

Cuddly foxes show the ‘softer side’ of evolution

Christian Science Monitor 16/01/2019

This year marks the 60th anniversary of an experiment at Russia's Institute of Cytology and Genetics that is throwing light not just on the origins of dogs, but perhaps even modern humans.



When Lee Dugatkin went to Siberia in 2012 to learn more about an experiment that is illuminating one of the oldest problems in evolution, there was a moment he describes as “nirvana.” “This animal, which had never seen me before, within five seconds was licking my nose and ears,” says the University of Louisville biologist and science historian. “He was calmer and more friendly than the calmest lap dog you can imagine.”

This friendly animal was not a dog, but a fox, *Vulpes vulpes*, a species not typically known for leaping into the arms of unfamiliar primates. But this particular fox, a reddish male adult with a slender build and puplike face, belonged to a lineage that had been transformed. Professor Dugatkin was visiting the site of an experiment, which this year marks its 60th anniversary, at the Institute of Cytology and Genetics in Novosibirsk, Russia, that aimed to domesticate a wild species.

Fuelled by the ongoing revolution in our understanding of genetics and molecular biology, the experiment’s findings are now helping to reveal details of a potent evolutionary process that might help explain the emergence of modern *Homo sapiens* and our species’ ability to build civilizations. “Our own evolutionary trajectory has been radically shaped by domestication,” says Dugatkin, the co-author of the 2017 book “How to Tame a Fox (and Build a Dog).” “It creates a softer side to the story of human evolution.”

When Russian zoologist Dmitry Belyaev began working with foxes in the 1950s, he was studying a problem that had perplexed biologists ever since Charles Darwin noted that domesticated animals, from dogs to pigs to horses, often share a series of seemingly unrelated traits. Compared to their wild counterparts, domestic animals’ ears are often floppier, their tails curlier, and their coats more multicolored.

Domestic animals often appear more juvenile than wild ones, with flatter faces, smaller jaws and teeth, and more slender bodies. But why? The Soviet Union at the time was a dangerous place to practice Mendelian genetics. Until the mid-1960s, publicly supporting such “bourgeois pseudoscience” could result in a prison sentence, or worse. Indeed, Dr. Belyaev’s older brother, Nikolai, a silkworm geneticist, was executed under Stalin in 1937.

So when Belyaev recruited a young graduate assistant, Lyudmila Trut, to manage the experiment, he informed her that, officially, the project’s aim would be to increase production for the fur industry. Unofficially, it would be to breed the wild out of the fox. The plan was as straightforward as it was audacious. The foxes, originally gathered from fur farms, are raised in cages.

Beginning around the age of one month, each pup is periodically approached by a human caretaker and scored on a single criterion: the absence of a fearful or aggressive response to humans. In the experiment’s original design, only those with the highest scores would be allowed to reproduce, and then the process repeats for each subsequent generation. Measured on an evolutionary timescale, the shift happened in a blink.

Within 10 generations – foxes breed annually – the animals were happily greeting humans, sometimes even licking their caretakers’ faces. What’s more, just as Belyaev predicted, the foxes began to show some of the other tell-tale marks of domestication: floppy ears, curly tails, piebald fur, thinner bones, and a more juvenile appearance. Belyaev died in 1985, but Dr. Trut, who co-authored “How to Tame a Fox” with Dugatkin, continues the work.

And now, after 60 years of breeding for a single trait, a canid population exists that makes golden retrievers look rather unpleasant. “It’s like interacting with the friendliest dog imaginable,” says Dugatkin. Dugatkin stresses that these changes are happening at the genetic level. While it is certainly possible to raise a wild fox from birth and condition it to behave in certain ways around humans, doing so has no effect on the tameness of its offspring.

In the years since then, Belyaev and Trut’s experiment has continued to bear fruit. In 2014, a trio of researchers writing in the journal *Genetics* used the data to develop a unified model that could explain the mixture of physical characteristics – from the ears to the tail – that change with the decline of fear and aggression. “This is a phenomenon that is likely to have happened numerous times in the evolution of wild animals,” says Harvard University anthropologist Richard Wrangham, one of the authors of that paper, noting how animals on islands typically become tamer over time.

Professor Wrangham notes that some anthropologists believe that humans’ closest relatives may have undergone a similar shift. Chimpanzees and bonobos diverged from one another about 2 million years ago. Both share 99 percent of their genome with humans, but their behaviour and social structure is markedly different. Chimpanzees are male-dominant and aggressive, particularly between groups. Bonobos, which have more gracile features compared to chimps, are female-dominant and generally more docile.

The idea that a species can self-domesticate could hold important implications for the history of our own species. When compared with those of archaic humans, such as Neanderthals and early *H. sapiens*, the skulls of modern humans appear more juvenile, with smaller and

flatter faces, much like the skulls of dogs compared to wolves, domesticated foxes to wild foxes, and bonobos to chimpanzees.

