

## UNIVERSITE DES LYCEENS

---

# LES NANOSCIENCES, L'ETHIQUE ET LE VIVANT... COMMENT PILOTER LA COURSE AU VIVANT ?

SEANCE DU 8 FEVRIER 2016

*Le « questions-réponses » de **Vincent GREGOIRE-DELORY**, géophysicien et philosophe (ESES, TWB) suite à l'intervention de **Jean-Pierre LAUNAY**, enseignant-chercheur émérite au Cemes*

Durant sa conférence, **Jean-Pierre Launay** explique dans un premier temps aux lycéens comment ses thèmes de recherche mettent en jeu l'étude de la matière et la fabrication de nouveaux objets à l'échelle nanométrique : nanomachines, nanocomposants, etc.

Les élèves sont ensuite initiés à l'éthique des sciences et des techniques par **Vincent Grégoire-Delory** ; ce dernier rappelant que les doutes et les critiques ne viennent pas uniquement des autorités extérieures à la communauté des chercheurs. Eux-mêmes s'interrogent et réfléchissent. Un dernier éclairage fondamental sur lequel se propose de revenir ce « **questions-réponses** » issu de cette dernière intervention et de la discussion entre nos deux intervenants et l'assemblée des lycéens.

### LYCEE RIVE GAUCHE-TOULOUSE

Cette séance de l'Université des Lycéens était organisée par la Mission Agrobiosciences au Lycée Rive Gauche (Toulouse), pour des élèves de Terminales S et L.

LANGUEDOC  
ROUSSILLON  
**LA RÉGION** MIDI  
PYRÉNÉES

## — L'UNIVERSITE DES LYCEENS

Action pilote initiée en Midi-Pyrénées en 2003, par la Mission Agrobiosciences (MAA), en réponse à la désaffection croissante des jeunes pour les filières scientifiques, l'Université des Lycéens vise à redonner du sens aux savoirs scientifiques en montrant aux lycéens les réalités de la science et des technologies d'aujourd'hui : leurs enjeux, leurs perspectives, leurs applications concrètes, les métiers qu'elles génèrent. Sur des sujets qui interrogent la société, l'Université des Lycéens organise des conférences-débats à destination des lycéens et de leurs enseignants dans un établissement de la région Midi-Pyrénées, et convie des chercheurs de haut niveau, parfois accompagnés d'un interlocuteur – industriel, philosophe, artiste, un spécialiste de l'éthique - pour éclairer sous un autre jour les propos du chercheur et montrer les passerelles entre les disciplines.

## — RAPPEL DU SUJET

Pour **Jean-Pierre Launay**, lorsqu'on sonde la matière à l'échelle nanométrique, il faut tenir compte de sa structure discrète, c'est-à-dire de l'existence de molécules et d'atomes, et de leur description par la mécanique quantique, un formalisme peu intuitif car très éloigné de notre expérience quotidienne. Ceci pose des interrogations philosophiques : peut-on « voir » les atomes ? Qu'est-ce « voir » puisqu'on utilise un instrument ? En outre, à cette échelle, certaines disciplines traditionnelles, comme la physique et la chimie s'entremêlent de manière intime. Le chercheur doit donc être capable de parler ces deux langues, voire d'en inventer une nouvelle. En tout cas, il sait réaliser des architectures tridimensionnelles d'une grande originalité, et non dénuée d'esthétique. Il montre ainsi aux élèves comment sont conçus nano-engrenages, composants électroniques et même une course de nano-voitures qui aura lieu, fin 2016, au Cemes ([http://www.cemes.fr/course\\_nanovoitures](http://www.cemes.fr/course_nanovoitures)). Un nouveau monde s'ouvre-t-il ?

**Vincent Grégoire-Delory** répondra au chercheur en rappelant aux élèves que les nano, ce n'est pas uniquement de la recherche fondamentale et de la science fiction mais que certaines fonctionnalités du vivant sont aujourd'hui synthétisables. A l'heure où une colonie bactérienne, *Mycoplasma laboratorium*, se développe à partir d'un ADN synthétisé en laboratoire et où le vivant apparaît comme une mécanique bien mieux comprise à l'échelle moléculaire, les limites entre "naturel" et "artificiel" semblent de plus en plus délicates à appréhender. L'éthique des sciences et techniques, discipline émergente, n'est pas là pour juger, pour limiter le progrès, mais cherche à développer des outils permettant de penser l'impact, les implications et la réception des sciences et techniques dans nos sociétés.

