

Recréation – À quoi jouent les biologistes synthétiques?

Par Lise Lévesque

Statuts de l'auteure :

Ph.D. biologie moléculaire, M.A. bioéthique. Coordinatrice de recherche au Centre de santé et de services sociaux de Laval, membre du Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche de l'Université de Montréal, membre de l'équipe éditoriale de la revue BioéthiqueOnline.

Résumé :

En 2010, percée sans précédent en biologie synthétique : un génome bactérien a été entièrement synthétisé en laboratoire et transféré dans des particules bactériennes qui l'ont répliqué et se sont reproduites. Les descendants sont des bactéries synthétiques fonctionnelles et se reproduisent comme des bactéries naturelles. C'est à John Craig Venter que revient le crédit de cette prouesse. Spécialiste du génome et personnalité scientifique haute en couleur, Venter s'est fait remarquer pour avoir mis en compétition sa compagnie privée Celera Genomics avec le Human Genome Project. Son exploit est immédiatement repris par les médias à qui Venter affirmera que sa percée révolutionne les fondements philosophiques des conceptions de la vie. Nous proposons une interprétation critique de cet énoncé, d'abord en situant la percée dans son contexte scientifique afin d'en délimiter l'importance, ensuite en questionnant les conceptions du vivant afin de voir en quoi elles sont mises en question. Une réflexion quant à la mutation de l'essence de la vie nous amènera à conclure que la stabilité de l'essence de la vie est la condition de possibilité du vivant artificiel.

Mots-clefs : biotechnosciences, vie, vivant, naturel, artificiel

Abstract:

Scientists in synthetic biology made a major breakthrough in 2010: a bacteria genome has been entirely synthesized in laboratory and transferred into a bacteria particle which has self-replicated and reproduced. The offspring is synthetic bacteria reproducing like natural bacteria. The credits of this feat go to John Craig Venter. The man is a genome specialist and a famous witty scientist, known for having his private company Celera Genomics competing with the Human Genome Project. The feat is immediately taken up in media to whom Venter claims the breakthrough will revolutionize the philosophical basis of the conceptions of life. We propose a critical interpretation of this statement, first by putting it in the scientific context to delineate its importance, then by questioning the conceptions of life to look at what is being challenged. A reflection regarding the mutation of the essence of life will take us to the conclusion that the stability of the essence of life is the condition of possibility of the artificial living organisms.

Key words: biotechnosciences, life, living organisms, natural, artificial

Introduction

En 2010, un article scientifique rapportait le succès de la transplantation d'un génome bactérien entièrement synthétisé en laboratoire¹ dans une particule bactérienne d'une autre espèce. Le résultat de cette impressionnante manipulation du génome bactérien entier est une nouvelle bactérie capable de se reproduire. La nouvelle a été rapidement reprise par les médias qui ont sollicité des entrevues avec les experts.² John Craig Venter est dorénavant connu comme celui qui a fabriqué un organisme vivant en laboratoire. Il accordera plusieurs entrevues à des quotidiens dont les lectorats débordent les frontières nationales. On citera abondamment les formules aventureuses aux accents philosophiques de Venter et on lancera des avertissements quant aux périls de «jouer à Dieu». Globalement, on peut dire que l'image médiatique de Venter est celle de celui qui a été capable de «recréer la vie» en laboratoire et qu'il contribue à la médiatisation de la biologie synthétique, une biotechnoscience jusque-là très peu connue du public.

La percée dont nous discuterons ouvre des possibilités nouvelles pour la recherche et l'ingénierie biologique des unicellulaires, mais Venter positionne l'importance de son exploit à un autre niveau. Selon lui, cette percée doit avoir pour conséquence de nous forcer à réviser les fondements philosophiques des conceptions de la vie.³ Selon nous, il manque une interprétation critique de l'importance et de la signification de cette percée qui rendrait possible la réflexion philosophique quant à l'essence de la vie. La réflexion se butte notamment à la polysémie du concept de «vie» et, ne précisant pas davantage sa pensée, la déclaration du scientifique ne peut que donner lieu à des propos disparates quant à son interprétation philosophique. Conséquemment, le flou artistique attire une presse scientifique à l'affût de bouleversements tout autant qu'une certaine littérature philosophique rapide à étiqueter les progrès des biotechnosciences soit dans l'humanisme salvateur, soit dans le darwinisme impitoyable ou les dérives des apprentis sorciers. Selon nous, tant le sensationnalisme scientifique que la dichotomie dans l'analyse philosophicoéthique dissimulent les questions les plus importantes quant aux conceptions de la vie que devraient susciter la réussite de la synthèse chimique d'un génome bactérien entier et de sa transplantation interspèce, évènement biotechnoscientifique médiatisé en tant que «création» d'un organisme vivant en laboratoire.

Nous proposons de faire une lecture critique de l'évènement de cette percée de la biologie synthétique en nous appuyant à la fois sur les ressources des sciences biologiques et du questionnement philosophique. Avant d'aller plus avant dans le propos, précisons que plusieurs définitions de la biologie synthétique, aussi appelée ingénierie biologique, ont été recensées [Newson, 2011]. Nous nous référons à une définition englobante : biotechnoscience visant à concevoir, faire le design et construire des systèmes biologiques comportant certaines caractéristiques désirées, par exemple capables de produire ou dégrader un composé chimique spécifique. La biologie synthétique intègre les méthodes de la biostatistique et des biotechnologies et s'inspire de l'ingénierie et de l'informatique.

Nous chercherons ainsi à tirer une interprétation critique de l'énoncé de Venter : «La percée révolutionne les fondements philosophiques des conceptions de la vie». Pour commencer, nous proposerons une interprétation de la percée dans son contexte scientifique et sociétal afin d'en délimiter l'importance. Ensuite, nous revisiterons la définition du vivant donnée par la biologie et les conceptions du vivant courantes. Puis, nous tenterons de dégager les conditions qui rendraient possible une mutation de l'essence de la vie, qui n'a d'ailleurs rien à voir avec la mutation de l'A.D.N.

L'évènement de la percée biotechnoscientifique et son contexte

Les découvertes scientifiques remettent parfois en question les croyances ou les valeurs tenues pour acquises. Le développement de biotechnologies inédites ouvre des possibilités nouvelles dont les implications multiples et complexes rendent perplexes quant à leur utilisation responsable. Lorsque c'est le cas, ces considérations philosophicoéthiques participent de l'importance que prennent les découvertes et percées. Cependant, seules les avancées scientifiques les plus importantes suscitent des questionnements de cet ordre. L'importance reconnue par les pairs de la découverte selon les critères scientifiques contribue à ce qu'elle soit remarquée et diffusée par les médias, mais les façons dont les chercheurs présentent les conclusions de leurs travaux au public et à leur donner un sens peut aussi contribuer à susciter l'évènement scientifique dans la société et le questionnement philosophicoéthique. L'interprétation critique de l'évènement de la percée biotechnoscientifique doit donc prendre en compte les

connaissances scientifiques et leur contexte sociétal. Venter est un scientifique et un homme d'affaire qui a à son actif une histoire médiatique considérable. Dans son cas, le contexte et la manière dont sont diffusés les résultats ont donc autant d'importance pour l'interprétation de l'évènement biotechnoscientifique que les résultats. Dans cette partie préliminaire à l'interprétation critique, nous exposons en premier quelques éléments contextuels représentatifs de la *persona* médiatique de Venter, ensuite nous donnons brièvement les grandes lignes du transfert interspèce du génome bactérien entier publiées par son équipe et finalement nous faisons ressortir des éléments de style contenus dans cette production scientifique de Venter et les communications la concernant.