This reduction in facial size looks a lot like self-domestication, says University of Iowa anthropologist Robert Franciscus. Early on in our species' history, contact between different groups of humans would have been marked by violence between males, just as it is with chimpanzees, says Professor Franciscus. But, beginning about 80,000 years ago and accelerating as our species migrated out of Africa some 60,000 years ago, groups of humans became less and less isolated from one another.

This increased contact opened the door to a new strategy: altruism. "When you live in small, connected bands across the landscape, and you engage in altruistic behaviour, then you can be helped when you're in trouble," Franciscus says. "That kind of scenario might be difficult to get going, but once it does, you can imagine how it could take off very quickly." As altruistic males began out-competing aggressive males, more robust social networks emerged, and so too did the ability to transmit culture, such as tool-making techniques, burial practices, art, music, language, and so on, between groups.

This ability to disseminate ideas, and not just the ability to develop them, says Franciscus, is what distinguishes modern *H. sapiens* from our relatives. "Cognitive processes by themselves probably are not sufficient," he says. "Technological innovation requires the capacity to actually spread ideas throughout humans groups, so that you don't constantly have to reinvent them."

SCIENCES



La part tendre de l'évolution

Biologie. Une expérience conduite depuis soixante ans sur des renards et l'avancée de notre compréhension de la génétique suggèrent que l'émergence de l'homme moderne a été façonnée par l'altruisme et la capacité à interagir pacifiquement.

→ Dessin de Belle Mellor paru dans *The Guardian*, Londres.



—The Christian Science Monitor
Boston

En 2012, Lee Dugatkin s'est rendu en Sibérie pour observer une expérience qui éclaire un des plus vieux problèmes de l'évolution. Et il a connu un moment qu'il qualifie de «*nirvana*».

«*Au bout de cinq secondes, cet animal qui ne m'avait jamais vu de sa vie léchait mon nez et mes oreilles*, raconte ce biologiste et historien des sciences de l'université de Louisville, dans le Kentucky. *Il était plus calme et plus affectueux que le plus gentil des petits chiens que l'on puisse imaginer.*»

Cette bête amicale n'était pas un chien, mais un renard. Pourtant, *Vulpes vulpes* n'est pas particulièrement connu pour sauter dans les bras du premier primate venu. Mais ce renard-là, un adulte mâle, roux et mince, au visage de chiot, faisait partie d'une lignée très particulière.

Influence de la domestication. Lee Dugatkin visitait le site où l'Institut de cytologie et de génétique de Novossibirsk, en Russie, réalise une expérience qui souffle cette année ses soixante bougies. Une expérience visant à domestiquer une espèce sauvage. Nourrie par la révolution qui secoue actuellement notre compréhension de la génétique et de la biologie moléculaire, l'étude pourrait nous aider à expliquer l'émergence d'*Homo sapiens* – l'homme moderne – et même notre capacité à construire des civilisations.

«*L'évolution de l'homme a été radicalement influencée par la domestication*, explique Lee Dugatkin, coauteur du livre *How to Tame a Fox (and Build a Dog)* [«*Comment domestiquer un renard (et en faire un*

chien)», non traduit], paru en 2017. *Et ce phénomène donne à l'évolution humaine une facette moins rude.*»

Quand le zoologue russe Dmitri Beliaïev a commencé à travailler avec des renards dans les années 1950, il s'est attaqué à un problème qui laissait les biologistes perplexes depuis que Charles Darwin avait expliqué que les animaux domestiqués, du chien jusqu'au cochon en passant par le cheval, partageaient souvent une série de traits qui n'avaient en apparence pas de lien les uns avec les autres. Quand on les compare avec leurs cousins sauvages, les animaux domestiques présentent souvent des oreilles plus tombantes, une queue plus enroulée et un pelage multicolore. De surcroît, les animaux domestiques ont généralement l'air plus jeunes que les animaux sauvages – visage plus plat, mâchoire et dents plus petites, corps plus gracieux. Mais pourquoi?

À l'époque, l'Union soviétique était un endroit dangereux pour qui pratiquait la génétique mendélienne [dont la vocation est d'étudier la transmission des caractères héréditaires de génération en génération]. Jusqu'au milieu des années 1960, soutenir publiquement une telle «pseudoscience bourgeoise» pouvait valoir une peine de prison. Ou pire. Le frère aîné de Dmitri Beliaïev, Nikolaï, un généticien spécialiste du ver à soie, a été exécuté sous le régime de Staline en 1937. Aussi, quand Dmitri Beliaïev recruta une

Au bout de dix générations, les animaux accueillaient chaleureusement les humains.

jeune assistante, Lyudmila Trut, pour gérer l'expérience, il l'informa que, officiellement, le projet visait à améliorer la production de l'industrie de la fourrure. Officieusement, le but était d'expurger le renard de son côté sauvage.

Le plan est aussi simple qu'audacieux. Les renards, dont les premiers individus venaient de fermes d'élevage d'animaux à fourrure, sont élevés dans des cages. Vers l'âge de 1 mois, les renardeaux sont périodiquement approchés par un humain et notés selon un critère : l'absence de réaction craintive ou agressive à l'humain. Seuls les individus ayant les meilleures notes sont autorisés à se reproduire. Et le processus se répète de génération en génération.

