

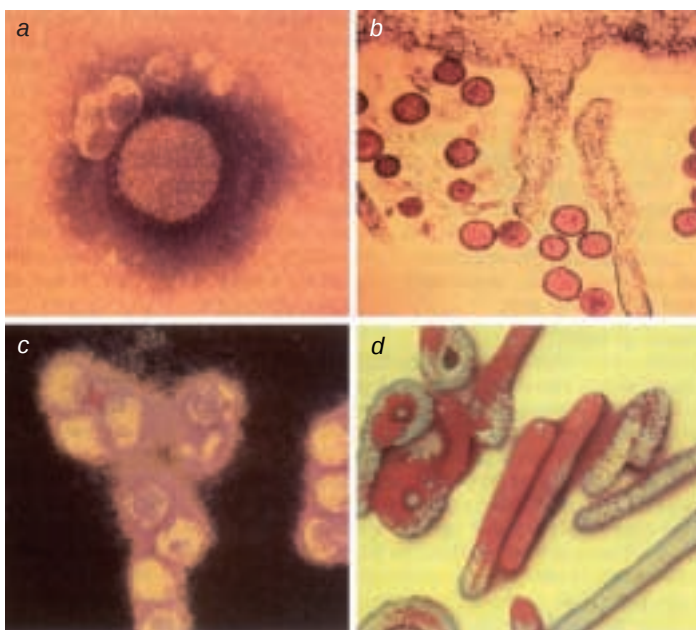
mement toxiques. Le premier antiviral efficace a été un médicament dirigé contre l'herpès, qui utilisait une enzyme spécifique du virus pour bloquer sa réplication. Très récemment, la thérapeutique contre le SIDA a fait un bond quand on a mis au point des molécules dirigées contre les protéases nécessaires à sa maturation.

Lors de la vaccination, on immunise l'individu comme il s'immunise naturellement : quelqu'un qui a été atteint de la poliomyélite ou d'une des maladies virales de l'enfance ne rechutera pas. La meilleure vaccination se fait avec un virus vivant, qui se réplique dans la cellule, qui mime une infection naturelle, mais qui n'est pas pathogène.

Les vaccins les plus faciles ont été faits. Le plus vieux et le meilleur de tous est celui contre la fièvre jaune. Une injection de virus vaccinal de la fièvre jaune nous immunise au moins pour 30 ans, parce qu'il mime parfaitement une infection naturelle sans les effets néfastes du virus pathogène. Tous ces vaccins vivants ont été trouvés de façon empirique. Quand on ne peut trouver un virus vivant, on inactive le virus et on utilise certaines de ses protéines comme agents immunogènes. Pour la poliomyélite, les deux types de vaccins sont aussi efficaces l'un que l'autre.

En revanche, une maladie comme le SIDA ou l'herpès n'immunise pas. Le sujet infecté possède des anticorps et pourtant héberge le virus toute sa vie. Vous avez un bouton de fièvre, c'est que le virus herpès se réplique puis, qu'ensuite, il reste quiescent au niveau du ganglion pour réapparaître plus tard. Là il est très difficile d'imaginer un vaccin qui fasse mieux que la nature, et les essais de vaccin de ce type contre le SIDA le prouvent. Les protéines recombinantes constituent un espoir : au lieu d'utiliser une protéine du virus lui-même, on pense la fabriquer en laboratoire pour examiner ses effets.

Quand les anticorps ne sont pas protecteurs, il faut stimuler l'immunité cellulaire portée par les lymphocytes et les macrophages. Un tel virus est généralement plus difficile à maîtriser par le vaccin qu'un virus neutralisé par les anticorps. Outre leur rapidité de réplication, les virus à ARN évoluent beaucoup plus vite que les autres, parce que la



Les virus des fièvres hémorragiques ont des formes spécifiques. Le virus africain de Lassa (a) est un arénavirus, de forme sphérique. Les hantavirus (b) ont été responsables d'épidémies en Corée, en Finlande et en France. Les flavivirus (c) forment un groupe de virus incluant les virus de la fièvre jaune et de la dengue. Le virus Ebola est un filovirus, ainsi dénommé pour son apparence filamenteuse(d).

machinerie cellulaire ne corrige pas les erreurs.