John Craig Venter est un scientifique américain à la tête de plusieurs instituts privés de recherche en biotechnologie. Plusieurs percées réalisées au sein de ses compagnies privées ont été médiatisées ou ont suscité des débats intenses relatifs aux politiques scientifiques. Deux évènements scientifiques antérieurs sont représentatifs de la stature du scientifique.

Venter est notamment connu pour avoir mis sa compagnie privée Celera Genomics en compétition avec le projet public Human Genome Project. Ce projet avait pour but de dresser la carte complète du génome humain et la rendre accessible aux chercheurs. Les activités de sa compagnie privée autofinancée, qui utilisait les données publiques pour faire compétition à l'équipe publique sans retourner dans le domaine public les nouvelles données acquises, avaient suscité des débats quant à la dimension économique du savoir. Notamment, les débats concernaient la propriété intellectuelle et le brevetage possible de séquences d'A.D.N. naturelles, la gratuité de l'accès à ces informations et la vocation publique ou économique de la recherche en général.⁴

De plus, alors que la recherche sur les aspects éthiques et sociaux de la recherche en génétique humaine étaient dans une phase d'intense activité, notamment quant à la confidentialité de l'information génétique personnelle, Venter annonçait que son équipe était la première à avoir réalisé le séquençage et la publication du génome complet d'un être humain [Levy *et al.*, 2007]. Autrement dit, le génome d'un seul individu avait été entièrement séquencé, pas seulement une version «générique» du génome de l'espèce humaine, comme c'était le cas avec le Human Genome Project. Cette prouesse

démontrait de façon concrète que les moyens technologiques de séquençage de l'A.D.N. deviennent de plus en plus efficaces. De surcroît, cet être humain était informé, libre et consentant car il n'était autre que John Craig Venter lui-même.⁵ Le séquençage autoadministré de son génome entier pourrait aussi indiquer soit que le chercheur considérait que les risques liés à la divulgation de l'information génétique personnelle ne sont pas élevés, soit qu'il n'allait pas affliger un autre du fardeau des risques relatifs à cette expérimentation. Quoi qu'il en soit, cette nouvelle était une histoire intéressante pour les médias : le scientifique est prêt à tester ses découvertes sur lui-même si personne ne se porte volontaire, scénario classique pour une science-fiction relatant les égarements des savants-fous.

La percée de Venter en biologie synthétique a été rendue publique le 20 mai 2010 dans la revue *Science* dans un court article de recherche, doublé d'un communiqué de presse émis par le John Craig Venter Institute relatant l'importance de la percée.⁶ L'article scientifique rapportait la réussite de la synthèse en laboratoire d'un génome entier de la bactérie *Mycoplasma mycoides* et sa transplantation dans une bactérie d'une autre espèce, *Mycoplasma capricolum*. Le résultat est des descendants bactériens capables de se reproduire et en apparence identiques à *M. mycoides*, la bactérie d'où provient le génome transplanté. Les chercheurs affirment n'avoir trouvé aucune trace du génome de *M. capricolum* dans ces descendants. Donc, le génome entièrement synthétisé en laboratoire a totalement remplacé celui de la bactérie receveuse après le transfert et a exprimé uniquement les nouveaux gènes et les nouvelles fonctions cellulaires, ce qui explique l'identité apparente de la nouvelle bactérie avec *M. mycoides* d'où a été tirée l'information génomique minimale. Bref, voilà pour les faits scientifiques.

En plus du personnage médiatique et des résultats scientifiques, il est important de s'attarder à certains éléments de style propres à John Craig Venter. Il est d'ailleurs remarquable qu'ils se retrouvent jusque dans l'article scientifique original. En effet, dans l'article, le nom donné à la nouvelle bactérie est «JCVI-Syn1.0», ce qui signifie : «John Craig Venter Institute, Synthétique, version 1.0». Ce nom calqué sur les noms de logiciels de l'informatique évoque que la nouvelle bactérie pourrait être classifiée dans le règne des objets technologiques. Mais encore, le style du scientifique est perceptible dans

son œuvre jusque dans son support matériel : l'A.D.N. L'équipe de Venter a intégré dans l'ADN synthétique, utilisant l'«alphabet» des codons correspondant aux vingt acides aminés identifiés par une lettre, la signature des quarante-six auteurs, ainsi qu'une citation de Richard Feydmann, physicien américain : «Ce que je ne peux pas construire, je ne peux pas le comprendre.» Techniquement, cette signature avait pour avantage de rendre la séquence synthétique reconnaissable, mais elle n'était pas nécessaire parce que le génome bactérien avait de toute façon été beaucoup modifié et était reconnaissable par d'autres moyens. La signature intégrée à l'A.D.N. peut être perçue comme la marque indélébile du créateur dans sa créature jusque dans ses constituants les plus élémentaires ou la signature de l'artiste, ou encore comme l'affirmation de la propriété intellectuelle.⁷ La citation est un hommage à l'ingénierie en tant que moteur de l'avancement des connaissances dans le champ de la biologie synthétique.

Pris ensemble, ces éléments de style ont de quoi faire une histoire intéressante dans les médias et permettent à Venter de se démarquer des autres chercheurs avec audace. De plus, il a plusieurs fois déclaré que la conséquence de ses travaux est qu'il doit s'opérer un changement philosophique fondamental dans la façon dont nous concevons la vie. De fait, les dimensions philosophique, éthique et sociétale de l'évènement scientifique ont reçu de l'attention. Les médias ont écrit que les scientifiques viennent de «recréer la vie» et qu'il s'agit du «premier organisme vivant dont le parent est un ordinateur».⁸ Certains commentateurs demandent si Venter «joue à Dieu» - voire se prend pour Dieu - et si l'importance de sa percée est surévaluée.⁹

Interprétation critique de l'importance de la percée sur le plan scientifique

Nous estimons avoir souligné plusieurs faits appuyant l'importance de prendre en compte le style de ce scientifique dans une interprétation critique de ses propos à consonance philosophique. Les faits et gestes de Venter que nous avons relatés indiquent que la rencontre de la science, des technologies et du style du chercheur ont certainement contribué à faire de la percée un évènement scientifique remarquable. À cause de sa renommée et ne reculant pas devant les zones grises des réglementations, les sorties de Venter sont *a priori* intéressantes pour les médias. La *persona* médiatique de Venter et sa facilité à mettre en scène ses activités scientifiques lui donnent une longueur d'avance sur

les autres pour faire connaître ses recherches et leur donner un certain retentissement. La transplantation interspèce d'un génome bactérien entier a certes de l'importance sur le plan scientifique et technologique, mais le fait que Venter l'annonce ajoute l'intérêt.

En vue de l'interprétation critique de l'évènement, il importe maintenant de faire voir en quoi réside l'importance de la percée de Venter. Dans un premier temps, nous relatons les étapes les plus importantes de la fabrication de la bactérie puis nous mettons la réussite de ces exploits technologiques en perspective avec les progrès réalisés et anticipés en biologie synthétique. Ensuite notre interprétation fait ressortir comment les implications sociétales de la percée font nécessairement intervenir un questionnement philosophicoéthique, questionnement qui prend sa source dans l'exigence d'intelligibilité prérequise à toute mise en application.

Le transfert interspèce du génome bactérien a été possible grâce au succès de recherches antérieures dans lesquelles Venter était impliqué de près. En 2006, Venter et ses collaborateurs avaient réussi le design d'un génome «abrégeé» de la bactérie *Mycoplasma genitalium* [Glass, 2006], qui serait présumé plus facile à manipuler que le génome naturel parce que plus petit. Partant de l'information génomique disponible dans les bases de données informatisées, les scientifiques avaient identifié toutes les séquences présumées avoir une fonction dans la cellule et avaient conçu par ordinateur un génome sans séquence présumée superflue. Il en a résulté un plan pour construire l'équivalent d'un génome complet mais minimal. À partir de ce plan, ils ont programmé la synthèse chimique en laboratoire de l'entièreté de ce génome. Par la suite, le nouveau défi était de réussir la transplantation dans une bactérie d'une autre espèce. Or, les enzymes de restriction de la bactérie receveuse détruisent les A.D.N. étrangers. Cette difficulté a été contournée en faisant produire le génome synthétique par une levure afin d'en récolter de grande quantité puis en appliquant à l'A.D.N. un traitement protecteur avant de le transférer dans la bactérie receveuse. Ce sont ces travaux qui sont publiés en tant que «création» d'un organisme vivant à partir d'A.D.N. synthétisé en laboratoire [Gibson *et al.*, 2010].

