

VRAI OU FAUX

Cadavres : une décomposition ralentie ?

Non. Les conservateurs alimentaires préservent les aliments... mais certainement pas les corps de ceux qui les ont ingérés !

Jean-Pol Beauthier

Un article publié sur Internet a suscité l'émoi de certains internautes. On sait que sur le Web il y a souvent beaucoup de fumée sans feu. Cet article – un canular ? – rapportait que les corps se décomposent moins vite aujourd'hui et citait les conservateurs alimentaires que nous ingérons comme cause potentielle ; un entrepreneur de pompes funèbres de Berlin aurait ainsi déclaré que des corps mis en terre il y a 30 ans semblaient dater d'une semaine. Profitons de cette rumeur pour rappeler comment les corps se décomposent et établir que cette assertion était totalement farfelue.

Après la mort, l'intestin perd son étanchéité du fait de la dégradation de liaisons intercellulaires nommées desmosomes. Les bactéries de la flore intestinale envahissent alors le corps en empruntant le réseau veineux. Elles y consomment le sang et les chairs et rejettent divers gaz et liquides produits par leur métabolisme. Les veines se gonflent et des cloques (les phlyctènes putréfactives) se forment, puis se percent. Ainsi, les chairs liquéfiées retournent à la terre. En outre, diverses réactions biochimiques modifient la composition du corps, dégradant par exemple les acides aminés. La rapidité de ce processus dépend notablement de la température. Dans des conditions usuelles (environ 20 °C), il prend une à deux semaines, peut-être un peu plus quand le corps est enterré.

Les odeurs dégagées par la décomposition attirent des arthropodes, notamment des

mouches. Celles-ci pondent leurs œufs sur le cadavre (au sein des orifices naturels, tels le nez et les oreilles, ou des endroits humides, par exemple au creux des aisselles), dont leur progéniture va se nourrir. Les espèces varient selon l'étape de la décomposition, caractérisée par une signature biochimique particulière. Les arthropodes participent ainsi au nettoyage du corps, mais l'action des bactéries endogènes suffit à le décomposer en quelques semaines.

Les perturbations seraient digestives avant d'être posthumes !

Plusieurs facteurs ont été évoqués pour expliquer le soi-disant ralentissement de la décomposition. Certains incriminent l'azote (produit par la décomposition des corps) et les métaux lourds (issus notamment des amalgames dentaires) qui satureraient les sols des cimetières... À l'évidence, il n'en est rien : d'une part, ces produits ne tueraient pas tous les organismes présents dans le sol ; d'autre part, les bactéries endogènes et les œufs d'arthropodes sont, à l'intérieur du cercueil, préservés de leur influence.

La perturbation pourrait-elle venir des bactéries intestinales ? Peut-on imaginer qu'elles mourraient, victimes des conservateurs, ces additifs alimentaires qui préservent nos aliments de l'action des micro-organismes ? À nouveau, non. La flore intestinale comprend 10^{14} bactéries, dix fois plus que l'ensemble des cellules

de notre organisme ! Si elle était en partie détruite de notre vivant, nous aurions des perturbations digestives bien plus violentes que celles dont nous sommes parfois victimes.

Reste que des cas de conservation exceptionnelle sont possibles. L'évolution d'un cadavre dépend de nombreux paramètres : température, présence de textiles (sur lesquels peuvent se fixer des moisissures, susceptibles d'accélérer la décomposition), délai entre le décès et l'inhumation (qui conditionne le degré de colonisation du corps par les arthropodes), composition du sol, pratique ou non d'une thanatopraxie (un embaumement, qui peut freiner la pullulation des bactéries pendant plusieurs semaines), qualité du cercueil...

Dans des conditions chaudes et sèches, il arrive que le corps se momifie. La chaleur tue en effet les bactéries endogènes avant qu'elles aient eu le temps de décomposer les chairs. À l'inverse, dans des conditions humides, une transformation dite adipocreuse peut survenir : en présence d'eau, de complexes réactions chimiques entraînent la précipitation des acides gras et figent les graisses. Le corps, qui prend un teint de cire (d'où le nom « adipocreuse »), peut alors rester en bon état durant plusieurs siècles. Ce phénomène se produit assez régulièrement, même en Europe. A-t-il inspiré les rumeurs propagées sur Internet ? ■

Jean-Pol BEAUTHIER est médecin légiste et professeur de médecine légale à l'Université libre de Bruxelles.