L'ÉVOLUTION DU VIRUS

Dans l'ADN il existe des enzymes cellulaires pour éviter les erreurs, parce que l'ADN étant le support de l'information des cellules eucaryotes et procaryotes, il est absolument indispensable que les erreurs de transcription soient corrigées. Les virus à ARN ne bénéficient pas de ce mécanisme ; le VIH responsable du SIDA est un virus à ARN. S'il s'intègre sous forme d'ADN dans le noyau, c'est au départ un virus à ARN. Les polymérases du virus à ARN font des erreurs non corrigées et, à chaque cycle, des mutations apparaissent.

Le virus de la grippe, lui, mute, parce que deux virus différents peuvent échanger des fragments de leur ARN pour constituer un virus nouveau. Pourquoi ne peut-on provoquer les mutations du virus en laboratoire pour avoir toute une gamme de vaccins appropriés ? Le problème c'est que les possibilités sont immenses, et il n'est pas envisageable de préparer à l'avance des milliers de souches vaccinales. Par chance pour les Européens, l'épidémie de grippe démarre généralement en Chine, où les canards et d'autres oiseaux aquatiques sont les réservoirs naturels des virus grippaux ; le temps que le virus arrive en Europe, on peut le caractériser et mettre au point le vaccin.

Il est évidemment impossible d'étudier tous les virus de façon systématique : il faudrait multiplier par plusieurs milliers le nombre actuel de chercheurs travaillant sur le seul virus du SIDA. Aussi travaille-t-on au coup par coup ; à chaque fois qu'une pathologie prend de l'importance, on réagit.

Il y a toutefois des gens qui travaillent sur des virus non pathogènes, parce que ce sont d'excellents modèles pour comprendre comment fonctionnent les virus en général ou pour explorer la cellule. Il y a deux aspects. On peut faire de la virologie pour le virus et on peut faire de la virologie pour étudier autre chose que le virus.

Pour étudier le SIDA, il fallait travailler sur les lymphocytes. C'est ainsi que l'équipe de R. Gallo a découvert un nouvel herpès virus, l'herpès virus n° 6, par hasard, parce que c'était un

virus qui était hébergé par les lymphocytes. Ce virus est absolument bénin, il donne une petite éruption dans l'enfance. La cause de cette maladie n'aurait pas été étudiée pour elle-même puisqu'elle n'a aucune importance en santé publique. De même, si nous connaissons quelques-uns des virus responsables de rhumes ou de diarrhées, des dizaines d'autres restent à découvrir.

La recherche sur des virus non pathogènes peut avoir des conséquences en santé humaine : on peut estimer que tous les membres d'une famille de virus répondent aux mêmes antiviraux, aux mêmes types de vaccins. Le jour où l'on trouvera un vaccin contre le SIDA, on saura fabriquer des vaccins contre les nouveaux rétrovirus susceptibles d'être découverts.

Paradoxalement notre méconnaissance des virus peut être un bien. On maîtrise tellement mal les causes de la pathogénicité d'un virus qu'on ne sait pas (encore) le manipuler pour le rendre maléfique. C'est vouloir flatter les virologistes que penser que VIH ou Ebola se sont échappés de laboratoires de guerre biologique.

Bernard LE GUENNO est directeur du Centre de Référence des fièvres hémorragiques virales à l'Institut Pasteur.

Une retranscription de ce débat, enregistré avec Émile Noël au Palais de la Découverte, sera diffusée sur France Culture le 6 mars 1996, à 9 heures.

Pièces détachées humaines

Existe-t-il des trafics d'organes humains en Asie ?