Les applications de cette percée sont nombreuses et enthousiasmantes pour la recherche fondamentale et l'ingénierie biologique des unicellulaires. Venter a d'ailleurs le projet de fabriquer des bactéries qui produiraient des biocarburants à partir de matières

premières non produites par agriculture, contrairement aux procédés actuels de production d'éthanol qui détournent l'agriculture des fins alimentaires vers des fins énergétiques.¹⁰ On peut aussi imaginer des bactéries qui produisent des médicaments, des vaccins, des aliments ou des bactéries capables de dégrader les polluants.¹¹ Venter entend aussi rendre accessibles aux chercheurs par la commercialisation les biotechnologies de pointe que ses équipes ont développées et pour lesquelles des demandes de brevet ont été déposées.¹²

Considérant que la mise au point d'un ensemble de moyens techniques complexes et inédits exige temps, argent, équipements et mobilisation des meilleurs cerveaux jusqu'à obtention du résultat désiré, il faut admettre qu'il s'agit effectivement d'une réussite remarquable sur le plan biotechnoscientifique. Toutefois, Venter et son équipe n'ont pour l'instant apporté aucune explication quant aux mécanismes cellulaires à l'œuvre dans les bactéries et qui rendent possibles l'intégration du nouveau génome et la prise en charge de sa réplication. Notons que cette remarque n'invalide ni ne discrédite les résultats rapportés. De toute façon, aucune recherche ne peut observer en une seule expérimentation le fonctionnement de tous les mécanismes biologiques en cause, même s'ils sont le résultat de manipulations expérimentales. Par contre, notre remarque met en relief que l'importance de l'exploit de Venter se situe davantage sur le plan de la percée technologique que sur le plan des connaissances scientifiques.

Dans l'article scientifique original [Gibson *et al.*, 2010], Venter et son équipe ont situé sommairement l'importance de la percée sur le plan philosophique en concluant que : «À mesure que les applications en génomique synthétique prennent de l'ampleur, nous anticipons que nos travaux continueront de susciter des enjeux philosophiques qui ont des implications sociétales et éthiques étendues. Nous encourageons le dialogue continu.»¹³ De fait, les nouvelles possibilités biotechnologiques ouvertes sont un défi pour l'encadrement éthique et la réglementation de la biologie synthétique. Notamment, la brevetabilité des organismes synthétiques pose problème, parce qu'on se demande si l'on doit les classer parmi les vivants ou les objets fabriqués ou quelque part entre les deux. De plus, le brevetage pourrait avoir des conséquences sur l'accessibilité des organismes fabriqués, des informations et des procédés technologiques qui permettent

leur production et leur conception, ce qui préoccupe les chercheurs et les entrepreneurs du secteur des biotechnologies.¹⁴

Ces questionnements, motivés par des considérations tantôt scientifiques, tantôt économiques, parfois philosophiques ont une portée beaucoup plus large que le cadre juridique et vont dans le sens de l'interprétation que fait Venter de sa percée sur le plan philosophique.¹⁵ Elles forcent à mettre en question les définitions des concepts de vivant, vie, naturel et artificiel et ont nécessairement des implications sur le plan de l'éthique concernant la relation de l'humain à la nature et à lui-même et de ses responsabilités à cet égard [Bedau, 2011].

À travers le style dans lequel il communique ses exploits, Venter laisse entendre une distinction entre naturel et artificiel. Le nom choisi pour la bactérie synthétique, JCVI-Syn1.0, met en relief l'innovation technologique parce que le nom ressemble à celui d'une première version d'un logiciel, d'un programme. Le titre de l'article de Gibson *et al.* appuie l'interprétation selon laquelle la bactérie aurait été «fabriquée» ou «créée» et pas seulement modifiée. Cela confère un caractère inédit à la percée et une importance capitale sur le plan des concepts philosophiques. Les reportages dans les médias présentent le transfert interspèce de génome entier en tant que moyen technologique permettant de fabriquer des organismes vivants artificiels. Cela revient à dire que ce procédé serait plus radical que les biotechnologies courantes qui permettent seulement de modifier par des moyens technologiques les organismes vivants naturels.

Cette interprétation doit être mise en contraste avec l'avis d'autres experts du secteur de la biologie synthétique. D'abord, la percée de Venter ne suffit pas à faire de l'ingénierie biologique une discipline achevée qu'on n'a plus qu'à mettre en application. Les défis que rencontrent les experts de la biologie synthétique concernant leur secteur d'activité ont identifiés ont été rapportés par Roberta Kwok, journaliste scientifique, dans la revue *Nature* [Kwok, 2010] quelques mois avant la parution de l'article de Gibson *et al.* et restent pertinents bien que la percée indique que ces défis pourraient être relevés avec succès.¹⁶ Elle souligne cinq «vérités difficiles» concernant l'état de connaissances pour qui espèrerait des retombées rapides de la biologie synthétique : 1) les parties des génomes ne sont pas complètement définies ou caractérisées et sont difficiles à standardiser; 2) le succès de nouveaux agencements des parties est imprévisible; 3) les moyens technologiques nécessaires à l'assemblage des systèmes biologiques «simples»

sont, en fait, lourds et coûteux; 4) les systèmes biologiques sont souvent réfractaires à certaines modifications parce qu'elles leur sont délétères; et 5) même des bactéries génétiquement identiques, lorsque prises individuellement, expriment leurs gènes à des degrés variables, et donc varient dans l'efficacité des fonctions introduites par ingénierie biologique. On est donc loin de la création sur mesure d'organismes parfaitement contrôlés avec des fonctions spécifiques sous le contrôle de l'ingénieur. De plus, Kwok met en garde contre l'interprétation simpliste des images qu'emploient les biologistes synthétiques pour vulgariser leurs activités de recherche. Par exemple, l'image des «blocs légos» est devenue une expression consacrée, mais peut donner l'impression qu'on a déjà tous les blocs et que c'est un jeu d'enfant de fabriquer tout ce qu'on veut. En fait, les systèmes biologiques sont extrêmement complexes et cela limite les succès des tentatives de standardisation tels qu'on peut les faire en ingénierie, selon les propos de Martin Fussenegger, biologiste synthétique à l'École Polytechnique Fédérale de Zurich, rapportés par Kwok. Ces précisions sont importantes pour la suite des discussions.

En entrevue journalistique, biologiste synthétique à l'École Polytechnique Fédérale de Zurich, Sven Panke, a commenté l'annonce de la percée de Venter : «Ce généticien s'est contenté de recopier le génome d'une bactérie existante (...) Pour des êtres plus complexes que des unicellulaires, il faudra beaucoup plus de temps.»¹⁷ Dans ce contexte, le terme «recopier» n'est pas neutre. Il compense pour les excès de la médiatisation qui a mis de l'avant la «création» ou la «fabrication» d'un organisme vivant inédit. Le discours du scientifique se veut rassurant aussi : pour des organismes pluricellulaires, par exemple les mammifères, nous ne sommes pas près de réussir le recopiage intégral. Autrement dit, on doit comprendre que Panke accorde de l'importance à la percée mais qu'il n'irait pas jusqu'à affirmer qu'il s'agit de «recréation» d'un organisme vivant et qu'il estime qu'un recopiage d'un organisme complexe n'est pas possible à moyen terme. Son commentaire tempère aussi les alarmes qui mettent en garde contre les périls de «jouer à Dieu» puisque somme toute, il s'agit encore de biotechnoscience ordinaire, pas de pouvoirs arrachés au divin.