ENTRETIEN

Maître et élève :
la transmission d'une passion

Nicole Le Douarin évoque son parcours de chercheur avec une de ses élèves, Anne-Hélène Monsoro-Burq.



Baccalauréat de lettres en 1945. Baccalauréat de philosophie en 1946. Baccalauréat de sciences expérimentales avec mention bien. Hypokhâgne. Agrégation de sciences naturelles en 1954. Ces quelques jalons illustrent une caractéristique de Nicole Le Douarin : sa curiosité et son appétit de savoir. Devenue professeur au Collège de France, membre de l'Académie des sciences, médaille d'or du

CNRS, Nicole Le Douarin a contribué aux avancées scientifiques du XX^e siècle. Mais au-delà de son travail de recherche, elle a su transmettre à ses élèves sa passion pour la science, sa rigueur, son enthousiasme, comme en témoigne Anne-Hélène Monsoro-Burq, professeur à l'Université Paris-Sud, qui dirige l'équipe Signalisation et développement de la crête neurale de l'Institut Curie, à Orsay.

POUR LA SCIENCE

Aujourd'hui les lycéens doivent choisir très tôt leur orientation. Les passerelles entre disciplines ne sont ni fréquentes ni aisées à franchir. Votre parcours n'est-il pas une preuve que toutes les portes doivent rester ouvertes aussi longtemps que possible ?

→ **NICOLE LE DOUARIN** : Effectivement, quand j'étais au lycée, il était possible, bien que peu fréquent, de passer un baccalauréat de lettres classiques et un autre de sciences. Il n'était pas rare d'étudier ses « humanités », le français, le grec et le latin, à côté des mathématiques et des sciences naturelles, que l'on nomme aujourd'hui sciences de la vie et de la Terre.

Mais finalement, j'ai décidé de devenir professeur de sciences naturelles. J'ai passé l'agrégation en 1954. Comme je le raconte dans le livre que j'ai publié en 2012, munie du CAPES et de l'agrégation, j'ai dû quitter Paris avec mon mari et notre fille pour aller enseigner à Caen dans un lycée de garçons (*Dans le Secret des Êtres Vivants – Itinéraire d'une biologiste*, Robert Laffont). Enseigner pendant trois ans en province était alors un « purgatoire » obligatoire pour les jeunes agrégés qui désiraient faire leur carrière dans la capitale.

Pour la première fois – je ne savais pas alors que ce ne serait pas la dernière –, j'ai été confrontée à la misogynie : mon mari avait les mêmes diplômes que moi. À lui les classes de terminales, à moi celles de la sixième à la troisième. Mais faire cours de jeunes élèves *a priori* peu intéressés par les sciences naturelles oblige à faire preuve d'inventivité et de clarté. Je cherchais à faire participer les élèves, en leur proposant, par exemple, de trouver des illustrations sur le sujet des cours. Les murs étaient couverts de ces contributions des élèves. Ces méthodes, alors peu classiques, furent remarquées par l'inspecteur général qui me proposa un poste dans le lycée expérimental de Montgeron, dans la banlieue de Paris.

PLS

Quelles étaient les méthodes appliquées dans ce lycée ?

→ **NICOLE LE DOUARIN** : Elles étaient très innovantes et intéressantes. Par exemple, un même professeur enseignait plusieurs disciplines scientifiques. Il en était de même pour les lettres. Ainsi, nous pouvions suivre les mêmes élèves et les mêmes classes pendant plusieurs

heures par semaine et même, dans certains cas, pendant plusieurs années. Dans ce lycée, nous pouvions innover dans le domaine de la pédagogie, et l'enseignement était très concret. Élèves et enseignants étaient satisfaits, je crois.

PLS

Cela rappelle un peu les méthodes que propose l'association *La main à la pâte*. Mais comment passe-t-on du statut de professeur de sciences naturelles à celui de chercheur ?

→ **NICOLE LE DOUARIN** : À Montgeron, j'avais 27 ans et deux petites filles. J'aimais mon métier, mais quand j'ai eu l'impression de le faire correctement, j'ai voulu... en changer. Pour avancer, surmonter de nouvelles difficultés. Ayant fait de la zoologie, de la botanique, de la géologie et de la physiologie pour passer mon agrégation, j'ai voulu suivre des cours de chimie biologique pendant le temps libre que me laissait le lycée. J'ai demandé l'autorisation de rattraper les cours que mes propres enseignements m'empêcheraient de suivre. Il me fut répondu que j'avais déjà un métier, un mari et des enfants, que c'était bien suffisant et que je n'avais pas besoin de faire d'autres études... La possibilité de faire une

thèse m'a également été refusée, car j'étais trop âgée. Heureusement, le hasard a voulu que je rencontre une amie que je n'avais pas revue depuis longtemps. Elle faisait de la recherche dans le laboratoire de biologie expérimentale dirigé par Étienne Wolff, titulaire de la chaire d'embryologie et de tératologie expérimentales du Collège de France. Le hasard, la sollicitude de mon amie, la rencontre avec Étienne Wolff : ce fut le début de ma carrière dans la recherche.

