

Christoph Hueck
Publié dans la revue *Die Drei* - 7/2016

Traduction : Daniel Kmiecik
Source : Les traductions de Daniel Kmiecik ? www.triarticulation.fr/AtelierTrad

Note de la rédaction : Les numéros de page des ouvrages de Rudolf Steiner mentionnés dans les notes de bas de page, concernent l'édition allemande de son oeuvre, et non pas les éditions en langue française.

[Transformer, *ndt*] La paille de laboratoire en autel?

Nouvelles possibilités et questions au sujet du génie génétique

Une procédure technique nouvelle d'ingénierie génétique, appelée *CRISPR-Cas*, permet la modification simple et ciblée de gènes dans n'importe quel organisme — et elle est déjà mondialement utilisée pour «l'optimisation» d'êtres vivants. L'ingénierie génétique conduit souvent à des aspirations aux gains et suit alors un cheminement qui est exactement l'opposé de celui décrit par Steiner pour la connaissance de la réalité. Est-ce qu'à l'appui de ce dernier, une ingénierie génétique morale se laisserait penser ? L'auteur discute cette question à l'exemple de ce qu'on appelle le «riz doré», une variété de riz génétiquement modifiée, dont le développement repose sur des motifs désintéressés.

La biologie moléculaire a découvert un nouvel instrument et la communauté internationale des chercheurs en est saisie d'un enthousiasme limpide^[1]. Il y a trois ans, un groupe de recherche américain et allemand a développé un nouveau procédé, par lequel des organismes peuvent être modifiés génétiquement d'une manière très simple. Peu importe qu'il s'agisse de

bactéries, de levures, de plantes de toutes sortes, drosophiles, moustiques, abeilles, chèvres, veaux, vaches cochons, ou cellules humaines [donc ici, les cellules de Perrette..., *ndt*] : la nouvelle méthode fonctionne partout, de manière précise et efficace — et elle est déjà utilisée dans les organismes les plus variés.

À la différence des procédés d'ingénierie génétique traditionnels, lors desquels un gène étranger selon un procédé coûteux et non précisément contrôlable, est introduit clandestinement dans le génome d'un organisme hôte, la nouvelle méthode vise, en premier lieu, à modifier le gène propre de l'organisme en question. Le procédé n'est pas considéré, par conséquent, comme une manipulation génétique, mais au contraire comme une édition génétique (*gene editing*). De fait, le « texte » génétique visé est modifié à des endroits précis. Chez les organisme supérieurs, qui possèdent deux (ou plus) copies de chaque gène, il faut souvent un mois, pour modifier toutes les copies d'un gène. Avec le nouveau procédé ceci peut être atteint en une seule expérimentation, laquelle ne requiert que quelques jours.

Il s'agit de l'emploi d'une protéine enzymatique, découverte dans des bactéries, qui peut « découper » l'ADN du matériel héréditaire à des endroits précis. Un tel brin d'ADN ainsi incisé pourrait s'avérer mortel pour la cellule concernée et c'est la raison pour laquelle il est de nouveau remis en place par des fonctions de protection propre à celle-ci. Lors de cette réparation, quelques pierres de constructions du code génétique — ici ce sont des bases — sont perdues, ce par quoi la séquence originelle de l'ADN se modifie. Étant donné que c'est cet enchaînement spécifique des bases qui importe dans un gène, l'insertion et la délétion [respectivement l'ajout et la suppression totale d'une base, *ndt*] d'une seule base rend l'expression de ce gène impossible. Jusque-là, tout ceci ne serait pas particulièrement excitant, des enzymes qui découpent l'ADN sont bien connues et utilisées depuis les années 1970 et sont même devenues les molécules sur lesquelles reposent tout le séquençage des génomes, par exemple. L'aspect «révolutionnaire» du procédé portant le nom «CRISP-Cas9», c'est le fait que l'enzyme qui coupe l'ADN est livrée avec ce qu'on appelle une «séquence guide» (en fait une séquence d'ARN), laquelle peut se diriger et aller reconnaître l'endroit souhaité du génome de la cellule à modifier. Il faut simplement pour cela que la séquence guide corresponde à celle du gène à modifier.^[2]

