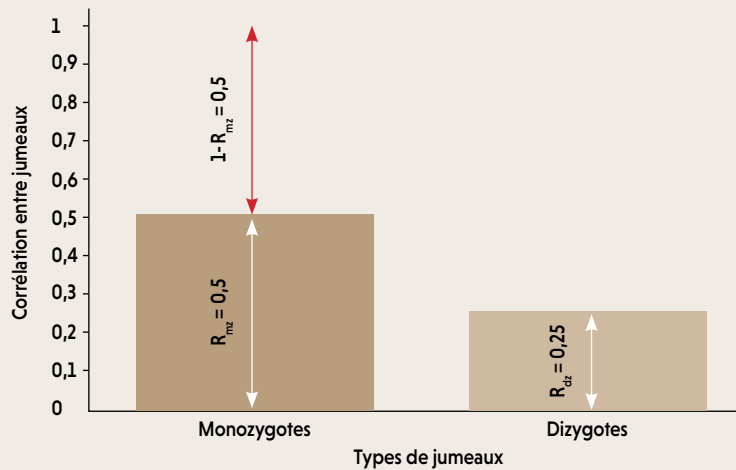


ESTIMER L'HÉRITABILITÉ ?

L'hérabilité d'un trait est couramment estimée en comparant les corrélations entre les valeurs du trait pour les paires de jumeaux monozygotes (R_{mz}) et dizygotes (R_{dz}). Théoriquement cette corrélation est comprise entre 0 et 1, puisqu'on ne peut pas avoir de ressemblance négative. La ressemblance entre jumeaux pour un trait donné résulte à la fois de leur similarité génétique, des effets additifs des gènes sur le phénotype de ce trait A et de la similarité de l'environnement dans lequel les jumeaux se développent, aussi appelée effets d'environnement partagé (notés C). Le degré de similarité génétique entre deux individus i et j est généralement calculé par leur coefficient de parenté Φ_{ij} et correspond à la probabilité que deux gènes, sur un locus pris au hasard dans leur génome, proviennent du même ancêtre. Contrairement aux paires monozygotes qui partagent 100 % de leurs gènes ($\Phi_{ij} = 1$), les dizygotes partagent 50 % de leurs gènes ($\Phi_{ij} = 1/2$).

Ainsi, $R_{mz} = \Phi_{ij} \times V_A + 1 \times V_C$ soit $1 \times V_A + 1 \times V_C$ et $R_{dz} = \Phi_{ij} \times V_A + 1 \times V_C$ soit $1/2 V_A + V_C$. A partir de ces deux expressions (voir la figure



ci-dessus), il est possible de calculer la variance additive génétique (V_A), la variance correspondant aux effets d'environnement partagé (V_C), et V_E , la variance résiduelle qui n'est ni expliquée par les effets additifs génétiques ni par les effets d'environnement partagé, mais qui résulte d'effets d'environnement uniques à chaque individu. L'hérabilité, notée h^2 , représente le ratio de la variance additive génétique sur la variance phénotypique totale : $h^2 = V_A / (V_A + V_C + V_E)$.

Les corrélations entre paires de jumeaux monozygotes et dizygotes servent à estimer les composantes de la variation phénotypique d'un caractère. Si $R_{mz} = 0.5$ et $R_{dz} = 0.25$, on calcule $V_A = 0.5$; $V_E = 0.5$ et $V_C = 0$. L'hérabilité h^2 vaut alors $0.5 / (0.5 + 0 + 0.5)$, soit 0,5.

➤ demeure d'actualité, qu'il s'agisse par exemple de la construction de l'identité sexuelle, du rapport entre hommes et femmes ou de l'émergence de la tendance criminelle chez un individu. Entre supposer la nature innée d'un comportement imperméable à tout effet du milieu, et présumer de l'omnipotence de ce milieu et de l'absence d'effets irrémédiables sur le comportement, au-delà des divergences philosophiques, le contraste des opinions a souvent de lourdes conséquences politiques et sociales.

L'INNÉ, UN CONCEPT FLOU

Le mot «inné» désigne un trait qui serait très fortement déterminé par les gènes. Mais comment le savoir ? Cette question pourtant simple à poser n'appelle aucune réponse utile et claire. Ainsi, pour certains, un trait inné doit être présent à la naissance, comme respirer. Mais que dire alors de la barbe chez les garçons et les cycles menstruels chez les filles qui sont sans doute génétiquement déterminés et certainement pas présents à la naissance ?