À l'échelle de l'évolution, la transformation des renards s'est passée en un clin d'œil. Au bout de dix générations – les renards se reproduisant tous les ans –, les animaux accueillaient chaleureusement les humains et allaient parfois jusqu'à lécher le visage de la personne qui venait s'occuper d'eux. Qui plus est, comme l'avait prédit Dmitri Beliaïev, les canidés ont commencé à montrer certains signes typiques de domestication : oreilles tombantes, queue enroulée, pelage bicolore [avec des taches nettes comme la robe pie des chevaux], os plus fins et apparence plus juvénile.

Golden retriever. Dmitri Beliaïev est mort en 1985, mais Lyudmila Trut, coauteure de *How to Tame a Fox*, poursuit l'expérience. Et aujourd'hui, après que le même trait a été sélectionné pendant soixante ans, il existe une population de canidés à côté desquels même un golden retriever aurait l'air méchant.

«*C'est comparable au chien le plus affectueux que l'on puisse imaginer*», assure Lee Dugatkin. Il souligne que les changements se produisent au niveau génétique. S'il est sans doute possible de prendre un renard sauvage à la naissance et de l'élever de sorte qu'il se comporte d'une certaine façon en présence de l'homme, cela n'aurait aucun effet sur sa descendance.

L'expérience de Dmitri Beliaïev et Lyudmila Trut continue de porter ses fruits. En 2014, trois chercheurs ont publié dans le journal *Genetics* un article sur un modèle unifié, développé à partir des données de l'expérience, qui pourrait expliquer le mystère des caractéristiques physiques – des oreilles jusqu'à la queue – qui évoluent avec le déclin de la réactivité émotionnelle (peur et agressivité).

«*Ce genre de transformations s'est sans doute produit de nombreuses fois dans l'évolution des animaux sauvages*», explique Richard Wrangham, anthropologue à l'université Harvard et coauteur de l'article. Il ajoute que les animaux vivant sur des îles deviennent généralement plus doux au fil du temps.

37 ← Certains anthropologues pensent que les plus proches cousins de l'homme auraient peut-être connu un tel changement, explique Richard Wrangham. Les chimpanzés et les bonobos ont divergé les uns des autres il y a environ 2 millions d'années. Ils partagent 99 % de leur génome avec l'homme, mais leur comportement et leur structure sociale sont très différents. Les chimpanzés se caractérisent par leur organisation patriarcale et leur agressivité, notamment entre groupes. Les bonobos, qui ont des traits plus graciles en comparaison des chimpanzés, se distinguent par leur organisation matriarcale et leur comportement généralement plus docile.

“Si vous avez un comportement altruiste, vous pourrez obtenir de l'aide quand vous aurez un problème.”

Robert Franciscus, ANTHROPOLOGUE

Une espèce pourrait ainsi “s'autodomestiquer”. Les implications de cette idée pour l'histoire de notre propre espèce sont considérables. En comparaison de celui d'humains archaïques comme l'homme de Neandertal et les premiers *Homo sapiens*, le crâne de l'homme moderne apparaît plus juvénile, plus petit et plus plat – un peu comme le crâne du chien en comparaison de celui du loup, du renard domestiqué en comparaison de celui du renard sauvage, et du bonobo en comparaison de celui du chimpanzé.

Cette réduction de la taille du visage ressemble fort à une “autodomestication”, estime Robert Franciscus, anthropologue à l'université de l'Iowa.

Au début de l'histoire de notre espèce, les contacts entre différents groupes humains semblent avoir été marqués par les violences entre mâles, tout comme chez le chimpanzé, note Robert Franciscus. Mais, depuis 80 000 années, et encore plus depuis 60 000 années, lorsque des individus de notre espèce ont quitté l'Afrique, les différents groupes d'humains ont eu de plus en plus de contacts entre eux.

Idées disséminées. Ces contacts ont ouvert la porte à une nouvelle stratégie : l'altruisme. “*Si vous vivez au sein de petits groupes qui ont des contacts entre eux et que vous avez un comportement altruiste, alors vous pourrez obtenir de l'aide quand vous aurez un problème*”, résume Robert Franciscus. *Ce genre de dynamique peut être difficile à lancer, mais une fois que c'est fait, on peut imaginer qu'elle prend rapidement de la vitesse.*”

Quand les mâles altruistes ont commencé à supplanter les mâles agressifs, des réseaux et des liens sociaux plus solides ont vu le jour, ainsi que la capacité de transmettre des éléments culturels entre différents groupes – techniques de fabrication d'outils, pratiques funéraires, art, musique, langage, etc. Cette capacité à disséminer des idées, et pas simplement à en produire, explique l'anthropologue, est ce qui distingue *Homo sapiens* moderne du reste de sa famille.

“*Les processus cognitifs en soi ne sont probablement pas suffisants pour innover*”, poursuit Robert Franciscus. *L'innovation technologique nécessite la capacité à diffuser des idées vers différents groupes humains pour que chaque groupe n'ait pas à les réinventer.*”

—Eoin O'Carroll

Publié le 16 janvier