### **Jean-Pierre LAUNAY**

Ancien élève de l'Ecole normale supérieure de St Cloud, agrégé de Chimie, Docteur ès-Sciences, il est professeur émérite à l'Université Paul Sabatier (Toulouse) et ancien directeur du Cemes (Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales), unité propre du Cnrs à Toulouse. Ses travaux de recherche portent sur l'électronique moléculaire et les nanosciences. Il s'agit de mettre en œuvre des molécules spécialement conçues pour jouer le rôle de composants électroniques, ou même de d'éléments de machines de taille nanométrique. Les techniques pratiquées dans son groupe sont la chimie de synthèse, les spectroscopies et méthodes physico-chimiques de caractérisation, les microscopies à champ proche et, enfin, la modélisation moléculaire.

### **Vincent GREGOIRE-DELORY**

Maître de Conférences, il est directeur de l'Ecole Supérieure d'Ethique des Sciences (ESES) de l'Institut catholique de Toulouse (ICT) et responsable de la Plateforme éthique du consortium public-privé Toulouse White Biotechnology (TWB). Docteur en sciences de l'univers et doctorant en philosophie, sa recherche actuelle porte plus spécialement sur l'éthique des sciences et techniques, notamment des bio-nanotechnologies.

---

**INTERVENTION DE VINCENT GREGOIRE-DELORY**

*Approcher le nano-monde*

Une petite présentation rapide : quand j'étais en terminale S, je voulais faire de la philosophie. J'ai donc fait les deux ! Des sciences, je suis physicien, et de la philosophie, j'enseigne à l'université.

Nous commençons très fort la semaine en entrant directement dans le « nano-monde ». Ce n'est pas évident, ce sont des questions difficiles. Mais je trouve que ce un monde fait rêver. On pousse les atomes les uns contre les autres. Cela peut paraître étonnant, mais cela a des incidences sur notre vie. Voyez-vous un peu lesquelles ? Cela peut-il nous faire réfléchir aujourd'hui ? S'agit-il uniquement de l'exposé de ses recherches par un scientifique ou est-ce aussi quelque chose qui va nous impacter, nous les êtres humains ?

Quelque chose de tout à fait intéressant a été dit dans cet exposé, lorsqu'on a parlé du « vivant ». Savez-vous ce qu'est le vivant ? Peut-on donner une définition au vivant ?

**Alexandra.** Il n'y a pas de définition.

**Vincent Grégoire-Delory.** Mais pourtant, le vivant, c'est fait de matière ! Qu'est-ce qui différencie un corps vivant d'un bout de béton ? On peut toujours dire « le vivant, ce sont des réactions chimiques ». Eh bien, à l'échelle nanométrique, le vivant est exactement comme le non-vivant. Vous allez voir où je veux en venir. A l'échelle du milliardième de mètre, le vivant, ce sont des molécules qui s'agencent les unes avec les autres.

*Modifier le vivant...*

Ne trouvez-vous pas alors que l'on pourrait s'amuser à modifier le vivant ? Tout à l'heure, votre professeur de philosophie nous parlait d'ailleurs de la technique, de la modification du vivant. Que pourrait-on faire avec le vivant qui s'apparenterait à ce que nous venons de voir dans cette conférence ? L'ADN par exemple, que nous avons dans chacune de nos cellules, qu'a-t-il de particulier ? C'est une très grosse molécule que l'on peut modifier, que l'on peut fabriquer ! C'est désormais possible.

Je travaille dans un laboratoire où nous fabriquons de l'ADN. Imaginez-vous ce qu'on pourrait faire avec de l'ADN fabriqué ? Des hommes ! On peut déjà s'amuser à travailler sur des bactéries et à leur faire faire des choses qu'elles n'ont pas du tout envie de faire.

Nous sommes capables de modifier le vivant à tel point que nous essayons de le contrôler au maximum. Mais regardons de plus près... Sommes-nous capables de modifier de l'ADN comme nous sommes capables de modifier ces nano-objets (comme avec les courses de nano-voitures<sup>1</sup> qui laissent rêveur) ? A l'échelle de la molécule, nous sommes capables de modifier tout ou partie du vivant.