Peter Dabrock, théologien à Philipps-Universität Marburg, fait lui aussi la critique des commentateurs de la biologie synthétique qui ont recours au vocabulaire religieux. Selon lui, leurs interprétations sont simplistes et réductrices et nuisent au dialogue entre scientifiques et philosophes. Il insiste sur l'évidence, apparemment souvent oubliée, que

les «créations» des biologistes synthétiques ne sont pas créations *ex nihilo*, mais fabriquées à partir de matériaux et informations biologiques existants, naturels ou synthétiques [Dabrock, 2009].

En bref, la percée est une réussite remarquable sur le plan technologique et ouvre des possibilités inédites pour la recherche et l'innovation. Le besoin d'encadrement de ces innovations oblige à reconsidérer ce qui est classifiable dans le vivant, le naturel et le fabriqué. La remise en question des concepts serait donc en partie suscitée par des soucis d'ordre juridiques relatifs à la commercialisation des innovations. Le questionnement visant à situer l'importance et la signification sociétale de la percée serait par contre, plus proche du questionnement philosophicoéthique. Sur ce plan, nous sommes donc appelés à mettre à jour la relation de l'humain à la nature et à revisiter les conceptions du vivant, et c'est ultimement ce à quoi nous conviait John Craig Venter. Nous avons proposé une interprétation qui a permis de situer l'importance et la signification que revêt l'évènement de la percée de Venter et son équipe. Il faut donc à présent aborder les conceptions du vivant et de la vie.

Définitions et conceptions du vivant

Bien que Venter nous invite à réviser les conceptions de la vie, il n'explicite pas lui-même ses conceptions et en quoi elles seraient remises en question par ses travaux. Quelles sont les conceptions courantes du vivant et en quoi sont-elles remises en question par les avancées de la biologie synthétique? Étant donné que la question est issue d'un cas particulier dans une discipline spécifique, nous tenterons d'amorcer le questionnement à partir de ce secteur. D'abord nous nous attarderons à considérer la définition du vivant que propose la biologie et, sommairement, les conceptions matérialistes et vitalistes. Puis, nous tenterons de déterminer quelles conceptions ont cours en biologie et biologie synthétique. Ce cheminement devrait nous préparer à aborder les conditions de la mutation de l'essence de la vie.

Le vivant qui suscite notre étonnement et notre questionnement est une bactérie, un unicellulaire. Ce point de départ impose nécessairement que nous nous intéresserons à la vie biologique et non à la vie biographique. Ces deux notions peuvent être rendues par

les termes grecs *Zōē* et *Bios*, respectivement. Nous ne recourons pourtant pas à ces termes pour proposer une définition parce que le sens exact des termes grecs n'est plus immédiatement accessible. Il n'est pas certain que le terme *Zōē* puisse référer à des organismes aussi rudimentaires que les bactéries. Du reste, une analyse approfondie sur la question n'est pas opportune, étant donné que les Grecs ne connaissaient pas les bactéries. Cette distinction doit tout de même nous permettre d'éviter que la réflexion que nous ferons bientôt quant à la vie biologique soit transposée directement à la vie humaine, biographique et politique. Sans ces précisions, une réflexion concernant uniquement la vie biologique, la «vie nue», pour employer l'expression d'Agamben, pourrait laisser croire que nous adhérons à une interprétation biologisante de la politique et la vie humaine en général. Au contraire, nous espérons qu'en tentant une réflexion quant à la vie biologique nous contribuons à une meilleure compréhension de la relation de l'humain au vivant et à la vie.

Dans son ouvrage sur l'épistémologie de la biologie, Stewart soutient qu'il n'y a pas de définition théorique du vivant qui fasse consensus au sein des sciences biologiques [Stewart, 1996]. Étonnamment, cela n'empêche pas la recherche. Étant donné que les articles spécialisés des chercheurs discutent rarement des notions de base de la biologie, nous nous tournons vers des ouvrages didactiques qui ont l'avantage d'offrir des définitions largement reconnues au sein de la discipline. Pierre Clément, didacticien de la biologie à l'Université Claude Bernard, retient la définition en quatre critères proposée par Stewart : le vivant est un système thermodynamique ouvert, auto-organisé, ayant la capacité de se reproduire et «finalisé» selon des fonctions nécessaires à son maintien et sa reproduction [Clément, 1998]. Selon Clément, le quatrième critère de la définition, c'est-à-dire les fonctions spécifiques du vivant (digestion, excrétion, respiration, circulation, photosynthèse et ainsi de suite), est le critère qu'a le plus développé la discipline enseignée et la recherche. Un autre ouvrage didactique de référence pour l'introduction à la biologie [Arms et Camp, 1987] énonce une définition équivalente et avance que l'organisme vivant est constitué d'au moins une unité fondamentale, la cellule, elle-même constituée de composés chimiques organiques ordonnés et complexes, dont une molécule ayant la fonction de «contenir» l'information génétique.

On oppose habituellement les conceptions matérialistes aux conceptions vitalistes du vivant. Le matérialisme réduit le vivant à ses composantes matérielles, chimiques. Le vivant ne serait que le résultat de l'ensemble des fonctions vitales que les composantes supportent. Les conceptions matérialistes réductionnistes radicales considèrent que la molécule d'A.D.N. est suffisante pour déterminer un vivant en tant qu'espèce et qu'individu. Les conceptions matérialistes holistes accordent de l'importance à l'ensemble des composants matériels dans la détermination des propriétés du vivant. Le matérialisme admet l'émergence de propriétés biologiques à chaque degré de complexité. Selon le vitalisme, le vivant est mu par la «force vitale» non réductible aux composants chimiques isolés ou combinés. L'origine de la «force vitale» et ses rapports avec la matière peuvent être appréhendés de diverses façons, s'opposant ou s'harmonisant, selon les conceptions. La force ou le principe vital peut être l'âme ou une force immatérielle.

Actuellement, dans la communauté des biologistes, les conceptions courantes du vivant, explicites ou non, vont du matérialisme holiste au matérialisme réductionniste, estime Clément. Les holistes prennent l'organisme vivant comme un tout insécable dont les parties ne peuvent être comprises séparément. Le concept de cellule en tant qu'unité fondamentale du vivant est une conception holiste intermédiaire. Elle n'exige pas de comprendre le vivant comme un tout insécable et irréductible, mais elle définit la cellule comme unité fondamentale du vivant. Selon les conceptions réductionnistes courantes, le statut d'élément fondamental revient à l'A.D.N., la molécule qui est le support matériel du «programme» génétique déterminant toutes les propriétés de l'espèce et même de l'organisme vivant individuel. Conséquemment, les autres composantes biologiques ont un intérêt secondaire. Selon Clément, la conception du vivant dominante chez les biologistes, enseignants et chercheurs, est systémique. Elle est une conception intermédiaire entre holisme et réductionnisme, selon laquelle la détermination du vivant n'est pas réductible à l'A.D.N. uniquement. Il doit être compris comme un système. À chaque niveau d'organisation émergent des propriétés spécifiques à ce niveau, que les composants pris isolément ne possèdent pas.

