

## Conclusion générale

Claude Allègre

*Ancien ministre de l'Éducation et de la recherche*

Je tiens d'abord à vous remercier, non pas de m'avoir invité, mais d'avoir organisé ce colloque. Je pense que nous avons besoin de très nombreux colloques et de discussions sur ces problèmes de la biologie moderne. L'humanité se trouve confrontée à une question qu'elle n'a jamais connue et, comme je vais essayer de vous le montrer, qui se développe très vite. L'homme est dorénavant capable de se modifier et presque de se fabriquer tout seul : l'on aurait pu penser que c'était par scissiparité, mais c'est par clonage. La médecine, jusqu'à maintenant, permettait de prolonger la vie ; dorénavant, ses nouvelles perspectives font que nous allons peut-être pouvoir guérir, littéralement régénérer les organes détruits. Il s'agit de perspectives extraordinaires, enthousiasmantes et qui, en même temps, bien sûr, posent beaucoup de problèmes.

Je souhaiterais revenir très brièvement sur un point d'histoire. Il y a d'abord eu la découverte de l'ADN par deux jeunes gens qui travaillaient à l'université de Cambridge. L'un était un jeune biologiste américain, brillant, persuadé qu'il y avait quelque chose à trouver dans les molécules, mais qui ne savait pas bien quoi, et l'autre un très brillant physicien, mais arrivé à près de 40 ans sans jamais avoir fait de publication et que le directeur du laboratoire se préparait à mettre à la porte, car il faisait des réflexions désagréables à ses collègues en affirmant qu'ils ne comprenaient rien, mais lui-même ne faisait rien.

Cette association a porté ses fruits par un coup de chance formidable – on ne le dit jamais assez – lorsque le fils de Linus Pauling est venu à Cambridge (cette découverte est également quelque peu le résultat d'un espionnage) ; ce dernier travaillait sur une simple hélice. En interviewant le fils, qui était naturellement chargé de ne rien dire, mais qui a tout de même laissé filtrer des informations, ces deux jeunes gens ont eu l'idée rayonnante de cette double hélice ; les cristallographes ne voulaient pas croire ce qu'ils voyaient, ce qui était quand même difficile, mais n'a pas empêché Maurice Wilkins de recevoir le prix Nobel.

C'est une histoire formidable, qui a entraîné un développement extraordinaire, une explosion fantastique dont les deux leaders – autre leçon intéressante – ont été franco-anglais. Les deux grands penseurs étaient Jacques Monod, de l'Institut Pasteur, et Francis Crick, de Cambridge. À l'époque, l'Europe aurait pu prendre une

avance fantastique sur le reste du monde mais naturellement, comme toujours, l'Amérique n'est pas restée sans rien faire et a donc repris ces recherches.

On peut tirer de ces événements deux grandes leçons.

Avant d'énoncer la première, il faut rappeler que trois Français – Jacques Monod, François Jacob et André Lwoff – ont reçu le prix Nobel en 1965 et qu'en 1970, Jacques Monod a écrit un livre qui fut un best-seller, la plus grande vente de livres scientifiques, dont le titre, *Le hasard ou la nécessité*, a fait réfléchir beaucoup de monde. Dans cet ouvrage, il disait en ce qui nous concerne que, bien sûr, certains rêvaient que l'on pourrait un jour manipuler le génome, mais qu'il fallait laisser cela à la science-fiction car jamais on ne pourrait le faire. C'était l'un des plus grands spécialistes en biologie moléculaire qui affirmait à l'époque qu'il n'y aurait pas de manipulation génétique, car il imaginait que l'on allait couper le génome avec des ciseaux atomiques ou électroniques. Moins de 6 ans après avaient lieu les premières manipulations génétiques, déjouant autrement dit totalement ce que pensaient les créateurs même de la biologie moléculaire, et de surcroît en utilisant tout à fait autre chose : aucun appareil de physique, aucune technologie compliquée, aucun outil mathématique quelconque, mais simplement les outils de la biologie et des bactéries, simplement des enzymes capables de couper le génome à certains endroits. La première leçon est donc cette formidable accélération.