*... puis le fabriquer ?*

Maintenant, imaginez que l'on soit capable de fabriquer des chromosomes (on commence à savoir le faire avec des chromosomes artificiels pour des levures). Imaginez que nous prenions des gamètes humains (ovocytes, spermatozoïdes) et imaginez que l'on arrive à modifier voire à fabriquer l'ADN, les chromosomes de ces gamètes humains. Prenons maintenant les gamètes, modifions-les et faisons en sorte qu'il y ait une fécondation. Que se passe-t-il ? Il y aura une fécondation naturelle mais avec des chromosomes artificiels. Les chromosomes qui deviendraient donc des nano-objets. Qu'arrive-t-il dans ces conditions ? A-t-on fabriqué du vivant ? A-t-on fabriqué des êtres humains ? Est-on capable de contrôler les mécanismes vivants ? Sûrement avez-vous entendu parler, dans vos cours de philosophie comme dans vos cours de sciences, de transhumanisme. Vous l'entendez beaucoup à la télévision ou dans l'univers média. Alors, à l'échelle du nanomètre, est-on finalement en train de fabriquer des êtres humains ?

*Ethique des sciences et techniques*

Vous voyez, ce sont des questions d'éthique, de philosophie, de technique. Lorsqu'on agit, l'éthique, c'est se demander si c'est bien ou pas. Et ce sont des questions que j'aimerais vous poser. Ce qui vient d'être dit à l'instant est valable pour des nano-courses de voitures, pour du béton et pour du vivant. A cette échelle, on est en train de mélanger le vivant et le non-vivant.

---

<sup>1</sup> [http://www.cemes.fr/course\\_nanovoitures](http://www.cemes.fr/course_nanovoitures)



Alors faut-il fabriquer des êtres humains ? Faut-il qu'on ne meure plus ? Est-ce le rôle de la science ? Voici des questions qu'on commence à poser dans ce nano-monde. Est-il bien de modifier l'ADN humain ? Nous pouvons créer un débat puisque désormais, c'est possible.

### *Un être sans ancêtre*

Je terminerai en vous disant que, depuis 2010, il existe une bactérie qui vit avec un ADN entièrement artificiel. Son ADN a été fabriqué et elle s'est parfaitement développée. Elle porte un doux nom latin : *Mycoplasma Laboratorium*. C'est le premier être vivant qui n'a pas d'ancêtre, qui n'a pas d'histoire (autre que l'humain qui a fabriqué son ADN). N'hésitez pas à intervenir pour mieux comprendre les enjeux de ce que nous venons d'entendre.

**Elsa.** Je vais sûrement m'attirer les foudres de tout le monde parce que je suis en filière littéraire et que nous sommes entourés de scientifiques. Pour moi, on n'a pas encore réussi à déchiffrer assez ce qu'était l'humain lui-même, ce qu'il se passe dans notre tête. Je pense qu'on devrait déjà se concentrer sur cela, essayer de comprendre ce que l'on a devant nous avant de chercher ailleurs et de construire autre chose. On ne joue pas avec la vie !

### *Le vivant et la vie*

**Vincent Grégoire-Delory.** C'est intéressant. Connaissez-vous la différence entre la vie et le vivant ? Mesdemoiselles, un jour, quand vous aurez des enfants, imaginez que l'on vous dise « Vous avez donné le vivant ! ». Apprécieriez-vous ? Pourquoi dit-on plutôt « vous avez donné la vie » ? Est-ce uniquement du vocabulaire ?

Dans cette salle, nous sommes un ensemble d'*Homo sapiens sapiens* avec deux catégories : des mâles et des femelles. Indépendamment de ces deux catégories, nous avons tellement de choses en commun que nous pouvons nous donner nos reins, notre sang, des organes. Sur le plan de la physiologie, nous sommes compatibles. En ce sens, nous sommes un corps vivant. Mais si je parle d'Elsa, puis-je parler d'un corps vivant ? Oui, mais je parle d'elle. Je ne peux donc pas prendre un morceau de ce qu'elle est dans sa vie.

La vie, c'est dès lors que je sais que je suis un être vivant et que je me pense comme tel, avec mon caractère, avec ce que je suis. Ainsi, si je modifie le vivant, est-ce que je modifie la vie ? Si je modifie la physiologie, si je travaille sur l'ADN, est-ce que je crée un être vivant nouveau ? Est-ce que je développe une nouvelle conscience ?

### *Peut-on et doit-on contrôler le vivant ?*

**Elsa.** Quand deux personnes ont chacune deux caractères, deux esprits, deux manières de penser ou de faire les choses, leur enfant va justement récupérer des choses des deux parents et voir la vie d'une certaine façon, y réfléchir d'une certaine manière. Et il va y avoir des choses qu'il a acquises... On ne peut pas « donner » quelque chose à un être humain avec une éprouvette.