Les biologistes synthétiques tentent de reproduire les propriétés émergentes d'un organisme vivant ou de monter de toute pièce de nouveaux systèmes ou organismes. [Brenner, 2005] Ils ne s'intéressent pas nécessairement aux organismes vivants comme

tels, mais, dans une optique d'ingénierie, à tout *système biologique* qui comportera les caractéristiques nécessaires à la fonction voulue par l'ingénieur. Un système biologique qui accomplit une tâche pourrait aussi bien être considéré comme une machine biologique. Cependant, les organismes vivants ont un statut spécifique en biologie synthétique; ce sont des systèmes chimiques complexes composés de molécules organiques capables d'autoréplication et d'évolution structurale par sélection darwinienne vers des formes mieux adaptées à leur autoréplication dans un environnement donné [Brenner, 2003].

Diverses conceptions du vivant ont cours au sein de la communauté de la biologie synthétique, de systémiques à réductionnistes.¹⁸ Bien que la notion de système est primordiale en biologie synthétique, la prépondérance de l'A.D.N. est affirmée avec plus ou moins d'insistance selon les différentes postures épistémologiques. L'A.D.N. est généralement considéré comme la molécule biologique «fondamentale». De fait, la capacité de modifier l'A.D.N. par génie génétique a permis de faire avancer l'ensemble des connaissances biologiques plus rapidement que tout autre secteur de la discipline biologique n'en a été capable, utilisant l'A.D.N. comme matrice pour produire les protéines, composants importants des systèmes biologiques. Au final, la biologie synthétique visant à fabriquer des organismes vivants ou des systèmes biologiques en manipulant les composants, incluant le plus souvent l'A.D.N.,¹⁹ comme c'est le cas avec Venter, est le prolongement en même temps que l'accomplissement du génie génétique. Elle est d'autant plus compatible avec une conception matérialiste plus ou moins réductrice.

Du naturel à l'artificiel via l'intention d'utiliser le vivant

Bien que la définition biologique du vivant et les conceptions matérialistes ou vitalistes du vivant ne mentionnent pas explicitement que le vivant est naturel, l'idée qu'un vivant puisse être fabriqué nous étonne et nous laisse perplexe. La percée inédite de la biologie synthétique remet en question les frontières et les relations entre le vivant, la vie, le naturel et l'artificiel. La vie du vivant fabriqué (de la bactérie fabriquée) grâce aux biotechnologies est-elle naturelle ou artificielle? Le design, la synthèse et le transfert du génome complet abrégé de *M. mycoides* a nécessité le recours à des technologies de

pointe, ce qui justifie *a priori* le recours au terme «fabriqué» et «artificiel» pour qualifier les bactéries résultantes. Nous devrions nous étonner de notre perplexité quant au passage du naturel à l'artificiel. En effet, l'humain a toujours créé ou fabriqué de l'artificiel à partir de matières naturelles. C'est l'acte de transformation du naturel en vue de la création d'un artefact qui détermine l'appartenance à l'artificiel et au fabriqué. Il n'y a rien de nouveau à ce chapitre.

Nous sommes encore peu habitués à ce que le fabriqué présente les caractéristiques de l'organisme vivant, qu'on assimile habituellement au naturel. La manipulation du génome entier est une modification physique, directe et extensive, résultant l'action de l'humain. De surcroît, l'ampleur de la modification est remarquable, au point qu'on parle de fabrication ou de création. Il ne doit pas nous échapper que l'intention de cette modification est l'utilisation du vivant. La modification ou la fabrication du vivant résulte d'une relation d'utilité du vivant pour l'homme. L'intention de fabrication d'un vivant inédit, sur mesure, témoigne comme jamais auparavant de la volonté de maîtriser et utiliser le vivant, d'en faire un outil, un objet fabriqué utilisable. Toutefois, il n'y a pas de lien de nécessité entre fabriqué et utilisable, car les œuvres d'art sont fabriquées, créées, mais n'ont pas d'utilité; les vivants sont déjà transformables à des fins artistiques sans utilité.²⁰

Alors, si un organisme vivant résultant du transfert interspèce de génome peut être considéré artificiel, la «vie» qui l'anime est-elle, pareillement, artificielle et non simplement domestique ou cultivée, comme c'est peut-être encore le cas des animaux et des plantes génétiquement modifiés? À ce stade de notre réflexion, il importe de rappeler que bien qu'une définition satisfaisante du vivant a été donnée par la biologie, nous n'avons toujours pas déterminé ce qu'est la vie biologique. Le principe vital des vitalistes, la propriété émergente de la matière des matérialistes, reste indéfini, insaisissable en son essence.

Qu'est-ce que la vie biologique?

L'objet d'étude de la biologie est le vivant, son fonctionnement et les conditions matérielles qui permettent son maintien, sa reproduction et son évolution. Ce qu'est la

vie, plus précisément la vie biologique, tout compte fait, n'est jamais questionné par la biologie, ni à partir du vitalisme, ni à partir du matérialisme.

La vie elle-même, non le vivant, est pourtant ce que chacun reconnaît intuitivement chez les organismes vivants qui se présentent à lui. Cette reconnaissance permet de distinguer immédiatement ce qui est vivant de ce qui ne l'est pas. C'est grâce à cette facilité à reconnaître les vivants que les philosophes, notamment Aristote²¹, puis les scientifiques, ont pu lister les caractéristiques communes aux vivants. De ces caractéristiques, une définition de l'organisme vivant a été formulée et des critères établis. L'amélioration graduelle des instruments d'observation a permis de détecter la présence d'organismes simples, par exemple les bactéries, jamais vus dans l'antiquité. La biologie a confirmé l'appartenance de ces organismes au règne des vivants sur la base des critères qui avaient été établis par l'expérience de la rencontre avec le vivant.

Le fait qu'il existe des «systèmes biologiques» naturels qui ne sont pas considérés vivants, par exemple les virus, parce qu'ils dépendent d'un organisme vivant pour se propager, illustre la force d'autorité que ces critères ont encore aujourd'hui à l'ère de la biologie moléculaire. L'importance de la percée de la biologie synthétique a été établie par les biologistes à l'aune de l'appartenance de l'artefact au règne du vivant. Si la percée de Venter a reçu autant d'attention, c'est parce qu'il pouvait, jusqu'à un certain point, prétendre avoir créé un organisme vivant. Non seulement, cette percée est présumée plus difficile ou plus admirable que d'avoir conçu un système biologique dont personne ou presque ne sait appréhender le sens, mais de plus, à cause du caractère indéfinissable, insaisissable de la vie, le vivant a quelque chose de plus que la machine.

Or, l'expérience originelle de la rencontre du vivant passe dorénavant inaperçue tellement nous dépendons des critères scientifiques pour appréhender les organismes vivants, *a fortiori* les organismes simples qui sont l'objet d'étude de la biologie et le matériau de l'ingénierie biologique. L'établissement des critères objectifs, si utiles pour déterminer l'appartenance de nouveaux systèmes biologiques au règne du vivant, découle néanmoins de la formalisation de l'intuition initiale de la vie à travers la rencontre avec le vivant.

Bien que chacun a fait la rencontre du vivant, la vie du vivant échappe aux tentatives de définition. Cela n'empêche pas que la vie du vivant a du sens pour l'humain qui en a une intuition directe qui ne résulte pas d'une objectivation [Barbaras, 2008]. La

vie est alors un mouvement vers la manifestation à ce qui la rencontre, soit nous-même. Cet énoncé renvoie à celui qui tente de définir, c'est-à-dire celui qui rencontre le vivant. Cette référence à nous-même dans la description du phénomène la disqualifie en tant que définition. En même temps, elle est l'indice d'une évidence : la vie du vivant est immédiatement intuitionnée sitôt qu'elle se manifeste à nous. Quant à savoir si ce qui se manifeste est l'«âme» ou une «force vitale», ce n'est pas notre propos de le déterminer. Il nous suffit pour l'instant de voir que la manifestation de la vie se rencontre au-delà de la constatation de conformité aux critères du vivant et qu'elle rend possible l'établissement de ces critères, l'investigation scientifique ainsi que la modification des organismes vivants.