La seconde leçon nous touche encore de plus près. Jacques Monod lui-même avait été l'inventeur de cet aphorisme : ce qui est vrai pour la bactérie est vrai pour l'éléphant ; il préconisait donc d'étudier la bactérie, qui est simple, et une fois que l'on aurait compris celle-ci, on aurait tout compris. Trente ans plus tard, nous avons compris la bactérie, mais nous n'avons toujours pas compris l'éléphant ; les découvertes et les progrès sur les animaux supérieurs ont montré que nous étions vraiment très loin d'y arriver. Je ne voudrais pas refroidir les optimismes divers et variés – j'en tirerai plus loin quelques leçons sur la médecine – mais nous sommes loin de comprendre le fonctionnement du vivant. La meilleure preuve en est qu'aujourd'hui, nous disposons d'un petit ver – appelons-le simplement *elegans*, puisque c'est un des termes de son nom – composé de 92 cellules différentes, que nous connaissons toutes. Nous connaissons parfaitement son génome : nous disposons donc de tous les outils. Or personne n'est capable de fabriquer ni le génome ni le ver. Nous ne savons donc pas vraiment comment cela fonctionne.

Ensuite est apparu ce projet de génome humain. Je me souviens d'une conférence où l'un des grands propagandistes, Jean Dausset, disait à l'époque qu'il s'agissait du travail à mener pour le prochain siècle, que cela prendrait 50 ans mais que nous allions décoder le génome humain.

C'est déjà fait car avant cela – et les biologistes ont une mauvaise tendance à ne pas reconnaître le mérite de ceux qui permettent des progrès techniques – des personnes ont eu l'idée de fabriquer des machines pour séquencer le génome. Ce sont

eux qui mériteraient le prix Nobel, qu'ils auraient obtenu depuis longtemps s'ils étaient physiciens des hautes énergies : dans ce domaine, lorsque vous inventez un nouvel appareil permettant de découvrir des particules, on vous accorde le prix Nobel. Mais en biologie, lorsque vous inventez la machine à réaliser des séquences du génome, on vous rétorque qu'il s'agit d'un problème technique.

C'est pourtant cela qui a permis ce progrès extraordinaire, cette automatisation, cette alliance entre la biologie moléculaire et l'informatique. Les personnes qui ont inventé cette machine, que je connais bien – cela s'est passé à Caltech – sont très amères. À l'époque où elles ont commencé à réaliser cette automation, d'une part elles se sont attiré les remontrances de tous les techniciens du laboratoire, qui pensaient qu'on voulait les remplacer par des machines, d'autre part elles ont vu leurs propositions refusées par toutes les agences scientifiques. C'est seulement grâce à la fondation Beckman, qui leur a fourni les fonds, qu'elles ont pu commencer leurs opérations.

C'est ainsi que cette opération a été automatisée, ce qui a permis de séquencer le génome. Sont alors survenues diverses compétitions ; mais il faut bien reconnaître que Craig Venter a fait accomplir lui aussi des progrès formidables en poussant l'automatisation plus loin et surtout en utilisant les techniques des micropipettes qui ont permis de faire de la chromatographie à haute dose, ce que les autres refusaient de faire.

J'ai visité son installation ; sans être biologiste, je connais bien la technologie et je dois dire que j'ai été très impressionné. Ayant visité le même jour le laboratoire du NIH et celui de Craig Venter, je peux dire qu'il n'y avait aucune comparaison possible entre les deux sur le plan technologique.

Cette révolution fantastique nous a fait dire que tout était résolu ; en réalité, nous nous apercevons que nous sommes dans la situation d'égyptologues qui auraient collecté la totalité des hiéroglyphes de la pyramide de Khéops, mais sans aucun Champollion parmi eux.