**Vincent Grégoire-Delory.** Ressemblez-vous à vos parents ? Avez-vous envie de râler contre eux parce que vous n'êtes pas comme vous voudriez être ? Imaginez que vous vouliez être autrement, allez-vous amener vos parents devant un tribunal ? Non, on ne peut pas, parce que ce que nous sommes est lié au hasard. Imaginez maintenant que l'on puisse construire le vivant. Alors mes parents pourront être « responsables » de ce que je considère comme des défauts ou des imperfections. S'ils ont voulu modifier mon ADN avant ma naissance, je pourrai les amener devant un tribunal. Qu'en pensez-vous ? A-t-on envie de pouvoir condamner nos parents parce qu'on n'est pas exactement comme on voudrait être ? Le vivant est-il quelque chose que je peux contrôler complètement ? Et le vivant doit-il être contrôlé ?

### *Sens de l'existence, tension du temps*

**Une élève.** Je ne vois pas pourquoi une espèce aurait plus le droit d'agir sur la nature que les autres...

**Vincent Grégoire-Delory.** L'espèce des humains, qu'a-t-elle de particulier ? Qu'ont les animaux que nous n'avons plus, que nous avons perdu ? Les animaux ont la notion du présent. Savez-vous ce qu'est le présent ? C'est fugace. Un jour, un animal, un mammifère supérieur a dit « je suis, moi ». Vous rendez-



vous compte à quel point c'est extraordinaire de dire « moi », « j'existe », « je suis » ? Dès lors qu'on dit « je suis », par des flexions du vocabulaire, on est capable de dire « j'étais » hier ou « je serai » demain, et « dans cent ans, je serai... mort ». Quand on est un être humain, par notre pensée, par le temps que nous manions, nous nous angoissons. Et une façon de répondre à ces angoisses est de faire de la philosophie.

Les animaux, eux, ne sont pas dans cette tension du temps. Ils ne se posent jamais la question de savoir s'il faut faire ou non quelque chose. Ils ne se posent pas la question du sens.

Nous, nous avons compris ce qu'était le temps et nous avons perdu le présent. Alors pourquoi nous, les animaux humains, contrôlerions-nous le reste des animaux ? C'est une excellente question. Qu'est-ce qui nous donne le droit de maîtriser tout ce qui nous entoure ? J'entends « non ». Pourquoi non ? Moi, j'ai envie de dire « oui », par provocation peut-être. Puisque nous savons que nous existons, que nous avons des buts dans la vie... Du coup, les animaux qui nous entourent seraient des outils.

**Hugo.** C'est la loi du plus fort : le plus fort a tous les droits.

**Vincent Grégoire-Delory.** Moi je suis plus gros que toi alors j'ai plus de droits que toi ? Est-ce cela la loi du plus fort ?

*Monde animal,  
à la fois complexe et indispensable*

**Hugo.** L'homme a surpassé tous les êtres, intellectuellement notamment. Même quand il avait des lacunes, par exemple en matière de force, il a trouvé des solutions en inventant des machines.

**Vincent Grégoire-Delory.** Hugo a dit des choses extrêmement intéressantes. Qu'ont les êtres humains comme défenses ? Nous n'avons rien. Or, il a souligné que nous inventions des machines, et même de taille nanométrique ! Alors, si nous sommes capables de nous modifier nous-mêmes, sommes-nous des machines ?

**Elsa.** Pour répondre à votre question précédente, notre différence avec la plupart des

animaux est que nous sommes décrits comme des « êtres de raison ». Nous avons une conscience. Alors, certes, nous avons réussi à nous démarquer par nos civilisations, nos cultures. Nous avons réussi à nous mettre au-dessus de la chaîne alimentaire, de tout ce qui nous entoure. Sauf, que justement, nous agissons même au détriment de notre environnement.

Mais il faut se rappeler que tout est connecté et que nous sommes des êtres vivants, comme les animaux, comme tout ce qui nous entoure et qui nous a permis d'en être là aujourd'hui. A nos yeux, un être humain est beaucoup plus grand, plus important qu'une abeille. Mais sans cette abeille, nous n'existerions peut-être pas.

**Vincent Grégoire-Delory.** Pour rebondir rapidement sur cette remarque, avez-vous déjà visité les chaînes de montage d'Airbus ? C'est impressionnant, ces avions sont quasiment autonomes, ils « savent » tout faire. Alors, notons qu'à Toulouse, on sait fabriquer des Airbus. En revanche, nous ne savons pas fabriquer des moustiques. Un moustique, c'est beaucoup plus compliqué qu'un Airbus !