Le savoir détaillé qui s'est accumulé ces 30 à 40 dernières années sur les structures et fonctions des gènes dans les organismes les plus variés, délivre à présent les fondements pour de telles interventions «chirurgiques». Des organismes qui ont été engendrés sur la base d'un tel procédé, par exemple, porcs, moutons, chèvres et veaux, ont une croissance musculaire renforcée. Lors du doublement de musculature de ces animaux, un gène est détruit qui, à l'état normal, limite la croissance musculaire. Les chèvres ainsi «manipulées» exhibent, il est vrai, des problèmes de santé, elles sont plus sensibles aux affections, meurent prématurément et chez les porcs, les porcelets surdimensionnés sont la cause de mises-bas difficiles^[3]. Aux USA, des vaches sont été engendrées sans cornes, simplement en introduisant une séquence d'ADN extraite d'un bovin *Angus* qui naturellement n'a pas de cornes^[4]. La nouvelle technologie est tout particulièrement encouragée en Chine et mise en œuvre de manière multiple, par exemple, pour la fabrication de chèvres cachemires avec plus de masse musculaire et des poils plus longs^[5]. La fabrication de variétés de blé et de riz résistantes, ainsi que d'oranges enrichies en vitamines, se trouvent sur la prochaine liste des organismes^[6] aux

gènes édités, et aussi des abeilles résistantes aux maladies, ainsi que de nombreux autres organismes sont actuellement élaborés^[7]. Un autre exemple sont ce qu'on appelle les micro-porcs, qui ont été produits au centre de haute technologie de recherche génétique chinois de Shenzhen (BGI). Chez ces animaux, l'une des deux copies du gène codant pour l'hormone de croissance a été détruite. Ces animaux sont censés être mis sur le marché des animaux domestiques^[8]. De même les éleveurs de poissons *Koi* sont aussi de la partie de l'édition génétique. Des procédés d'édition de gènes ont été introduits aussi dans la recherche clinique. Au moyen de changements dans les cellules immunitaires de l'être humain une grave leucémie d'un bébé put être guérie pour la première fois et aussi quelques patients HIV purent être traités avec succès^[9]. Un autre domaine potentiel d'applications est la xéno-transplantation. Déjà dans les années 1990, on discutait sur l'éventualité de transplanter des organes du porc (par exemple, le cœur), à cause de leur physiologie analogue à l'organe correspondant chez l'être humain. À l'époque, le projet fut abandonné définitivement, avant tout pour la raison que des virus, qui existent chez le porc, après une transplantation chez l'être humain pourraient être activés par la transplantation. Au moyen de la technique *CRISPR-Cas*, il devient possible à présent d'inactiver spécifiquement de manière ciblée les virus existants chez le porc. En outre, des gènes sont inactivés qui conduisent à des réactions de rejet chez l'être humain. Des firmes américaines ont déjà commencé d'investir de grandes installations d'élevages pour des porcs «donneurs» d'organes. La possibilité de principe d'une utilisation chez les embryons humains a également été démontrée^[10]. Bref, il ne semble pas y avoir de limites à la nouvelle technique de manipulation.

La manière dont les autorités se comporteront dans les divers pays sur l'autorisation des organismes aux gènes édités, pour leur libre utilisation, création, utilisation et leur circulation, est encore ouverte et fait l'objet de discussions internationales intenses pour la raison, entre autres, que ce nouveau procédé crée des modifications de gènes ne se laissent pas distinguer des mutations qui surgissent à l'état naturel.

Au sujet de l'évaluation éthique de la technique génique

Sur l'évaluation éthique des interventions de manipulations de gènes, dans les structures vivantes des organismes inférieurs, plantes, animaux et êtres humains, on peut être d'attitudes d'esprit très variées. D'une part, il est facile de s'échauffer sur l'avidité de profit des firmes d'ingénierie génétique, d'autre part, on doit s'interroger pour savoir si on priverait ses propres enfants d'une guérison d'une grave maladie par un tel procédé thérapeutique, donc au moyen des méthodes de l'ingénierie génétique. L'intention éthique et morale avec laquelle ce procédé est utilisé n'importe-t-elle pas de manière décisive (voir ma contribution dans **Die Dreif 7/2003**) ? Dans les contextes anthroposophiques, avant tout dans l'agriculture biologique-biodynamique, l'ingénierie génétique passe largement pour l'œuvre du diable. Cela étant, Rudolf Steiner avait pourtant exposé de manière réitérée, qu'à l'avenir, il serait possible d'engendrer « des formations végétales et supérieures au laboratoire », à partir d'une perspective de science spirituelle.^[11] Pourtant si cette possibilité intervenait avant que les êtres humains eussent acquis la maturité morale nécessaire pour cela, «ce serait, pour celui qui se tient sur le terrain véridique de la science occulte, ce qu'on appelle de la magie noire». Ce