Nous ne savons pas lire le problème ; nous ne savons pas exactement ce que ce génome signifie. Nous traversons donc une période dans laquelle nous allons essayer de comprendre ; on l'appelle le postgénomique, terme parfaitement stupide, car nous nous situons bien entendu toujours dans le domaine de la génomique. Tout en étant confrontés à ce problème de la signification du génome, nous éprouvons en même temps immédiatement le désir, puisque nous savons faire des manipulations génétiques, de commencer à l'appliquer.

Je crois que dans l'aventure humaine, notre chance – je m'excuse si je choque certaines personnes présentes – est que la médecine n'est pas une science ; elle a, certes, un fondement scientifique mais tous ses progrès résultent d'essais ; c'est l'empirisme qui permet d'effectuer des découvertes. Nous commençons donc dans ce domaine à réaliser des choses sans bien en comprendre les mécanismes. Pour créer la fameuse brebis Dolly, une centaine d'essais ont été réalisés avant d'y

parvenir et d'ailleurs, on ne sait pas très bien comment cela fonctionne. Dorénavant, tout le monde apparaît donc troublé. Le grand danger réside dans le fait que, dès que nous parlons d'éthique, toutes les personnes ayant de vagues connaissances philosophiques se précipitent pour se réclamer spécialistes en la matière. Or pour aborder ce sujet, il faut disposer d'un minimum de connaissances scientifiques et accepter d'apprendre un certain nombre de choses ; j'essaierai de vous montrer que les problèmes ne résident pas nécessairement là où l'on croit.

Je vais vous citer un certain nombre de contresens. Examinons les manipulations génétiques effectuées sur les plantes. Je prends volontairement comme exemple deux grands sujets très populaires, celui du gène *Terminator* et celui du papillon monarque.

On parle beaucoup du gène *Terminator*, et je reconnais que le mot ne relevait pas d'un choix particulièrement judicieux. Dès le début on a dit qu'il allait ruiner le tiers-monde, ruiner ses paysans en les obligeant à acheter les semences de maïs. Pourtant c'est déjà le cas depuis longtemps : on ne repique pas le maïs, on achète les semences. Le gène *Terminator* a été inventé par des chercheurs fondamentalistes, non pas du tout pour faire plaisir à la société Monsanto, mais précisément pour que, dans le cas où une manipulation génétique en viendrait à créer des choses terribles, ces choses ne puissent pas se reproduire. Il est donc bénéfique de disposer de ce gène qui ne se reproduit pas.

Il s'agissait donc déjà d'un contresens sur l'idée. On a pu lire à ce sujet que cela avait été créé par les multinationales américaines dans le seul but de vendre les semences. Cela est faux ; cela ne s'est pas passé de cette manière.

En outre, on a dit que l'on avait autorisé le maïs en France et non pas le colza ; le comité chargé de ces affaires savait très bien qu'il n'existait pas de maïs sauvage et que, si l'on autorisait ces cultures de maïs, on ne risquait pas de contaminer l'écosystème.

Deuxième exemple : l'histoire du papillon monarque. La revue *Nature* a publié tout un article sur ce papillon monarque, un article terrible. Un an plus tard, une publication plus discrète de ce même journal précisait que les personnes qui avaient écrit cet article s'étaient totalement trompées.

Personne n'est mort à cause des OGM. De surcroît, tout le monde se réjouit d'avoir des tomates qui ne pourrissent pas au bout de deux jours, qui sont pourtant des tomates transgéniques. Pensons aux choses plus extraordinaires de la génétique moderne : je vous conseille de vous rendre au zoo de Rocamadour, où vous verrez un aurochs que l'on a recréé non par manipulation génétique mais simplement en croisant de nombreuses espèces de bœufs et en remontant le cours de la génétique, ce qui prend un peu plus de temps.