PLS

C'est ainsi qu'ont commencé vos travaux en embryologie ?

→ **NICOLE LE DOUARIN** : Je commençais donc, sous la direction d'Étienne Wolff, une thèse sur le développement de l'appareil digestif et des glandes qui lui sont associées. Au cours de cette thèse, où tout était à découvrir, le terrain étant quasi vierge, j'ai pu mettre en évidence les mouvements des cellules destinées à former l'appareil digestif, et j'ai travaillé à la fois *in vivo*, sur des poulets, et *in vitro*, sur des cultures de cellules, deux aspects qui ont été importants pour la suite de mes travaux. Les travaux réalisés sous la direction d'Étienne Wolff ont contribué à l'essor de la biologie du développement. Les cinq années que j'ai passées dans son laboratoire ont été décisives pour moi. Il m'a enseigné la rigueur, la nécessité de replacer chaque expérience dans un contexte plus général, de poser les bonnes questions,

PLS

Nicole Le Douarin fut votre directrice de thèse, puis a dirigé vos recherches. Vous a-t-elle transmis ces valeurs que son propre directeur lui avait enseignées ?

→ **ANNE-HÉLÈNE MONSORO-BURQ** : Bien sûr. J'y ajouterais la passion intérieure : on est face à une énigme et on ressent l'impérieuse nécessité de la résoudre. On apprend à se poser les bonnes questions, à les poser à son maître pour progresser, mais aussi à s'approprier les questions qu'il pose. Tout cela n'est pas immédiat. Il y a un temps de maturation, l'attitude de l'élève progresse au contact du patron de thèse. La passion s'apprend. C'est ce qui m'est arrivé. J'ai postulé pour faire ma thèse dans l'équipe de Nicole Le Douarin,

car je voulais étudier la migration des cellules et les signaux moléculaires qui commandent cette migration. Et je dois dire que ma motivation, ma passion pour la recherche n'ont fait que croître au cours de ma thèse !

PLS

Anne-Hélène Monsoro-Burq a été l'une de vos nombreuses élèves. Pensez-vous que le Laboratoire de Nogent-sur-Marne que vous avez dirigé représentait une sorte de havre où la misogynie n'avait pas cours ?

→ **NICOLE LE DOUARIN** : Je voudrais vous raconter encore une anecdote à propos du point que vous soulevez. Quelques années avant son départ à la retraite, Étienne Wolff me fit part de son intention de trouver son successeur. Il me dit que j'étais la meilleure de ses élèves, mais qu'il ne pouvait pas me proposer pour un poste au Collège de France, car cette « vénérable » institution n'avait jamais élu de femme et qu'il ne voulait pas rompre cette tradition. Je tiens à souligner que je n'avais jamais songé à lui succéder à ce poste si prestigieux, et que ses propos m'avaient beaucoup surpris à l'époque.

Cela reflétait l'opinion générale des élites sur la place des femmes dans la société. S'il m'avait apporté un soutien sans faille dans le début de ma carrière de chercheur, l'objectif de me faire ouvrir les portes du Collège de France lui semblait un combat perdu d'avance. Rappelons que nous étions à la fin des années 1960. La première femme à être élue professeur au Collège de France fut Jacqueline de Romilly, en 1973.

Quoi qu'il en soit, la succession d'Étienne Wolff au poste de directeur de l'Institut d'embryologie et de tératologie du Collège de France, à Nogent, posa des difficultés, au point que l'Institut est même resté sans direction pendant

plusieurs mois. Par une suite de contacts pris par l'administration du CNRS auprès de nombreux chercheurs, y compris aux États-Unis, où mes travaux étaient alors peut-être plus connus qu'en France, mon nom a été proposé. Diriger l'Institut tout en continuant mes recherches... Un nouveau défi ! Il s'agissait, comme souvent dans ma carrière, de m'impliquer dans une entreprise à la fois commune et personnelle.