Comment accéder à l'éternité ? La mise au point des techniques de greffe a préoccupé les auteurs de science-fiction, qui ont imaginé des mondes où les greffes d'organes s'étaient généralisées : selon les cas, on cultivait des clones des individus, afin d'avoir des pièces de rechange pour l'organisme, ou bien les sociétés punissaient de la peine de mort les moindres fautes, afin d'obtenir les organes nécessaires aux transplantations ; ou bien encore des organisations de collecte d'organes employaient de fantomatiques ramasseurs pour dépouiller les passants de leur intérieur et organiser des trafics qui allongeaient la vie des riches.

Nous n'en sommes pas là : les rumeurs de vols d'organes n'ont pas été confirmées, bien que la Chine prélève des organes sur les corps de prisonniers exécutés, et que l'Autriche ait institué des règles de « consentement présumé » qui permettent aux médecins de prendre des organes aux patients dont le cerveau a lâché à moins qu'ils ne se soient explicitement déclarés contre cette pratique.

On évoque aussi les ventes d'organes. Jusqu'en 1995, en Inde, une somme de 150 000 francs permettait d'acheter un rein à des médecins qui payaient moins de 5 000 francs les personnes à qui ils prélevaient les organes. Accusée de servir de réservoir de pièces détachées humaines à l'usage des nations riches et d'abriter des praticiens qui volaient les organes à leurs patients, l'Inde a voté des lois qui interdisent ce trafic, aujourd'hui illicite.

Depuis cette nouvelle législation, les médecins ont observé que le nombre de transplantations effectuées dans le pays a considérablement diminué. Rishi Rak Kishore, directeur général adjoint des Services sanitaires indiens, prévoit toutefois que ce nombre augmentera bientôt, à nouveau. En même temps que l'Inde limitait le trafic d'organes, elle se donnait une définition légale du concept de « mort cérébrale » : un individu est déclaré mort si son cerveau ne fonctionne plus, même si son cœur et ses autres organes continuent d'agir.

Cette loi diffère de celles de la plupart des pays d'Asie, qui considèrent qu'un corps est mort, et qu'on peut lui prélever ses constituants, si le cœur a cessé de battre. Cette définition pose des problèmes aux spécialistes de la transplantation, car un arrêt de la circulation pendant seulement quelques minutes rend les organes impropres à la transplantation si le corps reste à la température ambiante.

Certains pays, tel le Japon, étudient de nouvelles réglementations afin de favoriser les dons d'organes, mais des obstacles importants demeurent. En 1994, une société japonaise a dû abandonner un projet de récupération de reins aux Philippines, et un programme gouvernemental japonais de création d'un réseau de transplantation a trouvé peu d'écho dans les pays voisins du Japon.

En Inde, il y a assez de personnes cérébralement mortes pour assurer la demande du pays, mais il faudra convaincre les familles d'autoriser les dons et refondre l'infrastructure de transplantation pour les utiliser. La Chine, en

revanche, semble bien plus proche des visions de science-fiction : le pays s'approvisionne presque exclusivement sur les corps des condamnés à mort. Bien que les statistiques soient tenues secrètes, les organisations de protection des droits de l'homme estiment que la Chine exécute entre 3 000 et 20 000 personnes par an. Les dirigeants chinois ont assuré que les prisonniers ont accepté qu'on leur prélève les organes, mais quelle est la valeur du consentement des condamnés à mort ?

Selon Robin Munro, responsable de la section asiatique de l'association *Human Rights Watch*, le nombre de peines capitales en Chine ne semble pas dépendre de la demande d'organes, comme on l'avait craint, mais le grand nombre d'organes disponibles chaque automne, après les séries d'exécutions ordonnées par le gouvernement chinois, stimule le marché des organes.

R. Munro et d'autres sources indiquent en outre que les bourreaux chinois, au lieu d'exécuter les condamnés par tir d'une balle dans la nuque, injectent des poisons lents, qui donnent plus de temps aux équipes de transplantation.