Il s'agit d'un sujet qui est devenu brûlant. Comme vous le savez, je suis très ami avec les Britanniques, mais je ne peux pas m'empêcher de vous raconter une petite histoire. J'ai été ministre du Gouvernement français et mon collègue anglais Lord

Sainsbury est un homme merveilleux, plein d'humour, intelligent, fin ; c'est le fils de la famille Sainsbury qui est à la tête des supermarchés du même nom. En tant que ministres européens, nous nous rencontrions régulièrement, notamment au G7, et nous avons beaucoup travaillé ensemble. Nous avons eu un jour une discussion sur les manipulations génétiques. Je lui ai demandé s'il ne rencontrait pas de problèmes en Angleterre, si des « sous-Bové » ne commençaient pas à agiter l'opinion publique. Il m'a répondu, très *british*, qu'il n'en n'avait pas car son pays était très éduqué et que la *Royal Society* s'était occupée de toutes ces affaires, etc. Quinze jours plus tard, un vent de panique soufflait sur l'Angleterre. Lord Sainsbury m'a avoué qu'il était obligé de liquider tous les OGM dans tous les magasins Sainsbury, qu'il était accusé d'être un agent au service de la société appartenant à sa famille et qu'il allait totalement arrêter les OGM. Je lui ai alors demandé ce que faisait la *Royal Society* face à cela... Elle n'y pouvait rien, hélas, car il s'agissait d'une panique. Il est vrai que les Britanniques sont plutôt bien éduqués, que le Royaume-Uni est un pays relativement calme. Néanmoins le mot d'ordre est : les OGM, hors des affaires.

Chez nous, c'est autre chose : nous avons les OGM, mais nous saccageons les champs d'expérimentation sous le regard bienveillant des gendarmes et il faut qu'un ancien ministre saisisse son téléphone et fasse une scène au Premier ministre pour qu'enfin on vienne condamner à la télévision le saccage des OGM. Cela montre l'irrationalité du problème relatif à ce sujet.

Parmi ces OGM – et je soutiens ici certaines déclarations affirmant que nous allons travailler pour remédier à la faim dans le monde –, parmi les manipulations génétiques réalisées, se trouvent des plantes que l'Inra tente de faire pousser et qui consomment un cinquième de l'eau habituellement utilisée, qui absorbent l'azote de l'air, sans avoir besoin de bactéries.

Le jour où ces manipulations génétiques fonctionneront, il deviendra possible, dans des pays du Sahel, de cultiver sous ces climats des plantes dans de très bonnes conditions. Certains commentaires que nous avons entendus sont donc d'une irrationalité totale.

Autre sujet : les embryons. Je comprends très bien, évidemment, qu'à partir du moment où l'on parle de l'embryon, cela suscite des problèmes. Cependant, je voudrais simplement faire quelques petites remarques sur les embryons, sans affirmer pour autant que les problèmes soient simples.

On refuse aujourd'hui l'utilisation des cellules souches car l'embryon serait le dernier refuge de je ne sais trop quoi. Cependant on jette tous les jours dans les poubelles des milliers d'embryons. Autrement dit, on aurait le droit de jeter un embryon à la poubelle, mais pas celui d'en prélever des fragments pour essayer à terme de guérir des malades : il s'agit d'un premier problème.

En second lieu, un embryon fécondé in vitro n'est pas, comme on le dit, un futur homme ; ce n'est pas vrai : s'il n'est pas réimplanté, il ne donnera pas un homme et

n'est par conséquent qu'un amas de cellules. Je pose alors la question : quel est, d'un point de vue éthique, le plus grand problème ? Utiliser un amas de cellules, un œuf fécondé composé de 16 cellules, sans le réimplanter, pour pratiquer du clonage thérapeutique, en injectant un noyau, pour essayer de guérir quelqu'un, constituerait un crime ? En revanche, pratiquer une interruption volontaire de grossesse lors de la douzième semaine pour jeter l'embryon ne serait pas un crime ? Je ne comprends pas bien cette distinction.