→ **ANNE-HÉLÈNE MONSORO-BURQ** : Nicole Le Douarin omet de mentionner qu'elle a joué un autre rôle, tout aussi essentiel, celui de « mentor » de tous les élèves qu'elle a encadrés. Au fil des discussions que nous avons eues avec elle, j'ai constaté que notre raisonnement devenait plus rigoureux, plus juste aussi. Quand nous avions un doute ou une question, elle y répondait, tant est vaste le champ de ses connaissances. Par son expérience, le mentor permet à l'élève de s'approprier plus efficacement les connaissances qui lui sont nécessaires. C'est aussi un modèle, quand on devient soi-même responsable de jeunes chercheurs et d'un laboratoire. Même si, bien sûr, chacun adapte ce modèle à sa propre personnalité.

→ **NICOLE LE DOUARIN** : Mes élèves m'ont eux-mêmes beaucoup transmis. J'entretiens des relations souvent chaleureuses avec mes anciens élèves et suis très fière de la réussite de plusieurs d'entre eux. Au plan professionnel, l'affinité intellectuelle, la confiance réciproque nous ont permis de progresser dans la compréhension du développement embryonnaire. Les chimères, à la fois caille et poulet, nous ont été très utiles, car ces organismes portent des cellules des deux espèces qui ont des aspects différents ; on peut donc suivre la progression du système nerveux central et des autres tissus qui se mettent en place au cours de l'embryogenèse. ■

Cet article est le premier d'une série de rencontres entre « Maître et Élève », organisées dans le cadre du forum du CNRS, les Fondamentales.



L'élagage des pendant

Pendant le sommeil, des connexions entre cellules nerveuses seraient plus ou moins affaiblies. Ainsi, les souvenirs sans importance seraient oubliés, ce qui favoriserait l'apprentissage. De surcroît, le cerveau économiserait de l'énergie.

Giulio Tononi et Chiara Cirelli

Chaque nuit, lorsque le sommeil nous rend aveugles, muets et quasi paralysés, notre cerveau travaille. Les neurones s'activent presque aussi souvent qu'en état de veille, pour une consommation d'énergie élevée. À quoi sert cette activité pendant un moment de supposé repos ?

Elle remplit probablement une fonction essentielle. Le premier élément qui le suggère est l'omniprésence du sommeil. Tous les animaux semblent dormir, malgré une vulnérabilité accrue face aux prédateurs. Les oiseaux, abeilles, iguanes et cafards dorment – de même que les drosophiles, comme nous l'avons montré avec d'autres chercheurs il y a plus de dix ans. L'évolution a entraîné des adaptations extraordinaires pour l'autoriser : ainsi, les dauphins et certains autres mammifères marins, qui doivent souvent remonter à la surface pour respirer, dorment « d'un hémisphère cérébral », pendant que l'autre reste éveillé.

Quelle est donc cette fonction du sommeil qui le rend si essentiel ? Quand nous sommes éveillés, des informations sont enregistrées dans notre cerveau sous la forme de modifications des connexions entre neurones. Il y a plus de 20 ans, nous

L'ESSENTIEL

- **Le sommeil doit avoir une fonction vitale, car il existe chez tous les animaux.**
- **Alors qu'on considère classiquement qu'il renforce les connexions neuronales codant les souvenirs, il pourrait en réalité les affaiblir. Les connexions impliquées dans les souvenirs importants seraient moins affaiblies que les autres.**
- **De cette façon, le sommeil préserverait les circuits cérébraux d'une saturation par les expériences quotidiennes et d'une consommation excessive d'énergie.**

© Frédéric Brodin

avons supposé que lorsque nous dormons, les milliards de connexions neuronales modifiées pendant l'éveil précédent s'affaiblissent – plus ou moins selon l'importance des souvenirs codés – et reviennent à un « état de base ». En conséquence, le sommeil permettrait d'enregistrer de nouveaux souvenirs tout au long de la vie sans que les réseaux cérébraux ne soient saturés ou ne détruisent des souvenirs anciens.

Une hypothèse controversée

Notre hypothèse va à l'encontre de celle de beaucoup de neurobiologistes. Certains soutiennent que la mémorisation durable est permise par le renforcement, lors du sommeil, des synapses (les zones de jonction entre les neurones) impliquées dans les souvenirs acquis récemment. Nous pensons que c'est l'affaiblissement des synapses associées aux souvenirs inutiles qui est à l'œuvre.

L'idée que le sommeil est important pour la mémoire remonte à près d'un siècle. Depuis, de nombreuses expériences ont montré qu'après une nuit de sommeil, voire juste un petit somme, les souvenirs