Des histoires de ce type horrifient les spécialistes de transplantation des pays industrialisés, parce qu'ils craignent que les rumeurs ne provoquent des pénuries d'organes. Didier Houssin, directeur général de l'Établissement français des greffes, nous a vivement invités à écrire que la vente de pièces détachées humaines était un mythe. En France, un décret clarifiera le fonctionnement de l'organisation nationale en précisant la notion de mort, et un arrêté définit les règles de répartition des organes. Nicholas Halasz, directeur du comité d'éthique associé au réseau de transplantation américain, a indiqué que, avec ses collègues, il a même fait une enquête pour savoir si certaines célébrités ne bénéficiaient pas de traitement de faveur : le comité a ainsi vérifié que la priorité revient effectivement aux personnes les plus malades, mais il n'a pas vérifié si les médecins avaient correctement déclaré l'état de santé des malades dont ils s'occupaient.

La détection d'anomalies serait grave pour les réseaux de transplantation, car les particuliers ou les familles des personnes décédées risqueraient de refuser le don d'organes s'ils apprenaient que ceux-ci sont utilisés à des fins mercantiles. C'est d'ailleurs cette idée qui pousse certains spécialistes des greffes à refuser le paiement des organes, même à titre de participation aux obsèques des donateurs.

Paul WALLICH, Madhusree MUKERKEE et Sanjay KUMAR, à New Delhi.



Cœur humain préparé pour une transplantation cardiaque imminente.

L'amour chez les plantes

LONDA SCHIEBINGER

Carl Linné a classé les plantes selon leurs organes reproducteurs, leur attribuant des comportements sexuels qui reflètent les valeurs du XVIII^e siècle.

Les feuilles des fleurs [...] servent de couches nuptiales que le Créateur a préparées, parées des nobles rideaux et parfumées de senteurs si douces que le jeune époux et sa promise peuvent y célébrer leurs noces dans la plus grande solennité. Lorsque la couche est ainsi préparée, il est temps pour le jeune époux d'embrasser sa douce promise et de lui offrir ses présents [...]

Carl Linné, *Prealudia Sponsaliorum Plantarum*, 1729

D'Aristote à Darwin, les naturalistes ont prêté sexe et sexualité aux objets de leur observation. Le taxinomiste suédois Carl Linné ne fut pas le seul à imaginer des plantes dotées de vagins et de pénis et se reproduisant sur des «couches nuptiales». Depuis le Siècle des Lumières, la science s'est voulue neutre, située au-dessus de la confusion de la vie quotidienne, mais, en ce qui concerne la féminité, elle n'a guère été impartiale. Le sexe, qu'il s'agisse des relations réelles entre les sexes ou des interprétations culturelles de ces relations, a modelé l'histoire naturelle et, notamment, la botanique.

Cette discipline fut longtemps réservée aux femmes, car elle n'était pas assez «virile». La société du XVIII^e siècle la recommandait comme un passe-temps qui enseignait aux femmes une certaine discipline intellectuelle. En outre, les femmes étaient traditionnellement les dépositaires des secrets des plantes médicinales.

Parmi toutes les sciences, la botanique était considérée comme la moins violente pour les esprits délicats. Comme l'a souligné Jean-Jacques Rousseau, l'étudiant en anatomie était confronté au sang et au cadavre puant, l'entomologiste à l'insecte vil, le géologue à la poussière et à la saleté. Bien qu'après les études de Linné, la botanique semblât s'intéresser à la sexualité plus qu'il ne convenait aux dames, son étude continua à être encouragée, car elle était la

science qui permettait la meilleure perception de Dieu et de Son univers. Comme, selon Rousseau, les femmes sont dépourvues de génie, de «cette flamme céleste» qui embrase l'âme et qui est nécessaire aux innovations scientifiques, la science sérieuse était réservée aux hommes.

