11.item>
- Communauté de communes Sauer-Pechelbronn : <http://www.sauer-pechelbronn.fr/>
- Les tigres gauchers : <http://lestigresgauchers.fr/>
- Pixabay : <https://pixabay.com/fr/>
- Pixnio : <https://pixnio.com/fr/>
- Futura science : <https://www.futura-sciences.com/>

Réalisation des textes :

Justine Baillet

Conception graphique :

Justine Baillet

Typographies :

Source Sans Pro

Krub