*Notre place dans le vivant*

**Jean-Pierre Launay.** La grande question est effectivement de savoir ce que nous sommes par rapport au reste du vivant. Je me faisais la réflexion suivante... Une question que se sont posés certains scientifiques spécialistes du comportement animal est : à quel moment un animal a-t-il conscience de sa propre existence ? Certains animaux doivent avoir conscience qu'ils existent. Une expérience très intéressante a été menée avec des orangs-outans. Une de leurs oreilles a été peinte en bleu pendant leur sommeil, sans qu'ils s'en rendent compte. Puis, ils ont été mis devant un miroir. Eh bien, certains grands singes touchent alors cette oreille. Ils comprennent donc que l'image en face d'eux les représente et qu'il y a une relation avec leur propre existence. Cela se produit au niveau des grands singes mais il est probable que les dauphins, qui ont des embryons de langage et qui peuvent d'une certaine manière communiquer un peu avec les humains, soient dans le même cas. Nous ne sommes donc pas tout à fait uniques.

Certains animaux ne sont pas loin de nous. Simplement, dans la vie, les phénomènes



d'amplification sont considérables. Cela est bien connu dans le domaine biologique : lorsque plusieurs populations d'animaux sont en compétition pour des ressources, si l'une des catégories a un léger avantage lié à l'évolution, elle va très rapidement supplanter les autres. C'est probablement ce qui s'est produit dans notre cas. Nous nous sentons très différents des grands singes et des dauphins mais, au départ, la différence n'était pas énorme. Tout cela doit nous amener à une certaine humilité par rapport à notre propre existence et à notre propre comportement.

### *Jusqu'où modifier notre environnement ?*

Ensuite, la question de la vie est effectivement un problème fascinant. Jusqu'à quel point peut-on modifier notre environnement ? Jusqu'à présent, nous l'avons modifié mais on ne voit pas comment on aurait pu faire autrement... Modifier notre environnement, cela veut dire que nous avons appris à construire des abris, à nous chauffer, à nous déplacer, etc. Et nous arrivons aujourd'hui au moment où nous pourrions nous modifier nous-mêmes, modifier l'ADN par exemple. Cela fait peur. Il y a tout un débat sur la modification de l'ADN pour commencer à traiter certaines maladies héréditaires, génétiques. Si on peut le faire, pourquoi pas ? Cela donnera aux gens une qualité de vie qu'ils n'auraient pas autrement. Maintenant, où faut-il s'arrêter ? Que se passe-t-il si, par exemple, par l'analyse de l'ADN d'un embryon à venir, d'un spermatozoïde, on s'aperçoit que l'enfant ne sera pas très malin ou pas très musclé, puis qu'il aura les yeux marrons alors qu'on aurait préféré des yeux bleus ? Il y a alors une importante question à se poser. A quel moment fait-on une amélioration qui est évidente (corriger une maladie génétique par exemple) et à quel moment bascule-t-on dans ce que l'on appelle l'eugénisme (c'est-à-dire le choix a priori de la descendance) ? La frontière risque d'être relativement poreuse. C'est pour cette raison qu'il faudra être particulièrement attentif.

**Vincent Grégoire-Delory.** Vous avez déjà entendu parler de l'eugénisme dans vos cours d'histoire. Qu'est-ce que cela rappelle ? Le nazisme, exactement ! Qu'y a-t-il d'intéressant quand on étudie le nazisme ? Qu'est-ce qu'Hitler disait de manière très décontractée ? Il

disait qu'une race était supérieure, qu'elle devait supplanter les autres. Et si Hitler avait été en possibilité de modifier les chromosomes, l'aurait-il fait d'après vous ? La science, en modifiant le génome, est-elle en train de devenir nazie ? Il ne faut quand même pas exagérer ! C'est une question grave. Alors ? Les scientifiques ont-ils au fond d'eux un côté de pureté raciale ? Cherche-t-on à être tous les meilleurs ? Ne confond-t-on pas plusieurs choses en disant tout cela ?

