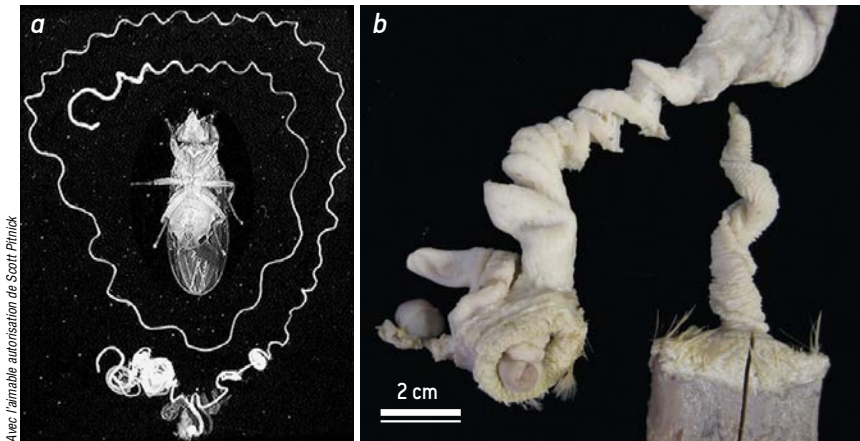




Avec l'aimable autorisation de Scott Plinick

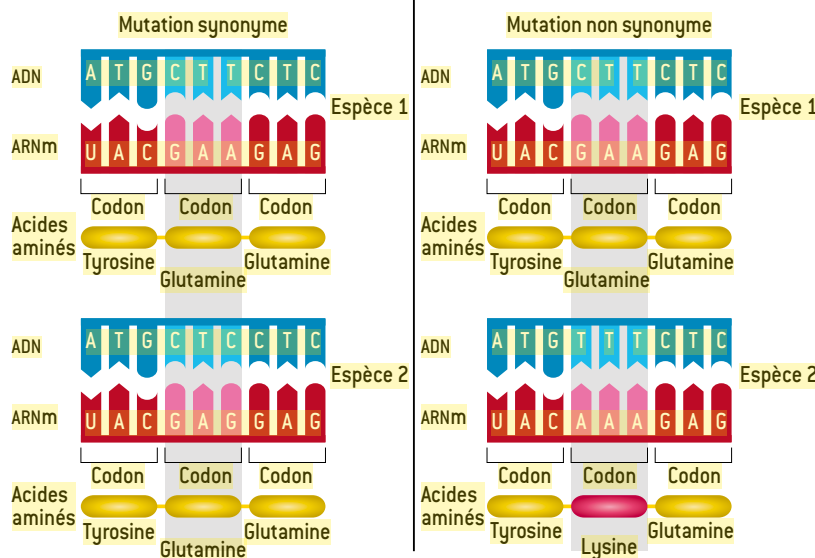
Avec l'aimable autorisation de Patricia Brennan

2. DEUX CARACTÈRES REPRODUCTEURS sélectionnés au fil de l'évolution. Le plus grand spermatozoïde connu (58 millimètres de longueur) est produit par la mouche des fruits *Drosophila bifurca* (a, une mouche *D. bifurca* mâle entourée de son testicule). Les voies génitales de la cane de Pékin (b, à gauche) ont une forme en hélice orientée dans le sens opposé de celui du pénis du mâle (b, à droite). La fécondation n'a lieu que si la femelle facilite la pénétration.

COMMENT ON MESURE L'ÉVOLUTION RAPIDE DES GÈNES

L'évolution rapide des gènes est détectée par l'analyse du nombre de mutations qui modifient la séquence des protéines codées. Les protéines sont constituées d'acides aminés, chacun codé dans les gènes par un ensemble de trois nucléotides (représentés ici par les lettres A, C, G, T) nommé codon. Copiée sous forme d'ARN messager (une molécule elle aussi constituée de nucléotides, notés A, C, G, U), l'information contenue dans les gènes est transportée jusqu'à la machinerie de production des protéines. Chaque codon de l'ARN messager impose l'acide aminé qui sera ajouté pour fabriquer la protéine correspondante.

Plusieurs codons peuvent coder un même acide aminé. Ainsi, si une erreur de copie modifie un nucléotide, elle n'entraîne pas toujours un changement de l'acide aminé (et donc de la protéine produite). Une mutation qui n'entraîne pas de modification de la protéine est dite synonyme (ci-dessous à gauche) : ici, le codon de l'ARN messager a été modifié de GAA en GAG, mais ces codons codent tous deux l'acide aminé glutamine, et la protéine reste inchangée. À l'inverse, une mutation qui entraîne une modification de la protéine est dite non synonyme (ci-dessous à droite) : ici, le codon GAA a été modifié en AAA, ce qui change l'acide aminé glutamine en lysine, et donc la protéine. L'évolution rapide est détectée en comparant, entre deux espèces, les nombres de modifications synonymes et non synonymes. Si leur rapport est inférieur à un, la protéine évolue rapidement.



certaines plantes, les ovules et les spermatozoïdes sont libérés dans l'environnement. Dans ce mode de fécondation, les gamètes développent des caractéristiques uniques pour leur protection et leur dispersion.

Que la fécondation soit interne ou externe, les différences observées sont de divers types. La plus flagrante concerne la taille et le nombre des gamètes. De façon générale, les femelles ne libèrent que quelques centaines d'ovules au cours de leur vie, tandis que les mâles produisent des spermatozoïdes en abondance. Un homme éjacule 200 à 500 millions de spermatozoïdes – un nombre modeste à côté des 8 milliards produits par le porc d'élevage en une seule émission ! L'ovule, en revanche, est plus volumineux que le spermatozoïde (8000 fois plus chez l'homme) : non seulement il présente plusieurs barrières le protégeant de la polyspermie (l'entrée de plusieurs spermatozoïdes dans l'ovule), mais il contient aussi des ressources nutritives pour la cellule née de la fusion des deux gamètes (le zygote).

Des gènes qui évoluent plus vite que les autres

D'une espèce à l'autre, on observe aussi une grande diversité de tailles et de formes des spermatozoïdes (voir la figure 1) et des ovules. Par exemple, l'un des plus grands spermatozoïdes (deux millimètres) est produit par... la mouche du vinaigre. Le record est détenu par une espèce apparentée, *Drosophila bifurca*, dont le spermatozoïde mesure 58 millimètres (voir la figure 2a). Le spermatozoïde de *D. bifurca* est 1000 fois plus long que celui de l'homme. Comment des spermatozoïdes et des ovules, impliqués dans la réalisation d'une fonction bien établie – la fécondation – ont-ils acquis une telle disparité de formes au cours de l'évolution ?

Les gamètes sont constitués de différentes molécules, dont les protéines codées par les gènes qui s'y expriment. Des modifications de ces protéines au fil du temps peuvent conduire à la séparation d'une population unique en deux espèces distinctes. Les protéines sont constituées d'acides aminés, chacun étant codé par une combinaison de trois nucléotides, les constituants des gènes. La modification d'un nucléotide peut suffire à changer l'acide aminé recruté et, par là même, la protéine synthétisée. Les gènes qui évoluent vite sont associés à des fréquences élevées de modification des acides aminés.