n'est qu'après [avoir acquis cette maturité, ^{ndt}] selon Steiner,

Les êtres humains engendreront, sur les pailles d'expériences, des êtres vivants, [...] si la paille de laboratoire est devenu un autel et l'opération chimique un acte sacramentel [...] Car dans l'être vivant, lorsqu'il est constitué, quelque chose afflue de ce qui est déjà présent chez l'être humain. Si celui-ci était une crapule, alors sa crapulerie passerait chez l'être vivant qui serait donc une copie de crapulerie. Ce n'est que si l'on comprend ce que signifie cela, à savoir que l'être humain, de toute son entité, agit avec toute son intériorité dans ce qu'il engendre, alors seulement le monde sera mûr pour engendrer le vivant, le végétal, l'animal et l'humain selon une libre activité.»^[12]

On doit dire que cette « crapulerie » saute aux yeux d'une manière grossière chez les animaux qui sont doublement musclés. Mais une ingénierie génétique justifiée moralement ne serait-elle pas là aussi pensable ? Et surtout sur quelles voies pourrait-elle être atteinte ?

Quatre degrés pour la connaissance de la réalité

Dans les conférences de 1911^[13], Rudolf Steiner décrit un chemin en quatre degrés vers une expérience cognitive éprouvée, sur lequel on pût « approcher de la réalité »^[14]. Ce chemin conduit à partir de «l'étonnement», par la «vénération» et le «se sentir en harmonie pleine de sagesse avec les lois du monde» jusqu'à «la soumission à la volonté du cours universel». Pour comprendre tout phénomène du monde, il ne suffit pas de l'observer et ensuite de réfléchir profondément dessus. Bien plus, le premier pas de la recherche devrait être porté d'abord par «l'étonnement sur les faits des mondes» : «un penser qui se met en mouvement sans être dans l'état d'étonnement, reste embourbé au fond, pourtant dans un simple jeu d'idées.»^[15] Cela ne suffit pas encore. Car si l'être humain, «au moyen d'un certain orgueil, en arrive très vite à se réjouir de sa pénétration d'esprit et ne développe que de la sagacité, alors l'étonnement initial ne l'aide pas non plus en rien.»^[16] Ensuite devrait entrer un état d'âme «que nous pouvons au mieux caractériser avec la vénération pour ce qui approche du penser.»^[17] Rudolf Steiner explicita qu'un scientifique moderne qui expérimente trouverait cela singulier que l'on exigeât de lui de la vénération pour les réactions manipulées par lui, or le simple penser se tient toujours en danger de perdre le contact avec la réalité. Si l'on voulait ensuite — après l'étonnement et la vénération, — avec le simple penser ordinaire de nouveau «aller de l'avant», alors on aboutirait «de nouveau à une absence d'être»^[18]. Un troisième degré doit suivre, que l'on pourrait caractériser comme le fait de «se sentir en harmonie remplie de sagesse avec les lois du monde». Ceci n'est en vérité pas simple, car «on n'appréhende surtout aucune autre disposition de sagesse, lorsque, sous un certain rapport, on a déjà compris la perte de valeur du penser simple»^[19]. On devrait donc s'efforcer «à partir de soi-même vers le monde extérieur»^[20], car le penser pourrait être, en soi, certes, foncièrement et correctement et pourtant ne rien établir quant à déterminer si une chose est réelle ou pas. On devrait tout d'abord se développer intérieurement pour mûrir afin de recevoir en soi des vérités dans leur signification profonde. «Un jugement correct ne peut donc en résulter que si nous avons atteint un certain état de maturité, et que nous avons attendu jusqu'à ce que ce