*C'est l'incertitude...*

Après tout, pourquoi veut-on modifier les caractéristiques génétiques de l'être humain ? On vient de parler de maladie... L'ADN est-il un programme ? Non, il s'agit d'un code. Savez-vous quelle est la différence ? L'ADN, ce sont des lettres qui permettent d'écrire des mots. Or, une chose que peu de gens savent de nos jours, c'est que nous ne sommes pas du tout soumis à notre ADN. Le code est très différent d'une personne à une autre. Nous avons chacun notre code. Et ce dernier peut s'exprimer ou pas. Je vais être extrêmement désagréable en ce lundi matin : autrement dit, si l'on s'amuse à regarder chacun de nos codes génétiques, nous sommes tous malades, nous avons des quantités de gènes abominables. Mais il se trouve que ces gènes ne vont pas nécessairement s'exprimer ! Ainsi, l'ADN n'est pas, comme on dit en sciences, une « molécule déterministe ». Une grande partie de l'ADN s'exprime ou pas en fonction du micro-environnement dans lequel sont plongées les cellules. On appelle cela l'épigénétique. C'est extrêmement important : si on modifie le corps, cela ne veut pas du tout dire que l'on aura à la fin ce que l'on croyait. Pour le code, on peut donc changer les lettres de l'alphabet. On est même capable désormais de faire de l'ADN avec des bases azotées différentes (autres que A, T, G, C, U). On peut coder des informations avec du chlore dans l'ADN. On est donc capable de faire un certain nombre de choses qui posent de vraies questions. Mais on n'est en aucun cas capable de prédire de manière totale ce qui va advenir !

**Sylvie Berthier.** Ce qui pose question, ce sont les modifications du vivant, en dehors des laboratoires, dans le monde réel. Je voudrais donc savoir si ses chercheurs, comme Jean-Pierre Launay, qui font de la recherche fondamentale



sont encadrés par des philosophes, par des gens qui réfléchissent à l'éthique pour savoir jusqu'où ils peuvent aller ou pas. Y-a-t-il des comités d'éthique qui encadrent la recherche pour surveiller ce qui est fait ?

*...qui complexifie le pilotage de la recherche fondamentale*

**Jean-Pierre Launay.** Je pense que cela existe dans le domaine des sciences de la vie. Dans mon domaine, celui de la physique et de la chimie, je n'en ai pas rencontré. Personne n'est venu dire « il ne faudrait pas travailler sur ceci ou sur cela ». Ce que l'on rencontre dans la physique-chimie, les mathématiques et la biologie la plus fondamentale, ce sont des essais de pilotage, des incitations. Nos recherches, financées par le secteur public, sont « orientées » vers des activités ayant potentiellement capacité à développer l'économie, à créer des emplois. Je prends des exemples très simples : « il serait important de travailler sur la captation de l'énergie solaire », « sur de nouveaux matériaux qui soient plus efficaces, qui permettraient de faire des pièces inusables », « sur les économies d'énergie » (un domaine absolument crucial et qui va le devenir de plus en plus), « de trouver des procédés qui évitent de libérer du CO2 », etc. Ce sont des incitations positives de la puissance publique qui dit « vous aurez de l'argent si vous travaillez sur ces sujets ». D'ailleurs, cela est valable aussi bien au niveau national qu'au niveau de l'Europe qui a des programmes de recherche importants.

L'ennui est qu'on a beaucoup de mal à piloter la recherche fondamentale parce que cela s'oriente souvent dans un sens que l'on n'avait pas prévu. C'est autre chose que ce que l'on croyait qui va se développer. Personne n'avait prévu dans les années 50-60, le développement extraordinaire de l'informatique, qui s'est déployé d'ailleurs pour le meilleur comme pour le pire.

*Gare aux organismes auto-reproducteurs*

En effet, en même temps que l'informatique ont été inventés les spams, les virus auto-reproducteurs, etc. Tout cela n'était bien sûr pas prévu au départ.

Maintenant, pour revenir à la question : a-t-on des interdictions ? Pas dans le cadre de la physique et de la chimie mais je sais que dans le cadre de la biologie, il y a des contrôles éthiques et des débats

portant sur des manipulations génétiques (cellules souches, etc.).

Il y a des caractéristiques très spécifiques dans le vivant. Premièrement, la capacité à se reproduire. Si vous créez un organisme génétiquement modifié, il va pouvoir se reproduire. Mais cette modification est soit bonne, soit a des effets qu'on ne connaît pas et qu'on découvrira après. Ensuite, il y a la question de la matière vivante intelligente, dont le siège est le cerveau. L'intelligence est la capacité de s'adapter au monde, mais pas sur une échelle longue comme dans la sélection naturelle, sur une échelle courte, au niveau de l'histoire d'un individu unique. C'est possible parce qu'un cerveau suffisamment évolué est capable de se faire une représentation du monde, une sorte de simulation dans laquelle il teste plusieurs actions possibles, au-delà des actions simples (manger, boire, fuir, attaquer). Et sur cette partie, qui émerge de la matière vivante, on a encore moins de contrôle.

