

Déclaration de l'IAP sur la Mise en œuvre des potentialités de la biologie synthétique au niveau mondial : opportunités scientifiques et bonne gouvernance

Introduction

La biologie synthétique consiste à concevoir et construire délibérément des systèmes biologiques et biochimiques adaptés à la réalisation de fonctions nouvelles ou améliorées. Elle s'appuie sur un vaste registre de disciplines et de méthodes pour concevoir des molécules, construire des dispositifs génétiques et assembler des organismes simples. Une grande part de la communauté scientifique considère que, grâce à l'application des principes de la biologie des systèmes, de l'ingénierie et du génie chimique aux systèmes biologiques, la biologie synthétique connaîtra des débouchés nouveaux et de très grande valeur pour la société. La preuve de concept en a déjà été faite : on a mis au point des façons moins coûteuses de produire des médicaments ou d'autres produits chimiques de haute valeur ajoutée et l'on mettra en place vraisemblablement à court terme d'autres réalisations utiles à la production et à l'usage optimal des biocarburants. Plus avant, cette boîte à outils biologique peut avoir des applications en biomédecine, dans l'agriculture, la dépollution des sols et de l'eau, la mise au point et l'utilisation de biosenseurs, de nouveaux matériaux et de nanomachines, et ouvrir de nouvelles voies au traitement de l'information.

A certains égards, toutefois, la biologie synthétique est devenue un secteur controversé. Des préoccupations concernant la protection de la santé humaine et de l'environnement ont été formulées, particulièrement à partir de questions de gouvernance relatives à la biosécurité (protéger les utilisateurs légitimes et l'environnement) et à la biosûreté (protéger contre les détournements d'usage volontaires). La biologie synthétique peut elle-même apporter les méthodes nécessaires à la conception de dispositifs de sécurité, par exemple en créant de la dépendance fonctionnelle envers des molécules régulatrices exogènes, ou en mettant en place des systèmes qui ne peuvent pas interagir avec les voies naturelles. Plusieurs organisations écologiques, ainsi que d'autres organisations non-gouvernementales, n'en ont pas moins appelé à une plus grande surveillance internationale, et notamment à l'adoption d'un moratoire sur la diffusion et la commercialisation d'organismes synthétiques et de leurs produits.

Précédent travaux des académies

Les académies membres de l'IAP ont examiné une grande partie des questions fondamentales, notamment de biosécurité, que l'on peut se poser sur l'apport éventuel de la biologie synthétique à la résolution d'enjeux de société, sur les défis scientifiques et techniques à surmonter, et sur ce qui pourrait encore empêcher ce domaine de réaliser son potentiel¹. Ces questions continuent à faire l'objet d'investigations rigoureuses et il est probablement encore trop tôt pour déterminer si la biologie synthétique constituera une technologie vraiment révolutionnaire ou un

progrès moins radical, plus graduel. L'objet de la présente déclaration de l'IAP, qui s'appuie sur les travaux antérieurs des académies et sur ceux en cours, est de signaler que les progrès de la science doivent aller de pair avec l'élaboration mondiale de régulations garantissant un cadre de travail adéquat et proportionné, afin de soutenir aussi bien une pratique responsable de la science que sa traduction dans le champ de l'innovation.

Préoccupations écologiques mondiales : la Convention sur la Diversité Biologique (CDB)

De récents documents publiés² traitent des implications de la biologie synthétique pour la CDB du point de vue de son impact potentiel sur la préservation de la biodiversité et étudient les mesures de précaution stratégiques du confinement physique et biologique. Même si, parmi ceux qui ont répondu à cette consultation de la CDB, beaucoup ont trouvé que ces documents de travail étaient instructifs et représentaient un bon point de départ à la discussion, de vives préoccupations ont aussi été exprimées concernant le contenu de ces documents. L'IAP préconise de définir clairement la biologie synthétique et en quoi elle diffère, si c'est le cas, des technologies de génie génétique déjà largement utilisées. Cette explication est d'importance cruciale : les organismes génétiquement modifiés (OGM) – leur usage confiné, leur dissémination volontaire et leur mouvement transfrontalier – font déjà l'objet d'évaluations d'impact et de régulations. En particulier, le Protocole de Carthagène sur la biosécurité, un accord international, vise à garantir la sécurité de la manipulation, du transport et de l'usage d'organismes modifiés vivants issus des biotechnologies modernes. Il est important de pondérer, à partir de données scientifiques, les risques et les bénéfices potentiels. Pour respecter un tel équilibre dans la consultation, le mieux sera de s'attacher aux données confirmées par les pairs et de veiller à tenir compte du contexte précis de la littérature scientifique.