jugement «s'élançe» vers nous. Ce n'est pas lorsque nous nous donnons simplement la peine de découvrir ce jugement, mais plutôt si nous nous donnons la peine de laisser le jugement lui-même s'approcher de nous, car le jugement a quelque chose à faire alors avec la réalité.»^[21] Cela doit avoir été la méthode scientifique de Goethe : «Il est intéressant que l'on ne comprendra jamais l'art et la manière dont Goethe, par exemple, a activé sa science de la nature, si l'on ne dispose pas de ce concept de sagesse selon lequel les choses doivent elles-mêmes juger.»^[22] Le penser n'est pas censé juger sur les faits, en effet, mais il doit être seulement «l'instrument pour une expression des choses»^[23]. Et finalement un quatrième état d'âme, le plus élevé, devrait être atteint encore, «si l'on veut parvenir à la vérité»^[24], qui pût être caractérisé par le terme de «dévouement». «Le dévouement de soi est justement cette disposition d'âme, qui ne veut pas explorer la vérité d'elle-même, mais qui attend au contraire toute vérité de la révélation affluant des choses et qui peut attendre jusqu'à ce cette disposition d'âme soit mûre pour recevoir telle ou telle révélation.»^[25]

Quatre degrés pour la mise sur le marché

D'une manière intéressante, on peut décrire le chemin de la recherche en biologie moléculaire, jusqu'à la mise à profit de l'ingénierie génétique, pareillement selon quatre degrés en vérité complémentaires. De nombreux biologistes partent tout d'abord foncièrement d'une considération étonnée des phénomènes biologiques. Quels étudiants en biologie, effectivement, n'a pas été un jour submergé d'étonnement, eu égard à la multiplicité merveilleuse des phénomènes dans leurs ordonnancements de complexités extrêmes et pourtant remplis de sagesse, que ce soit dans la forêt tropicale, ou dans la cellule d'un épiderme d'oignon ! — Pourtant à la place du second degré du cheminement de Rudolf Steiner, ce n'est pas souvent la vénération profondément ressentie devant les phénomènes, mais plutôt une fascination sur le fait que toute cette complexité se laisse pourtant ramener aux principes simplistes de l'hérédité et de la sélection, aux processus de la biologie moléculaire entre les gènes et les protéines. Le penser banal, qui abstrait à partir de la réalité concrète, affirme en effet que les phénomènes biologiques sont devenus compréhensibles par la biologie moderne et en particulier au moyen de la découverte de la structure en double hélice de l'ADN [laquelle a été réalisée alors que Watson et Crick s'étaient soûlés au whisky, il va de soi que celui qui connaît cette circonstance particulière doit exercer une terrible méfiance sur les conclusions scientifiques qu'elle a données et qui n'ont jamais été cependant remises en question, car elles semblent bien «fonctionner» !^{ndt}]. Au troisième degré s'ensuit souvent à la compréhension (présumée) de l'être vivant, l'intervention dans son ordonnance de vie, et donc dans l'histoire de la biologie moléculaire s'ensuit aussi, dans les années 1970, la faisabilité de l'ingénierie génétique. Par l'ensemble de la conformité reconnue aux lois biologiques, il fut possible et effectivement d'une manière ciblée, d'intervenir d'une manière prédictible et reproductible et d'amener des bactéries à produire de l'insuline humaine ou à modifier des plants de maïs de telle sorte que — plutôt que de devoir pulvériser dans les champs un insecticide biologique, ils produisent désormais eux-mêmes cet insecticide, pour ne mentionner que deux exemples connus. À la faisabilité succède avec cela, et cela correspond au quatrième degré du cheminement de Steiner, à présent, non pas «le dévouement de soi au cours du monde», mais bien au contraire, la poursuite du profit.

Les investisseurs à risque recherchent aujourd'hui les biologistes de la recherche génétique et projettent avec eux les firmes d'ingénierie génétique [*start-up, ndt*] devenues des géantes de la bourse. Ainsi l'ingénierie génétique révèle avec cela dans son déroulement historique une contre-ingéniosité au cheminement décrit par Steiner. Abnégation de soi croissante d'un côté, égoïsme croissant de l'autre, par lequel les phénomènes du monde (les organismes vivants) sont mis au service de la poursuite du gain.