*Les « nano-biotechnologies » : passerelle entre les disciplines*

**Vincent Grégoire-Delory.** Pour ce qui est des sciences biologiques, comme vous venez de le dire, il y a depuis longtemps des gens qui réfléchissent à nos actions. Il existe des comités d'éthique. Vous avez certainement entendu parler des personnes qui réfléchissent au sens de la science. Eh bien, les choses sont en train de changer à ce niveau. Désormais et de plus en plus, des philosophes travaillent au sein même des laboratoires de biologie. Alors, effectivement, en physique ou en chimie, on avait peut-être jusqu'alors moins besoin de ce genre de personnes mais, aujourd'hui, on appelle cela des « nano-biotechnologies ». Cela signifie que plusieurs disciplines sont en train de se donner la main. C'est-à-dire qu'on est capable de travailler ensemble, sur la même science. Et cela nécessite des éclaircissements.

*Mon corps m'appartient-il ?*

Jusqu'à présent, les seuls interdits que nous avons dans notre société sont les interdits autour du corps humain. J'ai envie de vous poser une question toute simple. Est-ce que votre corps vous appartient ? Eh bien, non, en droit français, notre corps ne nous appartient pas. C'est curieux comme histoire ! On a un droit d'usage sur le corps mais il n'est pas à



nous. On appelle cela « l'indisponibilité du corps humain ». C'est-à-dire que vous n'avez pas le droit de le vendre, ni de vendre un rein ou une autre partie de votre corps. Et on n'a pas non plus le droit de le louer. C'est de là que vient l'interdit de la prostitution. On ne peut pas louer ce qui ne nous appartient pas. C'est le régime de l'indisponibilité du corps.

Or, actuellement, les nano-biotechnologies se posent aussi la question de savoir quel est le statut du corps humain. C'est ici qu'intervient l'éthique : effectivement, quel est le statut d'un corps humain modifié ?

**Une élève.** Si mon corps ne m'appartient pas, à qui appartient-il ? Je fais ce que je veux de mon corps !

**Vincent Grégoire-Delory.** On fait ce qu'on veut de notre corps dans l'usage qu'on en a. Mon corps est indispensable pour agir.

**Un élève** (en réponse à l'autre élève). Tu dis que ton corps t'appartient mais les maladies que tu attrapes, la pousse de tes cheveux... ce sont des choses que tu ne contrôles pas, que tu ne choisis pas.

#### *Corps ou conscience ?*

**Lucia.** Je pense que la question n'est pas très bien posée. On ne peut pas dire qu'il appartient à quelqu'un... Physiquement, oui, parce que ce sont nos parents qui en ont constitué tous les atomes. Mais moralement, notre corps nous appartient : c'est notre corps, c'est notre conscience.

**Vincent Grégoire-Delory.** La question n'est effectivement pas bien posée. En effet, de quoi parle-t-on ? Des atomes ou de la conscience de notre corps ? Ou alors est-ce la même chose ?

**Charlène.** Moi, je pense que le corps humain appartient à la nature. Il n'appartient pas à l'homme car il a été créé par la nature.

**Vincent Grégoire-Delory.** Savez-vous quel âge ont tous nos corps dans cette salle ? Il n'y a pas un seul atome de notre corps qui n'ait pas au moins cinq milliards d'années. Tous les atomes de notre corps ont été fabriqués jadis dans une étoile qui a disparu. Savez-vous que les étoiles sont des usines à fabriquer des atomes ? Eh bien, quand elles meurent, les atomes qu'elles fabriquent (carbone, soufre,

fer, etc.) s'en vont dans l'espace, fabriquent des planètes. Et nos corps ici, comme la salle... tout a des milliards d'années. Ce qui n'a que quelques années, c'est l'assemblage de ces atomes pour faire d'autres corps vivants.

**Une élève.** Moi, je suis d'accord avec Charlène. On peut voir cela de manière scientifique comme totalement morale. L'être humain est une carapace d'atomes. En fait, tout ce qu'on est à l'extérieur subit : on subit le temps, la maladie, tout qui nous entoure. Et à l'intérieur, on est une âme, un être, qui a conscience de cette carapace. Alors, certes, il n'est pas maître de tout ce qui va lui arriver mais il est conscient de qui il est et qu'il est maître de lui-même.