A mesure que progresse cette discussion autour de la CDB, sous les auspices de l'Organe Subsidaire chargé de fournir des avis scientifiques, Techniques et Technologiques (SBSTTA)³, il est indispensable de prendre en compte ces préoccupations, qui reposent sur des présupposés (en particulier l'idée que les méthodes actuelles seraient sans contrôle) et sur un certain usage des données (qui n'ont pas été soumises à l'examen des pairs). Du point de vue de l'IAP, il serait contre-productif de lancer un moratoire. Il est essentiel que les stratégies mondiales ne soient pas encouragées, volontairement ou par inadvertance, à imposer des restrictions excessivement prudentes à la biologie synthétique : celles-ci décourageraient l'innovation, qui peut aider à accéder à la sécurité énergétique et alimentaire, à une meilleure santé, à un développement durable, ou à répondre à d'autres

¹ Par exemple : a) Joyce, S, Mazza, A-M and Kendall, S (2013) Positioning synthetic biology to meet the challenges of the 21st Century. Summary report of the six academies symposium series, National Academies Press, http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=13316 ; b) EASAC (2010) Realising European potential in synthetic biology: scientific opportunities and good governance, Académie des sciences nationale allemande, <http://www.easac.eu/reports-and-statements/detail-view/article/synthetic-bi.html>

² Convention sur la diversité biologique, Questions nouvelles et émergentes, <https://www.cbd.int/emerging>

³ Documents de réunion, 18^e réunion du SBSTTA, Montréal, 23-28 Juin 2014, <https://www.cbd.int/doc/?meeting=sbstta-18>

grandes priorités de société⁴. Il est aussi crucial de ne pas freiner la recherche fondamentale, qui contribuera à améliorer la compréhension des systèmes biologiques naturels.

Recommandations de l'IAP

Les technologies émergentes sont souvent d'abord caractérisées par l'incertitude et l'ambiguïté, et la communauté scientifique a l'immense responsabilité de veiller à ce que les décideurs et le public puissent évaluer de façon réaliste les affirmations qui sont souvent mises en avant dans de tels moments. Les académies se tiennent prêtes à jouer leur rôle dans le débat sur la biologie synthétique, en y apportant des informations fondées sur des données exactes concernant les progrès en cours et les possibilités à venir.

Du point de vue de l'IAP, un nouvel engagement mondial est nécessaire :

- *Préparer les chercheurs à travailler en biologie synthétique.* Le financement de la recherche dans le monde entier doit soutenir les disciplines scientifiques fondamentales, élaborer des projets multidisciplinaires intégrés et promouvoir la recherche translationnelle dans les différentes approches de la biologie synthétique. Celles-ci portent notamment, à ce jour, sur les génomes minimaux et réarrangés, les polymères d'acides xénonucléiques, l'ingénierie du code génétique, les machines biologiques artificielles, le génie métabolique et les usines cellulaires (avec en particulier de récents progrès dans la synthèse conditionnelle de produits chimiques à forte valeur ajoutée issus de micro-algues, de cultures cellulaires végétales ou de plantes entières), les biorobots, les voies de régulation et la bio-nanoscience. Être responsable dans la mise en œuvre de la recherche et tester ses résultats implique nécessairement d'avoir une conscience aigüe des aspects environnementaux, tels que la perspective d'un transfert de gènes ou d'une évolution des nouveaux organismes. Il est tout aussi indispensable de préparer la nouvelle génération de chercheurs talentueux. La biologie synthétique est souvent un sujet apprécié des étudiants. La Compétition internationale de machines génétiquement modifiées iGEM (voir <http://igem.org>) a fait la preuve de sa très bonne capacité à initier les jeunes étudiants – de plus en plus issus des lycées et universités d'Asie et d'Afrique, ainsi que d'Europe et des Amériques – aux principes et pratiques de la biologie synthétique. La capacité des académies et des académies de jeunes chercheurs à soutenir de telles initiatives et à intégrer des éléments d'apprentissage collectif sur les questions éthiques et sociales en jeu, aussi bien que sur les techniques expérimentales et commerciales adaptées aux technologies émergentes, devrait être davantage reconnue. Pour réussir, la recherche en biologie synthétique doit aussi englober les sciences humaines et sociales. Des centres interdisciplinaires doivent être mis en place, où l'on parle des langues communes entre membres de disciplines différentes.
- *Impliquer le public et clarifier les préoccupations éthiques et sociales.* Des études complémentaires sont requises pour déterminer dans quelles régions les préoccupations peuvent différer et ce qui devrait être traité au niveau mondial. La

communauté scientifique doit présenter, de sa propre initiative, un compte-rendu équilibré des avancées, des opportunités et des incertitudes, tout en portant l'attention du public sur les cadres réglementaires établis, qui mesurent les conséquences sur la santé et l'environnement. De récentes coopérations entre biologistes synthétiques et défenseurs de l'environnement⁵ peuvent servir de modèles à l'échange de bonnes pratiques favorisant la compréhension des intérêts mutuels.