Les femmes étaient tenues à l'écart des universités et des académies scientifiques. Les rares femmes de science qui s'étaient fait une place en mathématiques, en physique, en astronomie ou dans le domaine de l'illustration scientifique y étaient parvenues par des voies détournées, telles que les salons fréquentés par l'élite. Ainsi Maria Sybilla Merian, illustratrice de botanique et entomologiste qui se rendit au Surinam à la fin du XVII^e siècle à la recherche de chenilles exotiques, présentait-elle ses illustrations dans des ouvrages façonnés avec art, mais laissait-elle ses collègues masculins faire la classification des espèces qu'elle dessinait. En dépit de quelques incursions en botanique, les femmes sont restées longtemps en marge de la vie intellectuelle.

Entre 1550 et 1700, alors que les merveilles ramenées des nouvelles colonies déferlaient sur l'Europe, le nombre des végétaux connus quadrupla. Pour répertorier cette multitude de plantes, les botanistes cherchèrent des principes simples et universels de classification. L'usage médical des plantes céda la place aux questions générales et théoriques posées par la taxinomie.

Puis la sexualité des végétaux devint le centre d'intérêt des botanistes ; on ne s'intéressa plus qu'au «coût des végétaux», comme on nommait parfois la fécondation des plantes. Le naturaliste anglais Nehemiah Grew élaborait une théorie de la sexualité des végétaux à partir de celle des animaux et, dans son traité de 1682, *L'anatomie des plantes*, il identifia l'étamine comme l'organe mâle des fleurs :

La lame (ou étamine) présente quelques analogies avec le pénis ; elle est recouverte d'une enveloppe, à la façon d'un prépuce [...]. Et le pollen, ainsi que d'autres petites particules présentes sur la lame ou pénis [...], sont le sperme du végétal. Lorsque le pénis est en érection, le pollen tombe sur l'utérus et lui transfère ses vertus fécondantes.

Au début du XVIII^e siècle, l'analogie entre les sexualités animale et végétale était bien établie. Dans son ouvrage, *Prealudia Sponsaliorum Plantarum*, Linné précisa les termes de la comparaison : chez le mâle, les filaments des étamines forment les canaux déférents, les anthères représentent les testicules, et le pollen qui s'en échappe le liquide séminal ; chez la femelle, le stigmat est la vulve, le style le vagin, le canal qui s'étend tout le long du pistil est la trompe de Fallope, le péricarpe est l'ovaire fécondé et les semences sont les œufs. Le médecin français Julien Offray de La Mettrie prétendait même, avec d'autres naturalistes, que le réservoir de nectar des plantes équivalait au lait maternel des femmes.

LA VIE PRIVÉE DES PLANTES

Pourtant, la plupart des fleurs sont hermaphrodites, dotées à la fois d'organes reproducteurs mâles et femelles. Il existe deux sexes – mâle et femelle –, mais trois genres de fleurs : les mâles, les femelles et les hermaphrodites, parfois nommés androgynes. La plupart des botanistes avaient accepté la notion de dimorphisme sexuel dans le règne animal, mais admettaient difficilement l'hermaphrodisme des végétaux : ils refusaient ce genre qui ne leur était pas familier.

Niant l'hermaphrodisme des plantes, les botanistes d'alors ont accordé une importance indue à la reproduction sexuée des végétaux. Linné avoua : «La structure singulière et la fonction remarquable des étamines et du pistil m'intriguaient, et je me demandais ce que la Nature y avait caché.» Il attribua même une reproduction sexuée aux «plantes qui se marient en secret», c'est-à-dire aux fougères, aux mousses, aux algues et aux champignons (on ignorait alors comment ils se reproduisent).

Non seulement les plantes étaient sexuées, mais, pour Linné, elles devenaient même des «époux» et des «épouses». Introduisant une nouvelle terminologie pour décrire les fleurs, Linné rejeta les termes d'étamine et de pistil, pour adopter *andria* et *gynia*, dérivés des suffixes grecs signifiant époux (*aner*) et épouse (*gyne*). La *Clé du système sexuel*, qu'il publia en 1737, contenait les secrets des mariages des plantes.