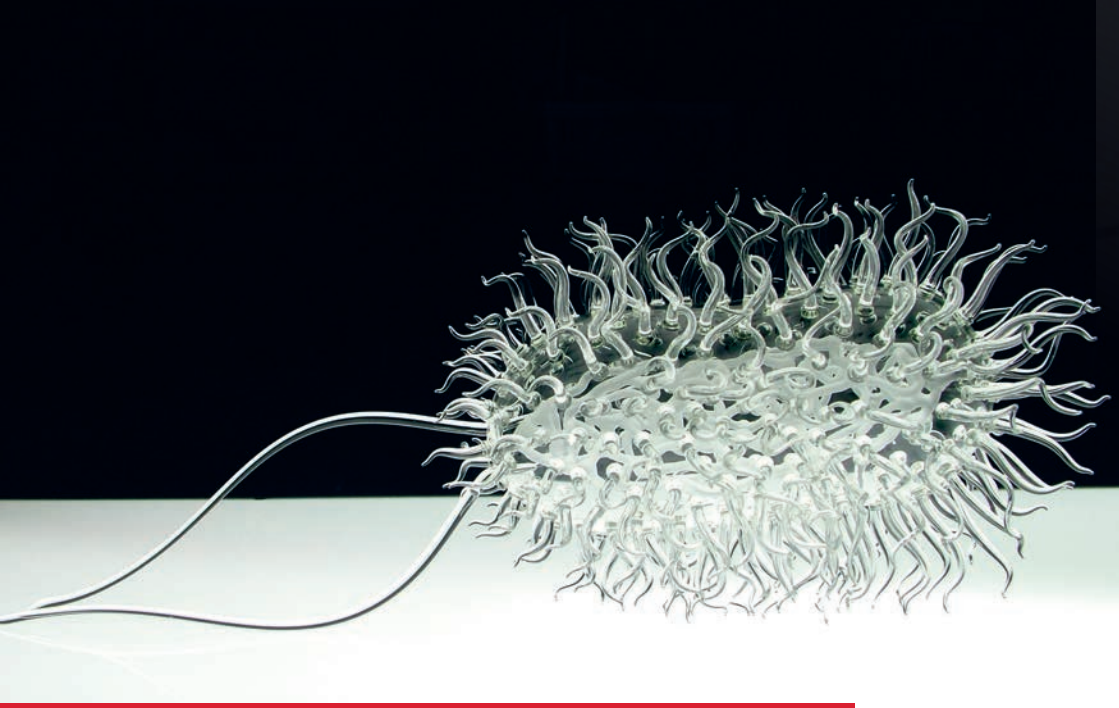

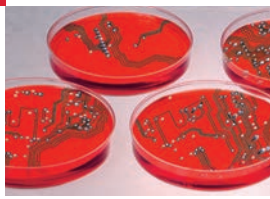

La biologie synthétique

Du génie génétique à la biologie synthétique – nouvelles chances, nouveaux risques ?

Résumé et conclusions d'un colloque de l'Académie suisse
des sciences naturelles et de l'Académie suisse des sciences techniques,
qui s'est tenu le 2 novembre 2010 à Berne

sc | nat

Science and Policy
Platform of the Swiss Academy of Sciences

Forum for Genetic Research

SATW
Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences

Pourquoi une séance de réflexion ?

Au printemps 2010, la nouvelle de la première synthèse complète du patrimoine génétique d'une bactérie a fait le tour du monde ; quelques spécialistes ont interprété ce pas comme étant équivalent à la création de « vie » artificielle (Gibson et al., 2010). Cette annonce a braqué les projecteurs sur la recherche en biologie synthétique. Mais qu'est-ce au juste que la biologie synthétique ? Quels sont les nouveaux aspects censés établir une distinction par rapport au génie génétique au sens habituel d'intervention ciblée dans le patrimoine génétique d'un être vivant ? Comment faire en sorte que les possibilités offertes par ce nouveau champ de recherche soient exploitées et que les risques éventuels soient minimisés ?