- *S'intéresser à d'autres modèles de propriété et de partage des résultats de la recherche.* La situation actuelle de la biologie synthétique reflète la diversité de ses origines : d'un côté les biosciences (où l'on trouve une tradition de propriété exclusive et de dépôt de brevets), et de l'autre le développement technique et la mise au point de logiciels (qui ont une tradition de sources ouvertes et de partage des éléments standards). Des projets insufflent une plus grande culture d'ouverture, comme celui de la BioBricks Foundation (voir <http://biobricks.org>), qui rend librement utilisable son registre d'éléments conçus, qu'ils portent sur la régulation ou la structure. De nouvelles voies de partage de l'information protégée peuvent aussi être envisagées, par exemple la mise en commun de brevets. Il faut que les offices des brevets soient prudents lorsqu'on leur demande d'accorder des brevets à large spectre qui pourraient décourager, de manière démesurée, la compétitivité et ralentir le passage de la recherche à la production.
- *Déterminer comment la biologie synthétique devrait être régulée.* Le besoin de clarté dans la définition de la biologie synthétique et de ses limites est constant. Il y a des raisons de s'attendre à ce que, si elle adopte une plus grande précision, la biologie synthétique devienne moins, et non pas plus, difficile à réguler, à mettre en œuvre et à évaluer, par rapport à des technologies plus anciennes. Il est important de trouver un juste équilibre entre l'auto-gouvernance scientifique et la régulation institutionnelle. Une régulation prévisible et proportionnée dans le monde entier devrait s'appuyer sur les procédures validées déjà en place dans beaucoup de pays. L'expérience acquise par l'usage confiné des OGM offre une base de connaissances croissante sur la manière de réguler et d'atténuer tous les types de risques. Une grande partie des travaux menés pour concevoir de nouveaux systèmes de production sans effets néfastes pour l'environnement a lieu en milieu confiné, et donc séparé des interactions environnementales. Selon une analyse précédente des académies (voir note 1, a), la législation en cours sur la biosécurité convient aux objectifs actuels, pourvu que les régulations et les mécanismes de surveillance soient correctement pris en charge. Il n'en reste pas moins que les évolutions, par leur diversité et leur dynamisme, requièrent un suivi continu des progrès de la science et de la technologie ainsi que la mise en place de critères permettant d'évaluer clairement le rapport bénéfice-risque de nouveaux organismes.
- *Diffuser des lignes de conduite et appeler à la responsabilité scientifique.* La préservation de la biosûreté est un défi qui dépasse ceux de la biosécurité : pour la biosûreté, l'essentiel de la protection tient à la responsabilité de la communauté

⁴ Les travaux antérieurs de l'IAP sur les priorités de sociétés comprennent :

a) la Réponse au rapport du Groupe de haut niveau de personnalités éminentes sur le programme de développement après 2015, <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=22371> et b) Letter from Rio-2013 on the role of science academies in grand challenges and integrated innovations for sustainable development and poverty eradication, <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=21458>

⁵ Par exemple : 1) Redford K, Adams W and Mace G, Synthetic biology and conservation of nature: wicked problems and wicked solutions, PLoS Biology 2013, 11, e1001530 ; 2) Griggs J, The odd couple, New Scientist 7 Décembre 2013 pp. 46-49.

scientifique. Les académies elles-mêmes, l'IAP et l'IAC⁶ ont produit des avis utiles en la matière sur les responsabilités des scientifiques et les codes de conduites institutionnels qui permettent de promouvoir à la fois la biosûreté et la biosécurité. Ces lignes de conduite devraient être largement diffusées. Il est aussi important que toute la communauté mondiale de la recherche, y compris les groupes de « bricolage » réunissant des amateurs de la recherche en biotechnologie, soutienne l'élaboration, et suivent les recommandations, de ces codes de conduite.

En conclusion, l'IAP recommande une collaboration mondiale continue entre les différents groupes qui soutiennent les chercheurs, ceux qui régulent et rendent possible la biologie synthétique et ceux qui en seront les usagers et les bénéficiaires. En raison des incertitudes et de la grande rapidité des changements, il est stimulant de scruter l'horizon pour repérer les évolutions probables. Les académies des sciences sont, dans tous les cas, bien placées pour s'atteler à cette tâche, qui est d'une importance critique si l'on veut être prêt pour l'avenir. Ensemble, nous devons veiller à ce que les cadres d'action élaborés dans le monde entier soient assez souples pour encourager la recherche et prendre en charge l'innovation, y compris les applications dont on n'a pas encore idée, et recommandent en même temps les pratiques judicieuses qui permettront d'atténuer tous les types de risques.



Signé par l'IAP – le réseau mondial des académies des sciences
(www.interacademies.net)

IAP – le réseau mondial des académies des sciences est composé à ce jour de 106 académies scientifiques du monde entier : aussi bien des académies/institutions nationales que des regroupements régionaux/mondiaux de scientifiques. Pour toute information, se reporter à l'annuaire des académies de l'IAP, à <http://www.interacademies.net/Academies.aspx>

IAP, Strada Costiera 11, Trieste, Italie

+39 040 2240 680/681/571

iap@twas.org www.interacademies.net

⁶ IAC and IAP, Responsible conduct in the global research enterprise, 2012,
<http://www.interacademies.net/10878/19787.aspx>