1	2	3	4
	Vénération devant les phénomènes du monde	Se sentir en harmonie avec les lois du monde	Don de soi au cours du monde
Étonnement			
	Fascination par la « compréhensibilité » des phénomènes	Faisabilité de l'ingénierie génétique	Poursuite du profit par la mise sur le marché

Un cheminement non égoïste dans l'ingénierie génétique est-il pensable ? Celui qui a une expérience du laboratoire, sait que tout un chacun ne parvient pas toujours à travailler avec des méthodes génétiques. Cela requiert déjà un certain discernement d'adaptation dans les conformités aux lois du vivant, lorsqu'on veut modifier un gène dans des organismes avec succès. Décisives m'apparaissent la motivation éthique-morale et la prise en compte des contextes lors de l'application de l'ingénierie génétique. [Je pense aussi que la plupart des chercheurs n'ont aucune formation dans ces domaines éthiques et n'ont pas d'emblée une recherche spirituelle personnelle en général, car ils sont de culture et de formation nettement matérialistes et amoraux. *ndt*]

« Riz doré »

Un exemple d'un développement d'ingénierie génétique non-égoïste, c'est ce qu'on appelle le «riz doré», une variété qui au moyen de l'introduction d'un gène du maïs est modifiée de sorte que ses semences produisent une teneur élevée en β -carotène (provitamine A)^[26]. Dans le sud de l'Asie et dans de grandes parties de l'Afrique, il y a un déficit en vitamine A qui mène aux troubles du développement des enfants avec de graves répercussions^[27]. Le «riz doré» pourrait ici apporter, sinon une aide complète, vraisemblablement une nette amélioration. Il s'agit d'un projet de développement contesté, lors duquel le découvreur, le biologiste de Fribourg, Peter Beyer, et celui de Zurich, Ingo Potrykus, ainsi que les firmes participantes, ont tous renoncé aux droits d'exploitation de licence, afin de mettre la semence de cette variété à la libre disposition des paysans pauvres. Aucun monopole de consortium n'y prend donc part et le caractère vitamine A, peut être croisé avec des variétés locales, de sorte qu'il n'y a aucun

danger d'instauration d'un monopole sur la semence. Mais le projet est bloqué ou retardé par des dispositions légales et au moyen d'une résistance des opposants à l'ingénierie génétique [parce qu'il n'y a pas non plus d'études d'impact à long terme sur le terrain, *ndt*], en particulier *Greenpeace*. Une application, rien qu'en Inde déjà, épargnerait des centaines de milliers de vies. Beyer dit à cela : «Les dispositifs de sécurité sont aussi élevés, comme sinon tout autre procédé d'ingénierie génétique. En outre, il n'existe aucune garantie de sécurité pour aucune source alimentaire. Lorsque l'enfant devient aveugle ou meurt les parents veulent aider. Qu'est-ce qui chagrine ces spéculations européennes sur des risques fictifs, pour lesquels il n'existe aucune preuve, d'ailleurs eu égard aux risques effectifs sur le lieu même ? ^[28] » Dans quelques pays il y a véritablement des efforts couronnés de succès pour lutter contre le déficit en vitamine A, au moyen de la distribution de préparats de vitamine ou d'enrichissement de produits alimentaires comme la farine et l'huile. ^[29] La culture de légumes propres serait assurément l'alternative la plus saine et complète, mais dans la réalité de la vie concrète des personnes concernées, cela n'est pas réalisable.