Les conditions de possibilité de la mutation de l'essence de la vie

Il n'échappe à personne que l'«âme» ou le «principe vital» ne font aucunement partie de la description scientifique du vivant.²² Cela doit-il impliquer que les connaissances scientifiques ont complètement invalidé tout questionnement quant à la vie biologique? Certes, les connaissances scientifiques acquises par la rigueur de la méthode expérimentale doivent être tenues pour valides et pertinentes. Certaines questions sont laissées de côté par la science, mais pas nécessairement en raison d'une invalidation formelle de ces questions sur le plan philosophique. Les questions ne pouvant pas être amenées à l'objectivation et à l'expérimentation ne peuvent tout simplement pas être abordées selon la méthode scientifique, mais elles ne sont pas dénuées de sens. Elles sont plutôt formellement inatteignables selon la méthode scientifique.

Nous venons de voir que l'essence de la vie, accessible via la rencontre du vivant, est une de ces questions qui échappe à la méthode scientifique parce qu'elle est la condition de possibilité de l'investigation scientifique sur le vivant. Nous avons aussi souligné précédemment que le vivant peut être artificiel s'il est fabriqué par l'humain et qu'il devient utilisable lorsque la relation de l'humain au vivant en est une d'utilité. Les bactéries synthétiques combinent ces deux attributs. La relation de l'humain au vivant peut désormais se déplacer de «naturel» à «artificiel», mais la vie qui se manifeste à travers le vivant artificiel n'est pas nécessairement modifiée en son essence. Le passage d'un vivant de naturel à artificiel n'est possible qu'à condition que la constance de la

manifestation de la vie du vivant soit préservée. Autrement dit, il ne serait pas possible de déterminer le caractère vivant de l'organisme fabriqué s'il ne manifestait pas la vie et si l'humain ne pouvait pas en faire la rencontre, sinon directement comme pour les plantes et les animaux, du moins indirectement, par les instruments de mesure. Il est en effet difficilement imaginable de rencontrer les bactéries, et *a fortiori* les bactéries artificielles, d'une façon qui nous permettrait de déceler la vie sans le recours aux critères du vivant et aux instruments d'observation de la biologie; mais nous maintenons que les critères dépendent eux-mêmes, dans leurs conditions de possibilité, de la rencontre antérieure avec le vivant.²³ Lorsqu'ils manipulent le génome entier ou tout composant biologique, les biologistes synthétiques n'ont la possibilité d'affirmer avoir créé un vivant que lorsqu'ils sont capables de rapporter quelque mesure ou observation qui puisse convaincre que la création a les traits d'un organisme vivant, qu'elle est capable de vivre.

L'essence de la vie du vivant n'est donc pas modifiée par le passage du naturel à l'artificiel; la stabilité de l'essence de la vie est au contraire la condition de possibilité du vivant artificiel. Si l'on croit à la mutation de l'essence de la vie, c'est qu'on adhère, souvent à son insu, à une conception matérialiste réductionniste radicale selon laquelle l'«âme» ou le «principe vital» du vitalisme ne «contiennent» plus l'essence spécifique de l'organisme vivant, selon la conception vitaliste; l'ADN *remplace* l'essence de la vie du vivant. Effectivement, la preuve a été faite que l'A.D.N. est la matrice moléculaire permettant de produire la plupart des constituants cellulaires et détermine les caractéristiques spécifiques et individuelles de l'organisme vivant. Mais selon nous, l'adéquation de l'essence de la vie à l'A.D.N. est inappropriée.²⁴ La molécule l'A.D.N. est un objet physique isolable dans un tube. L'A.D.N. a été décrit avec une précision extrême quant à sa structure chimique et il est indéniable qu'elle est nécessaire à la manifestation de la vie d'un vivant. Néanmoins, la molécule d'ADN et l'idée de la molécule d'ADN sont d'ordres différents : l'idée ne tient pas dans un tube, la molécule, oui.²⁵ Qui plus est, le concept d'«âme» ne pourra être défini ici, mais selon la conception courante il renvoie à l'individuel et, donc, ne pourrait pas non plus se qualifier en tant qu'essence de la vie.

Conclusion

Le sensationnalisme scientifique et ainsi que la tendance à tenir les conceptions antérieures de la vie comme des conceptions immuables en dehors desquelles rien ne peut être pensé recouvrent les questions les plus importantes quant à l'essence de la vie et bloquent la voie au renouvellement du questionnement. La biologie offre une définition satisfaisante du vivant, mais l'essence de la vie reste inaccessible à son questionnement. La capacité des biotechnosciences à modifier le vivant tend à diriger la relation de l'humain au vivant vers un rapport de plus en plus technique et d'utilité. Cette tendance n'est pas nouvelle mais va s'accroissant. Toutefois, le danger n'est pas la mutation de l'essence de la vie du vivant, mais son oubli. La possibilité croissante de contrôler le vivant conduit vers l'oubli de la possibilité de rencontrer le vivant manifestant la vie et a pour conséquence de nous priver de la rencontre directe du vivant. Les conséquences éthiques du rapport d'utilité au vivant devraient être tirées en prenant compte du degré de possibilité de rencontre du vivant dont il est question, car nous ne rencontrons pas la bactérie comme nous rencontrons l'animal, ni comme nous entrons en relation avec l'humain. Cette tâche ne fait que commencer.

Références bibliographiques

Arms, Karen et Pamela S. Camp, 1987, première édition, *Biology*, New York, CSB College Publishing, traduit en français par Jules Fontaine et Lucie Morin, 1989, *Biologie, tome II*, Montréal, Éditions Études Vivantes, 566 p.

Barbaras, Renaud, 2008, Phénoménologie de la vie, *Noesis* [en ligne], Vrin, Paris, no. 14. Consulté le 30 juin 2012. URL : <http://noesis.revues.org/index1649.html>

Bedau, Mark A., 2011, The Intrinsic Scientific Value of Reprogramming Life, *Hastings Center Report*, vol. 41, no. 4, Garrison, NY, The Hastings Center, pp 29-31

Benner, Steven A., 2003, Synthetic Biology: Act Natural, *Nature*, vol. 421, 9 janvier, London, UK, Nature Publishing Group, p. 118

Benner, Steven A. et Michael Sismour, 2005, Synthetic Biology, *Nature Reviews – Genetics*, vol. 6, juillet, London, UK, Nature Publishing Group, pp 533-543

Clément, Pierre, 1998, La biologie et sa didactique, dix ans de recherche, *Aster*, no. 27, Paris, Institut national de recherche pédagogique, pp 57 – 93

Dabrock, Peter, 2009, Playing God? Synthetic Biology as a Theological and Ethical Challenge, *System and Synthetic Biology*, vol. 3, New York, Springer Academic Publishing, pp 47–54

Gibson, Daniel G., *et al.*, 2010, Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome, *Science*, vol. 329, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, pp 52–56

Kwok, Roberta, 2010, Five Hard Truths for Synthetic Biology, *Nature*, vol. 463, London, UK, Nature Publishing Group, pp 288-290

Levy, Samuel *et al.*, 2007, The Diploid Genome Sequence of an Individual Human, *PLoS Biology*, vol. 5, no. 10, Cambridge, UK, Public Library of Science, p. e254

Newson, Ainsley J., 2011, Current Ethical Issues in Synthetic Biology: Where Should We Go from Here?, *Accountability in Research*, vol. 18, Oxfordshire, UK, Taylor and Francis, pp 181-193

Stewart, John, 1996, La spécificité épistémologique de la biologie. *Tréma*, no. 9-10, Montpellier, Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l'Académie de Montpellier, pp 17-22

Notes bibliographiques additionnelles

Albert, Bruce, 2011, A Grand Challenge in Biology, *Science*, vol. 333, no. 6047, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, p. 1200

Ayala, Francisco. et Robert Arp (eds.), 2009, *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*, Oxford, Wiley-Blackwell, 426 p.