**Une élève.** Tout à l'heure, quelqu'un disait : on subit les maladies, la pousse de nos cheveux, etc. D'accord, ce sont des choses extérieures. On est né comme cela. Par contre, c'est toi qui te lèves le matin, qui vas en cours, qui choisis ton orientation sexuelle... Nous sommes nous-mêmes et nous faisons ce que nous voulons de notre corps !

**Une élève.** Ce n'est pas parce qu'on possède quelque chose qu'on peut le contrôler.

**Un élève.** Ce qu'on possède surtout, c'est notre esprit. L'enveloppe n'a rien à voir là-dedans. Ce que l'on est, c'est ce que l'on fait avec.

**Sylvie Berthier.** En conclusion, qu'aimeriez-vous dire à ces élèves sur les nano-sciences, les nano-matériaux, l'éthique ?

#### *Principe de précaution*

**Jean-Pierre Launay.** On parle beaucoup de « principe de précaution ». Effectivement, c'est quelque chose de nécessaire et cela paraît même évident. Cela veut dire « faire attention ». Personne ne peut être contre le principe de précaution. Par contre, il y a des interprétations un peu abusives qui reviendraient à tout interdire parce qu'il y a un inconnu. Or, dans tout ce que l'on fait, à tout instant, il y a toujours un inconnu et donc un risque. Ce principe, il faut donc le comprendre comme étant un principe de bon sens. Il faut faire attention comme on le fait en traversant la rue par exemple. C'est important d'avoir cela à l'esprit.





Dans le domaine de la physique-chimie, nous n'en sommes pas encore à modifier véritablement le vivant. Les objets que j'ai montrés comme les nano-voitures n'ont pas la capacité de survivre à des perturbations importantes et n'ont pas la capacité à se reproduire. Tant qu'ils n'ont pas la capacité à se reproduire, il sera toujours possible de se débarrasser de ces objets s'ils s'avèrent dangereux.

Par contre, le jour où l'on fabrique quelque chose qui peut se reproduire, il y aura un vrai danger. Je pense encore aux virus informatiques. C'est une forme de vie qui est complètement artificielle et qui se reproduit, ce qui nous oblige à mettre sans arrêt à jour les anti-virus. Et c'est cumulatif ! Voici le meilleur exemple de quelque chose qui pourrait nous jouer des tours dans le futur.

*Science, éthique et philosophie  
désormais indissociables*

**Vincent Grégoire-Delory.** Effectivement, on est capable de fabriquer des objets dont vous venez de parler et qui se reproduisent. L'ADN artificiel est parfaitement reproductible dans la machinerie vivante.

On ne sépare plus clairement la science de l'éthique, la science de la philosophie. Quand j'étais à votre place, il s'agissait de deux disciplines complètement séparées et il n'était en aucun cas question de travailler ensemble.

La balle est désormais dans votre camp : notre corps nous appartient-il ou pas ? Modifier le vivant ou pas ? etc. C'est en cela que vous avez de la chance ! Si certains d'entre vous font des études de sciences, vous aurez à vous confronter à ces sujets et ce sera à vous, les scientifiques, d'y répondre. Ce sont des questions extrêmement importantes qui touchent tout simplement ce que nous sommes en tant qu'êtres humains, en tant qu'enveloppe charnelle et aussi en tant que conscience de nous-mêmes. C'est la grande nouveauté de votre génération : vous aurez probablement à étudier les deux.

**Cahier édité par la Mission Agrobiosciences**  
(avril 2016)

Retrouvez-nous sur [agrobiosciences.org](http://agrobiosciences.org)  
Suivez-vous sur facebook et sur twitter  
[@agrobiosciences](https://twitter.com/agrobiosciences)

Accéder au Cahier de l'Université des Lycéens  
**Nanosciences et nanotechnologies : une nouvelle frontière ?** (PDF 16 pages, 2005)  
Avec Jean-Pierre Launay et Thierry Gaudin (polytechnicien, ingénieur des Mines).  
<http://www.agrobiosciences.org/IMG/pdf/ATT00003.pdf>

Accéder à tous les Cahiers de l'Université des Lycéens (diversité humaine, trous noirs, élévation du niveau des mers, sondages et probabilités...):  
[http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id\\_article=1511](http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id_article=1511)