Dans ce contexte, l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) et l'Académie suisse des sciences techniques (SATW) ont invité en automne 2010 des personnes intéressées, des institutions issues des milieux de la recherche, de la formation, de l'économie, de l'Administration et des ONG concernées à une « séance de réflexion ». Le but était d'identifier les grands enjeux de la biologie synthétique et de mener un débat ciblé pour trouver des réponses possibles sur la base du savoir actuel.

En 2010, première synthèse complète du patrimoine génétique d'une bactérie – création de vie artificielle ?

Des exposés introductifs, présentés par des spécialistes venus de Suisse et de l'étranger, ont posé les jalons d'une réflexion qui a permis d'approfondir les implications technico-scientifiques, économiques et éthiques de la biologie synthétique, de même que ses conséquences pour la politique scientifique et sociale. Les réflexions de ce colloque sont réunies dans un rapport détaillé et brièvement résumées dans le présent document. Le rapport détaillé est disponible en allemand et peut être téléchargé sous www.geneticresearch.ch.

Qu'est-ce que la biologie synthétique ?

Depuis quelque temps, grâce à la technique de l'information, les biologistes recourent davantage dans leur travail à de la modélisation. Ils remplacent certaines observations par leur propre concept et font plus souvent des analogies entre systèmes biologiques et techniques. La biologie synthétique se situe à l'interface de la biologie et des sciences de l'ingénieur.

Ses bases méthodologiques proviennent de la biologie moléculaire et sont combinées avec des techniques de la chimie organique, des sciences de l'ingénieur, de la nanotechnologie et de l'informatique. Son but est de produire, grâce à la collaboration de spécialistes en biologie, chimie, informatique et sciences de l'ingénieur, des systèmes biologiques qui n'existent pas dans la nature. Des systèmes biochimiques artificiels sont intégrés dans des microorganismes, lesquels fabriquent ainsi des produits bien définis. Des systèmes biologiques peuvent donc être modifiés de façon à ce qu'ils contiennent des processus de synthèse présentant des propriétés spécifiques. Une procédure caractéristique consiste à réduire des organismes à leurs composantes systémiques indispensables et à y incorporer alors les éléments constitutifs de circuits biologiques. A titre d'exemple, de l'artémisinine, un précurseur d'un médicament contre la malaria, est générée dans la levure de boulanger grâce à une nouvelle combinaison de gènes provenant de trois hôtes.

Des systèmes biologiques et techniques sont associés.

Où la biologie synthétique peut-elle être appliquée ?

Le potentiel économique de la biologie synthétique est estimé considérable dans l'industrie pharmaceutique et chimique, ainsi qu'en agrochimie ; mais il n'est toutefois pas encore possible de le chiffrer actuellement. Dans le secteur de l'énergie, des processus recourant à la biologie synthétique pour fabriquer des biocarburants sont une alternative intéressante aux méthodes courantes, du fait qu'ils permettent potentiellement d'obtenir ces substances sans concurrencer la production de denrées alimentaires. La biologie synthétique peut aussi être utile pour développer des microorga-

nismes spécifiques destinés à la bioremédiation — la décomposition de polluants ou de déchets à l'aide de microorganismes. Elle donne également la possibilité de revaloriser des denrées alimentaires ou de modifier celles-ci pour l'utilisation dans des régimes diététiques spéciaux.

Comment la sociologie évalue-t-elle cette technique – quelles questions d'éthique sont-elles en discussion ?

La biologie synthétique est intéressante d'un point de vue sociologique, parce qu'elle réunit des pratiques technologiques, scientifiques et économiques et présuppose un travail interdisciplinaire. Cette discipline étant encore au début d'un processus de développement, elle permet d'étudier la manière dont le savoir scientifique et une nouvelle technologie voient le jour et sont accueillis par la société. Les questions d'éthique qui se posent à propos de la biologie synthétique portent, d'une part, sur le but consistant à « fabriquer de la vie » et, d'autre part, sur les applications et les risques qui en découlent pour les individus, la société et l'environnement. Des questions se posent également au sujet de la juste répartition de ses produits et de l'accès équitable à ces derniers. Le statut moral de produits de la biologie synthétique doit faire l'objet d'un débat spécifique. Une discussion de la biologie synthétique dans le cadre de l'éthique se distinguera de celle du génie génétique au sens habituel, dans la mesure où il s'agit d' organismes considérés comme « modèles » pouvant être comparés à des machines qui figurent alors au premier plan du débat, lequel a lieu dans un autre contexte social et historique.