Bedau, Mark A., 2010, Life After the Synthetic Cell. The Power and the Pitfalls. *Nature*, vol. 465, no. 7297: 422, London, UK, Nature Publishing Group, pp. 422,

BBC News, 1999, Human Gene Patents Defended, *BBC News On Line*, 27 octobre. Consulté le 30 juin 2012. URL : <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/487773.stm>

Benoît Browaeys, Dorothée, 2010, Les entrepreneurs de la biologie synthétique - Et maintenant, fabriquer de la matière vivante, *Le Monde diplomatique*, Août, p. 22-23

Byron, J. M., 2007, Whence Philosophy of Biology?, *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 58, no. 3, Oxford, Oxford University Press, p. 409-422

Campos, Luis, 2010, "That Was the Synthetic Biology That Was" dans M. Schmidt, A. Kelle, A. Ganguli-Mitra and H. Vriend, eds., *Synthetic Biology: The Technoscience and Its Societal Consequences*, New York, Springer Academic Publishing, pp 5-21

Charles, Gilbert, 2010, La vie version 1.0, *L'Express*, no. 3073, mercredi, 26 mai, p. 96-97

Commission d'éthique sur le génie génétique dans le domaine non-humain (CENH), 2010, *Biologie synthétique : réflexions*, CENH, Berne, 32 p.

De Lorenzo, Victor et Antoine Danchin, 2008, Synthetic Biology: Discovering New Worlds and New Words, *EMBO reports*, London, UK, Nature Publishing Group, vol. 9, no. 9, pp 822-827

Dessibourg, Olivier, 2009, Craig Venter a la vie artificielle en point de mire, *Le Temps*, Éclairages, 12 octobre

Dessibourg, Olivier, 2010, Et l'homme créa la vie (artificielle), *Le Soir*, samedi, 22 mai, 1E p. 2

Dubreuil, Laurent et Clarissa C. Eagle, 2006, Leaving Politics: Bios, Zōē, Life, *Diacritics*, vol. 36, no. 2, Baltimore, ML, The Johns Hopkins University Press, pp 83-98

Grondin, Dany, 2010, Un jeu bien dangereux, *La Tribune* (Sherbrooke, Qc), lundi, 24 mai, p. 14

Hull, David, 2002, Recent Philosophy of Biology: A Review, *Acta Biotheoretica*, vol. 50, New York, Springer Academic Publishing, pp 117-128

Kayser, Jocelyn, 2007, Synthetic Biology. Attempt to Patent Artificial Organism Draws a Protest, *Science*, vol. 316, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, p.1557

Keim, Brandon, 2008, An Open Letter to the J. Craig Venter Institute, *Wired*, 29 janvier. Consulté le 20 juin 2012. URL : <http://www.wired.com/wiredscience/2008/01/an-open-letter/#more-2347>

Kennedy, Donald, 2002, Not Wicked, Perhaps, but Tacky, *Science*, vol. 297, no. 5585, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, p. 1237

Leduc, Stéphane, 1912, *La biologie synthétique*, Paris, Poinat

Marris, Claire et Nikolas Rose, 2012, Let's Get Real on Synthetic Biology, *The New Scientist*, no. 2868. Consulté le 11 juin 2012. URL : <http://www.newscientist.com/article/mg21428684.800-lets-get-real-on-synthetic-biology.html>

Morel, Pierre-Marie, 2007, *De la matière à l'action: Aristote et le problème du vivant*, Librairie Philosophique, Vrin, Paris, 207 p.

Murray, Thomas H., 2011, Interests, Identities, and Synthetic Biology, *Hastings Center Report*, vol. 41, no.4, Garrison, NY, The Hastings Center, pp 31-36

Okie, Suzan, 2011, Is Craig Venter Going to Save the Planet? Or Is This More Hype From One of America's Most Controversial Scientists?, *The Washington Post*, Août 2011. Consulté le 30 juin 2011. URL : http://www.washingtonpost.com/lifestyle/magazine/is-craig-venter-going-to-save-the-planet-or-is-this-more-hype-from-one-of-americas-most-controversial-scientists/2011/06/07/gIQAfr2c8I_story_2.html

O'Malley, Maureen A., *et al.*, 2007, Knowledge-Making Distinctions in Synthetic Biology, *BioEssays*, vol. 30, Verlag GmbH, Wiley InterScience, pp 57–65

Pennisi, Elisabeth, 2010, Synthetic Genome Brings New Life to Bacterium, *Science*, 21 mai, vol. 328, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, pp 958-959

Thacker, Eugene et Nicholas Ruiz III, 2006, An Era of Zōē and Bios? A Conversation with Eugene Thacker, *Kritikos – Journal of postmodern intercultural sound, text and image* [en ligne], vol. 3, août, Intertheory Press. Consulté le 20 juin 2012. URL : <http://intertheory.org/thacker-ruiz.htm>

van den Belt, Henk, 2009, Playing God in Frankenstein's Footsteps: Synthetic Biology and the Meaning of Life, *Nanoethics*, vol. 3, New York, Springer Academic Publishing, pp 257-258

Venter, John C., 2003, A Part of the Human Genome Sequence, *Science*, vol. 299, no. 5610, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, p. 1183-1184

Wade, Nicolas, 2010, Researchers Say They Created a 'Synthetic Cell', *New York Times*, 20 mai. Consulté le 30 juin 2012. URL : <http://www.nytimes.com/2010/05/21/science/21cell.html>

¹ Dans ce texte, nous référerons au terme «synthèse» uniquement pour désigner la production de composés chimique en laboratoire. La synthèse de la molécule d'acide désoxiribonucléique (A.D.N.) peut être réalisée en laboratoire.

² Contrairement à la presse américaine et la presse européenne, les médias québécois n'ont presque pas couvert cette affaire.

³ Selon ses paroles, il s'agit d'«un changement philosophique fondamental dans la façon dont nous concevons la vie». Propos rapportés par Gilbert Charles, dans son article *La vie version 1.0* dans *L'Express*, no. 3073, mercredi, 26 mai 2010, p. 96-97

⁴ BBC News, 1999, Human Gene Patents Defended, *BBC News On Line*, 27 octobre, visité en ligne le 30 juin 2012 à <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/487773.stm>

⁵ L'identité de la personne qui a fourni son A.D.N. pour le séquençage intégral a été divulguée suite à un commentaire de Donald Kennedy dans la revue *Science* en 2002. Une réponse a été donnée par Venter dans la même revue en 2003.

⁶ Communiqué de presse émis le 20 mai 2010 intitulé : *First Self-Replicating, Synthetic Bacterial Cell Constructed by J. Craig Venter Institute Researchers*, Rockville, MD et San Diego, CA. Visité en ligne le 30 juin 2012 à <http://www.Venter.org>.

⁷ Brandon Keim, auteur de science-fiction a critiqué le contenu de cette littérature sur médium biologique. Davantage de poésie aurait été souhaitée plutôt qu'une simple déclaration d'appropriation de la matière vivante et des moyens de sa maîtrise par la technique.

⁸ Le papier de Gilbert Charles, *La vie version 1.0*, publié dans *L'Express*, no. 3073, mercredi, 26 mai 2010, p. 96-97, résume la plupart des éléments stylistiques de l'évènement.

⁹ Dans son article *Un jeu bien dangereux*, paru dans *La Tribune* (quotidien de Sherbrooke, Québec), lundi, 24 mai 2010, p. 14, Dany Grondin interprète l'annonce de la création en laboratoire d'un organisme vivant comme un coup de théâtre destiné à attirer l'attention des investisseurs et mousser la notoriété du scientifique. Il met néanmoins en garde contre les risques pour la biosécurité et biosûreté de l'absence d'encadrement spécifique à la biologie synthétique.