Cela ne signifie-t-il pas, dans un certain sens, avoir de «la vénération devant les phénomènes du monde», lorsqu'on se laisse ainsi motiver, comme les développeurs du «riz doré», par la souffrance des personnes concernées ? Et ne pourrait-on pas voir, dans ce travail de développement du projet de plusieurs décennies avec le consentement sans cesse renouvelé, aux exigences et obligations d'un «se transposer-en-harmonie» avec la réalité ? Et Rudolf Steiner ne pensait-il pas avec le «dévouement de soi dans le cours du monde» à quelque chose d'encore plus élevé qu'une telle mise-à-disposition désintéressée des fruits de son propre travail ? Pour Steiner, la description de la succession des degrés d'un tel cheminement cognitif ne comporte aucune indication d'action. Et pourtant un cheminement vers une intuition morale pourrait avec cela aussi être décrit. Car une action — et c'est de cela qu'il s'agit avec l'ingénierie génétique — devient, selon une formulation de Steiner dans *La philosophie de la liberté* ensuite «bonne», «si mon intuition, baignant d'une manière correcte dans l'amour, se trouve au beau milieu du contexte du monde dont elle fait l'expérience ; «mauvaise», lorsque ce n'est pas le cas» ^[30]. En quoi, avec cet élément intuitif dont il faut faire l'expérience dans le contexte du monde pour le cas du «riz doré», s'y trouve-t-on d'une manière correcte «dedans, lorsqu'on voit lucidement comment beaucoup de souffrances sont causées par le manque de vitamine A ; ou bien, lorsqu'on pose sur l'autre plateau de la balance des craintes théoriques et de réflexions de principes face aux végétaux génétiquement modifiés ? Peut-être qu'il serait plus facile de découvrir la règle de conduite d'une décision morale, si l'on s'interrogeait simplement : comment déciderais-je moi-même si toute l'affaire dépendait de moi et si je pouvais ou devais me dire le matin : «riz doré» oui ou non ? On pourrait comprendre le *dictum* de Rudolf Steiner, de sorte que l'on se plaçât soi-même au centre de ce contexte du monde en étant conscient de sa responsabilité. Si l'on est vraiment «au beau milieu» de ce monde, la chose apparaît alors vraiment toute autre. Comment mainte résolution tomberait-elle, si, au lieu seulement de la prendre sur ses bases théoriques, on la prenait au contraire en l'éprouvant soi-même en étant directement responsable ?

Je ne souhaiterais pas ici affirmer, que la fabrication de «riz doré» fût absolument impensable au plan écologique (ni en vérité le contraire), ni que la modification génétique fût de nature quelconque à influencer les forces de vie de la plante, son organisation éthérique. Bien entendu, je n'argumente pas contre des méthodes alternatives pour lutter contre le déficit en

vitamines dans les pays pauvres. Et finalement, il vaut de mentionner dans la totalité de ce contexte que la sélection conventionnelle — certes non pas dans le cas du riz doré, mais pour d'autres plantes — vise entre temps à de tels succès de sorte que les firmes d'ingénierie génétique mettent dans de nombreux cas au banc d'essai leurs développements de plantes de profit. Il n'en est pas moins vrai que la nouvelle procédure *CRISPR*-Cas provoquera une révolution mondiale dans l'agriculture, la pharmacie et la médecine^[1].

Die Drei, 7/2016.

(Traduction Daniel Kmiecik)

Professeur Docteur Christoph Hueck est biologiste, études de biologie et de chimie [biochimie donc, *ndt*], thèse en génétique bactérienne, recherches en Allemagne et aux USA ; [mais aussi, *ndt*] pédagogue Waldorf, chargé de cours pour l'anthroposophie et la pédagogie Waldorf, ainsi que co-fondateur de l'Académie AKANTHOS pour la recherche et de développement anthroposophiques à Stuttgart. Parmi ses publications, entre autres : *L'évolution dans le double courant du temps — L'élargissement de la doctrine de l'évolution dans les sciences de la nature au moyen de la contemplation intuitive du connaître*, Dornach 2012. Voir aussi www.anthroposophie-alsgeisteswissenschaft.de

Notes

Note de la rédaction : Pour rappel, les numéros de page des ouvrages de Rudolf Steiner mentionnés dans les notes de bas de page, concernent l'édition allemande de son oeuvre, et non pas les éditions en langue française.

[1] Pour d'autres informations, voir, par exemple, www.spektrum.de/news/gentechnik-mit-ohne-gene/1406368 ou la documentation actuelle sous www.3sat.de/mediathek/?mode=suche&query=CRISPR

[2] De fait on introduit un ADN-porteur dans la cellule à modifier, sur lequel l'enzyme Cas9 et l'ARN-guide sont codés. Après la transformation génétique, l'ADN-porteur est enlevé, de sorte qu'au contraire des autres procédés d'ingénierie, ici il n'y a plus de reste d'ADN étranger dans la cellule.