Enfin, on nous dit que toucher à l'embryon relève de la généalogie, qui est un problème humain. Mais personne n'a soulevé le problème, que je considère personnellement comme important, de la fabrication d'un œuf fécondé à partir d'un ovule de femme inconnue et d'un spermatozoïde d'homme inconnu. Cet œuf est ensuite réintroduit chez une femme porteuse, laquelle va donner naissance à un enfant qui ne connaîtra jamais ni son père ni sa mère et à qui, pis encore, on aura donné l'illusion qu'il les connaît. Cela ne pose-t-il pas plus de problèmes – je ne veux pas porter de jugement – que ce prélèvement sur ces 16 malheureuses cellules ?

Dans le même ordre d'idées, je ne soutiens pas la position qui a été prise à l'Assemblée nationale par la majorité, en particulier par les socialistes, quant à l'arrêt Perruche, par lequel on va permettre à quelqu'un de poursuivre ses parents. J'ai entendu l'un de mes très bons amis socialistes dire à la télévision qu'il s'agissait d'une faute médicale et que toute faute médicale devait être poursuivie ; j'ai trouvé cela ahurissant ! Rien qu'en observant des images d'embryon, on peut se rendre compte qu'il suffit que celui-ci ait un peu bougé et qu'on ne l'ait pas vu pour qu'un médecin puisse commettre une petite erreur. C'est invraisemblable. Il ne faudra pas s'étonner si personne ne se porte plus candidat au métier de radiologiste ou de chirurgien.

Par conséquent, rien n'est encore résolu et je n'ai pas pris de position ferme quant à ce problème ; je dis simplement qu'il est fondamental de débattre, de discuter. Il faut continuer ces débats, et pas seulement avec des institutions. C'est pourquoi il est bien qu'un journal, une fondation, etc., les organise. En effet, si c'est le Gouvernement qui en prend l'initiative, les différents intervenants parleront toujours en tant que représentants de quelque chose, selon leur fonction.

Le grand problème sur lequel il faut mener un travail est celui de l'éducation. Il est fondamental que, d'une part, les livres de biologie soient entièrement repensés car, pour l'instant, les biologistes n'ont pas fait le pas : ils continuent à enseigner la biologie en ajoutant à tout le contenu traditionnel toutes les données modernes. Cela signifie que les élèves doivent intégrer énormément de choses. J'ai montré un manuel de biologie de classe terminale à François Jacob, qui m'a dit qu'il était incapable d'enseigner tout cela, ainsi qu'à un professeur de médecine, qui m'a répondu que si les élèves avaient appris tout cela, ils pourraient obtenir leur doctorat en médecine. Le résultat est qu'ils ne retiennent rien et, en particulier, ils ne connaissent pas les choses sur lesquelles il est nécessaire de réfléchir.

J'ai introduit dans l'enseignement les travaux personnels encadrés et j'apprends qu'il est très difficile d'associer – ce qui pourtant devrait être quasiment obligatoire – les professeurs de sciences naturelles et de philosophie pour travailler sur un sujet comme celui-là, en faisant discuter les élèves et en les amenant petit à petit à développer cette réflexion, et non pas une réflexion vaine.

Galilée disait déjà que si la philosophie n'était pas fondée sur de la connaissance, elle n'existait pas ; cela reste vrai. Nous avons là une occasion formidable de le faire. Lorsqu'on me dit que, par exemple, la philosophie est en crise, je réponds qu'il s'agit pourtant probablement aujourd'hui de la plus grande période pour un philosophe : ce qui se passe actuellement dans les sciences biologiques donne à un philosophe un champ d'études absolument extraordinaire, aussi grand que celui qu'il a eu lorsque l'on a découvert l'immensité de l'univers. Je pense donc que l'éducation doit être vraiment repensée.