L'éthique met en question le but de « fabriquer de la vie » et discute le statut moral de produits de la biologie synthétique.

Quels sont les risques, les réglementations étatiques ?

Actuellement, la biologie synthétique est soumise aux mêmes réglementations étatiques que le génie génétique. Il convient d'examiner si des études de risque sont nécessaires en biologie synthétique et si des dispositions doivent être prises dans ce domaine pour protéger la propriété intellectuelle. Il faut préciser également les mesures que l'Etat doit prendre afin de promouvoir et orienter la biologie synthétique. Dans l'évaluation des dangers, il faut être attentif au fait qu'en biologie synthétique — contrairement à ce qui est le cas en génie génétique — un organisme résultant de l'assemblage de parties distinctes — est unique et ne peut être comparé fonctionnellement à un autre organisme qui servirait de référence, ce qui complique l'évaluation du risque. Mais le fait que la biologie synthétique vise souvent à construire des cellules minimales, qui sont adaptées à des conditions spécifiques et ne sont pas viables dans l'environnement naturel, réduit le risque. De plus, les chercheurs développent de l'acide désoxyribonucléique (ADN) artificiel qui contribue à assurer une certaine sécurité, dans la mesure où les organismes synthétiques ne peuvent ainsi pas se croiser avec des organismes naturels.

Quelles sont les conclusions de la séance de réflexion?

- La biologie synthétique n'est qu'à ses balbutiements. Elle est considérée comme la suite logique du développement du génie génétique et non pas comme quelque chose de fondamentalement nouveau.
- Le potentiel économique de la biologie synthétique est considérable pour autant qu'il soit possible d'opter pour une méthode de travail pas trop onéreuse, plus efficace et plus précise.
- L'interdisciplinarité qui permet de réunir différentes communautés de spécialistes et de parvenir à un langage commun est une nouveauté.
- A l'heure actuelle, les exigences élaborées à propos des applications du génie génétique afin de garantir la sécurité biologique s'avèrent encore suffisantes pour l'application en biologie synthétique.

- Les propriétés, et moins les gènes, devraient servir de critères d'évaluation des organismes modifiés ou nouvellement créés.
- L'éthique recommande de ne pas juger la technologie seulement dans une optique professionnelle, mais de prendre en compte aussi les échelles de valeurs du public.
- Du point de vue de l'éthique, aucune question ne se pose actuellement qui n'ait pas été déjà traitée en relation avec le génie génétique. Cependant, si la biologie synthétique parvenait effectivement à produire des nouvelles formes de vie, le statut moral de ces dernières devrait être clarifié.
- Contrairement à la situation dans d'autres pays d'Europe, la recherche d'accompagnement en sciences sociales n'est guère soutenue en Suisse. Or des expériences en Grande-Bretagne montrent que cette recherche contribue à améliorer le dialogue avec le public, favorise l'interdisciplinarité, entraîne un gain de savoir dans les sciences naturelles elles-mêmes et crée une plus-value pour la politique sociale et scientifique.
- La langue et le choix des mots revêtent une grande importance pour la communication entre les branches scientifiques concernées et pour le dialogue avec la population. Il faut éviter les métaphores osées ou des promesses trop optimistes.

Gibson, DG. et al. (2010) Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome. Science 329, 52-56

Auteurs : Lucienne Rey, Adrian Rüegsegger, Pia Stieger

Révision : Sibylle Ackermann, Anna Deplazes, Daniel Gygax, Markus Huppenbauer, Martine Jotterand, Monika Kurath, Patrick Matthias, Stefan Nussbaum, Sven Panke, Markus Schmidt

Contact : Forum Recherche génétique
Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Schwarztorstrasse 9, 3007 Berne
www.geneticresearch.ch

Photos: Luke Jerram | Robert Couse-Baker