[3] www.nature.com/news/super-muscly-pigs-created-by-small-genetic-tweak-1.17874. [Il va falloir penser ajouter dans la continuation du bâtiment d'élevage de porc un hôpital de chirurgie

obstétrique permettant d'assurer les césariennes des truies dans de bonnes conditions..., ce sera difficile de maintenir le prix du porc !ndt]

[4] www.geneticsandsociety.org/article.php?id=9062

[5] www.nature.com/news/china-s-bold-push-into-génétically-customized-animals-1.18826

[6] Nature 2015, Vol.522, pp.20-24.

[7] Nature 2016, vol.531, pp.156-163.

[8] Nature 2015, vol.526, p.18.

[9] www.nature.com/news/leukaemia-succes-heraldswave-of-gene-editing-therapies-1.18737

[10] www.nature.com/news/embryo-editing-sparks-epic-debate-1, 17421

[11] Voir, par exemple, la conférence du 9 décembre 1909 dans Rudolf Steiner : *Métamorphoses de la vie de l'âme* (GA58), Dornach 1984, pp.299 et suiv. ; conférence du 27 juin 1904 dans du même auteur : *L'apocalypse de Jean* (GA104), Dornach 1979, pp.191 et suiv. ; conférence du 13 avril 1910 dans du même auteur : *L'événement de l'apparition du Christ dans le monde éthérique*, (GA118), Dornach 1984, pp.217 et suiv. ; conférence du 13 mars 1917 dans du même auteur : *Pierre d'édification pour une connaissance du Mystère du Golgotha* (GA175), Dornach 1982, pp.114 et suiv.

[12] Conférence du 27 juin 1908 dans du même auteur : *L'apocalypse de Jean* (GA104), Dornach 1979, pp.199 et suiv.

[13] Conférences du 27 et 28 décembre 1911 dans du même auteur : *Le monde des sens et le monde de l'esprit* (GA134), Dornach 1990, pp.9 et suiv. & pp.28 et suiv.

[14] À l'endroit cité précédemment.

[15] À l'endroit cité précédemment, p.21.

[16] *Ebenda*.

[17] À l'endroit cité précédemment, p.22.

[18] À l'endroit cité précédemment, p.23.

[19] *Ebenda*.

[20] À l'endroit cité précédemment, p.24.

[21] À l'endroit cité précédemment, p.26.

[22] Ebenda.

[23] À l'endroit cité précédemment, p.27.

[24] Ebenda.

[25] À l'endroit cité précédemment, p.34.

[26] Pour une présentation détaillée des arrières-plans et problématiques du riz doré voir : de.wikipedia.org/wiki/Goldener_Reis#cite_note-:0-3

[27] Selon les estimations 190 millions d'enfants et 19 millions de femmes enceintes souffrent mondialement d'un déficit en vitamine A. 500 mille à 2 millions d'enfants en meurent chaque année, 250 à 500 mille deviennent aveugles www.goldenrice.org

[28] www.spiegel.de/wissenschaft/nature/bio-gentechnik-gilt-forscher-als-beste-loesung-a-840235.html

[29] Amy King/Mario Rautner/ Glen Tyler : *Golden rice's lack of lustre — addressing vitamin A deficiency without genetic engineering* Greenpeace International, 2010.

[30] Rudolf Steiner : *La philosophie de la liberté* ([GA4](#)), Dornach 1995, p.162.

Note de la rédaction

NDLR : Le sens de ce dernier paragraphe commençant par « Je ne souhaiterais pas ici affirmer (...) » m'échappe personnellement quelque peu. Peut-être que des lecteurs pourront m'éclairer. Je les invite, le cas échéant, à me communiquer ce qu'ils en ont compris. Le contenu de ce dernier paragraphe ne devrait en tous les cas pas éclipser la très pertinente question, à mon sens centrale, mentionnée juste avant : « Comment mainte résolution tomberait-elle, si, au lieu seulement de la prendre sur ses bases théoriques, on la prenait au contraire en l'éprouvant soi-même en étant directement responsable ? ». (C'est moi qui souligne). S.L.