Il ne faut pas croire que les scientifiques soient inertes : la science, c'est merveilleux, mais il y a un vrai problème lorsque l'on fait de la science : celui du collègue ; celui-ci observe ce que vous faites. Maintenant, dans des institutions aussi paisibles que l'Académie des sciences, les mathématiciens se tiennent au courant des travaux de biologie, de même que les chimistes. Par conséquent, à l'intérieur de la communauté scientifique, des débats ont lieu. Il ne faut pas penser que ces problèmes sont abordés par les scientifiques comme par le docteur Folamour. Si un scientifique est le premier à tenter de réaliser des choses incroyables, c'est relaté dans les journaux dans les deux jours ; d'autres collègues scientifiques dénigreront alors ses travaux, ce qui confèrera une certaine sécurité sur le sujet. Il faut bien distinguer le scientifique et la communauté scientifique. Le statut de scientifique ne constitue pas une garantie, car il existe des fous partout, mais la communauté scientifique offre déjà une meilleure garantie.

En revanche, ce que le scientifique ne fait pas suffisamment aujourd'hui, c'est d'accepter d'expliquer et de débattre. Les problèmes ne peuvent se résoudre sans la connaissance, sans l'éducation, sans la diffusion de ces progrès – cela ne contredit pas ce que je viens de dire. L'éducation est une nécessité, mais elle n'est pas exclusive du débat citoyen, car les progrès de la science sont tellement rapides que l'éducation ne pourra en réalité pas les suivre ; cela nécessitera nécessairement des mises à jour, c'est-à-dire une éducation tout au long de la vie.

Aujourd'hui, par chance, nous disposons de tous les moyens techniques pour ce faire : Internet, l'enseignement à distance, etc. ; il ne s'agira pas d'un enseignement sous forme d'interviews de Untel et Untel qui fourniront des arguments d'autorité : il faut accepter d'apprendre un certain nombre de choses.

Nous traversons une période extrêmement excitante, extrêmement difficile, mais dans notre pays, le pacte républicain – dont tout le monde parle – est fondé, depuis la Révolution française, sur l'association entre science et démocratie ; et il n'est pas

possible de prôner l'obscurantisme comme étant la solution des problèmes. Cela ne signifie pas qu'il faille se comporter en scientifiques béats, en fermant les yeux, bien au contraire, mais il ne faut pas arrêter pour autant le progrès.

Je terminerai par un exemple. Lorsque l'on résout les problèmes, on n'en parle pas. Il y a quelques années, on tenait des propos alarmistes sur le trou dans la couche d'ozone. Il s'agit de l'ozone qui est détruit dans la haute atmosphère par les dégagements de chlore et de brome, notamment par les composés nommés les CFC. Tout d'abord, un protocole a été signé à Montréal, puis des chimistes ont découvert un substitut aux CFC ; les pays du tiers-monde ont alors fait valoir qu'ils ne pouvaient pas développer leur réfrigération sans disposer de ces nouveaux produits, faute de moyens. Or ce que l'on ne sait pas, c'est que l'Onu a créé un fonds spécial qui a permis aux pays du tiers-monde de s'approprier les nouvelles technologies pour remplacer les CFC ; aujourd'hui, la fabrication de CFC est interdite dans tous les pays du monde. Et pour la première fois depuis deux ans, la teneur en chlore et en brome de la haute atmosphère est en train de décroître et le trou dans la couche d'ozone a cessé de s'agrandir. On prévoit maintenant la cicatrisation de ce trou. C'est donc la preuve que l'homme est capable, avec la science et non en lui tournant le dos, de contrôler les problèmes. Naturellement, personne n'en parle puisque le problème a été résolu.

Mon propos était donc, je l'espère, un message de vigilance, de lucidité, mais aussi d'espoir dans la capacité de l'espèce humaine à dominer cet extraordinaire progrès que va constituer la génomique pour les hommes et pour la connaissance scientifique.