¹⁰ Olivier Dessibourg a interviewé Venter en 2009, peu avant la parution de la synthèse de JCVI Syn 1.0, dont il annonçait l'imminent succès. Il confiait croire que l'ingénierie biologique serait le meilleur moyen de lutter contre les gaz à effet de serre et la baisse des stocks de carburant fossile et révélait avoir l'intention de poursuivre des recherches appliquées dans ce secteur. Des extraits de l'entrevue sont rapportés dans son papier *Craig Venter a la vie artificielle en point de mire*, publié dans *Le Temps*, Éclairages, 12 octobre 2009

¹¹ Dorothee Benoît Browaeys rapporte les applications de la biologie synthétique ainsi que l'enthousiasme perçu chez les biologistes synthétiques dans son papier *Les entrepreneurs de la biologie synthétique - Et maintenant, fabriquer de la matière vivante* paru dans *Le Monde diplomatique*, Août 2010, p. 22-23. Elle relate notamment que des applications pratiques sont attendues dans les secteurs de la pharmacie, la chimie,

l'énergie et l'environnement et intéressent les investisseurs. Elle mentionne aussi les avancées anticipées sur le plan des connaissances sur les mécanismes moléculaires à l'œuvre dans les fonctions biologiques des organismes vivants. La biologie synthétique continue à chercher des réponses au problème du commencement de la vie, à savoir comment la manifestation physicochimique des traits caractéristiques des organismes vivants simples aurait pu être possible initialement.

¹² Élisabeth Pennisi rapporte, dans la section *News* de la revue *Science* le 21 mai 2010, que plusieurs demandes de brevets ont été déposées couvrant l'ensemble des procédés utilisés pour produire JCVI-Syn1.0 et sont assignés à la compagnie Synthetic Genomics, appartenant à Venter, laquelle a fourni la plus grande part du financement.

¹³ Le texte original en anglais : «*As synthetic genomic applications expand, we anticipate that this work will continue to raise philosophical issues that have broad societal and ethical implications. We encourage the continued discourse.*»

¹⁴ Affaire rapportée par Jocelyn Kayser, 2007, Synthetic Biology. Attempt to Patent Artificial Organism Draws a Protest, *Science*, vol. 316, p.1557

¹⁵ Nous tenons à préciser qu'il ne nous est quand même pas possible de déterminer si les questionnements philosophiques du scientifique sont suscités en premier lieu par une disposition favorable à la philosophie ou par la perspective de commercialisation.

¹⁶ Albert, Bruce, 2011, A Grand Challenge in Biology, *Science*, Vol. 333 no. 6047, p. 1200

¹⁷ Propos rapportés par Olivier Dessibourg dans son papier intitulé *Et l'homme créa la vie (artificielle)*, paru dans *Le Soir*, samedi, 22 mai 2010, 1E p. 2

¹⁸ La Commission d'éthique sur le génie génétique dans le domaine non-humain (CENH) a consulté ses membres pour connaître leurs positions quant aux conceptions de la vie et publié un rapport à ce sujet en 2010.

¹⁹ Certains biologistes synthétiques ne s'intéressent spécialement à l'A.D.N. mais aux conditions physicochimiques qui permettent aux molécules organiques de s'assembler en systèmes biologiques, souvent dans le but de comprendre comment la vie a pu commencer et se maintenir. D'autres s'intéressent à l'acide ribonucléique (A.R.N.) dont certaines hypothèses soutiennent qu'il aurait eu une fonction similaire à l'A.D.N. dans des organismes primitifs disparus. Différentes postures épistémologiques de la biologie synthétique ont été recensées [O'Malley, 2006].

²⁰ Symbiotica (www.symbiotica.uwa.edu.au) est un laboratoire en bioart très innovateur qui fait entrer le public dans l'expérience directe de la manipulation du vivant via l'art.

²¹ Bien que les progrès scientifiques ont raffiné la définition du vivant, la conception d'Aristote continue d'alimenter la réflexion. L'interprétation par Pierre-Marie Morel [Morel, 2007] de la conception des vivants d'Aristote nous indique qu'elle n'est ni moniste ni dualiste. Selon Aristote les êtres vivants sont ceux qui sont capables de produire des changements par eux-mêmes. Aristote relevait leurs principales caractéristiques, à savoir la capacité de sentir, de se mouvoir, se reproduire, la complexité de leur unité organique et l'automotricité. Il est frappant que ces caractéristiques soient encore valables au regard de la

définition du vivant proposée par la biologie moderne. La conception aristotélicienne se distingue toutefois en ce que l'«âme» du vivant en est le moteur constitutif et le déterminant spécifique, si bien que même si la distinction est établie conceptuellement entre matière et «âme», ils ne sont pas séparés dans leur manifestation. L'interprétation matérialiste de la biologie synthétique remet certainement en question la validité de cette conception. L'A.D.N. détermine le vivant en son espèce et son individualité. Toutefois, la molécule d'A.D.N. ne semble pas directement compatible avec l'idée de motricité ou élan vital, concept qu'il n'est peut-être pas possible d'appréhender scientifiquement.

²² L'histoire de la biologie synthétique (à lire dans Campos, 2010, listé dans les notes bibliographiques additionnelles) nous apprend que les succès de cette discipline ont souvent servi d'argument pour délaier les conceptions vitalistes. En 1912, la synthèse de l'urée en laboratoire remettait en question cette conception vitaliste selon laquelle les composants biologiques ne peuvent être produits que par les organismes vivants. Les chimistes avaient pourtant seulement réussi à synthétiser une molécule biologique, un déchet métabolique pour être plus précis. Leur percée aurait pourtant pu stimuler l'actualisation des conceptions vitalistes, mais les scientifiques ont affirmé avec force qu'elle était invalidée par leur seul exploit. Aujourd'hui, considérant la synthèse du génome entier, ne pourrait-on pas demander si en manipulant tous les composants cellulaires, on manipule pour autant la vie du vivant? Une réponse vitaliste audacieuse serait : «Non, car la manifestation de la vie est au-delà des composantes». La conséquence de la possibilité de fabrication en laboratoire, pour le vitalisme, serait que la vie du vivant artificiel deviendrait dépendante en sa possibilité de manifestation des modifications imposées à la matière. Pour admettre cette réponse, on ne peut s'épargner la tâche de réviser entièrement l'articulation de l'interprétation philosophique quant à l'interaction entre matière et vie.

²³ Notre responsabilité eu égard à la vie de ces organismes vivants n'interpellent pas notre réflexion éthique au-delà de la prise en compte des conséquences de leur manipulation pour notre propre survie. Pour ce qui est d'organismes complexes, les animaux et les plantes, il semble que la proximité de rencontre avec le vivant détermine également de degré de responsabilité que nous nous attribuons à leur égard. Cette gradation de la proximité morale est congruente avec le statut particulier que nous accordons aux animaux familiers qui partagent notre quotidien. Avec les humains, vivants eux aussi, la rencontre est d'une richesse telle que parfois l'on ne parle pas seulement de responsabilité envers les humains mais aussi de communauté morale.

²⁴ L'essence est d'ordre eidétique et non physique, matériel. Il est possible d'avoir une idée d'un objet physique particulier, parce que je peux généraliser son appartenance à une catégorie d'objets semblables. La rencontre des individus semblables et la reconnaissance de leurs traits essentiels me permet de déterminer leur appartenance à cette catégorie. De la constance des rencontres, j'établis la définition qui exprime et délimite l'essence des individus de la catégorie. Cette essence est d'ordre eidétique (les idées) et ne relève pas de la présence physique de l'objet.

²⁵ La notion d'information génétique porte à croire le contraire, mais information concerne le particulier et essence concerne l'idée générale de ce qu'est un phénomène, dont les objets physiques.