D'autres s'entendent pour dire qu'un comportement inné doit être universel. C'est le cas notamment du réflexe de têter, de rire ou de dormir. Mais certaines tendances comportementales innées, comme la préférence pour la main droite, ne sont pas universelles et pourtant probablement génétiquement transmises. D'autres encore exigeront qu'un comportement inné soit fixe et stéréotypé comme le

bâillement ou le tressaillement des sourcils à la vue d'une autre personne. Mais plusieurs comportements appris deviennent rapidement tout aussi stéréotypés, comme le maniement des couverts, la forme de l'écriture cursive et la position du sommeil.

Reste le caractère irrépressible du geste comme l'éternuement ou le bâillement. Mais le jeu compulsif, l'alcoolisme et l'abus de drogues sont autant de comportements difficilement contrôlables qu'il serait difficile de classer comme innés.

Enfin, on peut toujours considérer qu'un comportement qui n'est pas appris doit forcément être inné. Mais pouvons-nous nous satisfaire de reconnaître un phénomène à partir de ce qu'il n'est pas ? De plus, est-il vraiment plus simple d'établir qu'un comportement n'est pas appris ? Bref, il est étonnant de constater à quel point on peut débattre sur la nature innée ou acquise d'un comportement, sans pourtant arriver à cerner ce qu'on entend par l'une ou l'autre de ces natures. Cette difficulté de reconnaître l'innée de l'acquis n'est pas sémantique, elle est liée au fait que ces catégories isolées n'existent tout simplement pas.

L'idée qu'un comportement soit inné suppose faussement qu'il puisse se transmettre simplement, selon une génétique mendélienne binaire avec des allèles dominants et récessifs. La réalité est que la plupart des traits, et particulièrement ceux qui affectent le comportement, ne sont pas

discrets, mais plutôt continus, comme le QI, la propension musicale ou la taille.

Ces traits résultent du cumul d'effets mineurs associés à une multitude de gènes dits additifs. La couleur de la peau offre un exemple de la complexité de la question génétique (voir la figure page 15). Bien sûr, cette couleur est sans aucun doute affectée en grande partie par les gènes, mais quels gènes, combien et quels allèles ? Mais la génétique sous-jacente ne suffit pas à expliquer toutes les nuances rencontrées. Seule une proportion de la variation visible de ces traits est attribuable à la variation dans la composition génétique des individus. On peut l'estimer grâce à l'indice d'héritabilité (voir l'encadré page ci-contre), le plus apte à décrire l'interaction entre les gènes et le milieu sur notre apparence.

L'HÉRITABILITÉ EN QUESTION

L'héritabilité est utilisée pour prédire la réponse d'un trait à la sélection naturelle ou artificielle. Elle a été la source principale des changements remarquables des espèces domestiques au ^{xx}e siècle. Il s'agit d'un indice populationnel, standardisé, calculé comme la proportion de la variation interindividuelle d'un trait qui est attribuée aux effets additifs des gènes. L'héritabilité est généralement estimée à l'aide des ressemblances phénotypiques entre paires d'individus de parentés différentes.

L'héritabilité varie de 0 à 1. Une héritabilité de 0,5 signifie que 50% de la variation dans un

trait est d'origine génétique. Mais on ne peut pas en déduire que 50% du phénotype d'un individu vient des gènes. Il est important de saisir qu'un trait peut être génétiquement déterminé sans être héritable. En effet, certains traits fortement sous le contrôle des gènes comme le nombre d'oreilles ou de cœur sont semblables en tout point parmi les individus d'une population. Pourtant, l'absence de différences visibles dans ce nombre rend ces traits non-héréditaires, car invariables : héréditaire ne veut pas dire inné.

Ces dernières décennies, la pléthore d'analyses de comparaison de jumeaux et d'analyses génomiques (voir l'encadré ci-dessous) nous conduit à trois conclusions majeures : l'immense majorité des traits humains sont héréditaires ; en comparaison, l'environnement partagé joue un rôle faible sur la variance des comportements ; enfin, la moitié environ des différences comportementales résulte d'un environnement non partagé. Que ce soit la personnalité, les capacités cognitives, la schizophrénie, l'hyperactivité, ou encore les convictions politiques ou religieuses, les études démontrent que l'héritabilité des traits comportementaux tourne autour de 0,30.

La publication dans les médias de résultats sur l'héritabilité de comportements humains déclenche souvent de vives oppositions. En effet, ce que nous dit une héritabilité de 0,30, c'est que 70% de cette variation n'est pas expliquée pas des effets génétiques mais par une diversité ➤

DE L'HÉRITABILITÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT

En 2015, une méta-analyse portant sur 2 748 études de corrélations de jumeaux établies entre 1952 et 2012 et regroupent 17 840 traits sur plus de quatre millions de paires de jumeaux a révélé l'importance relative de l'héritabilité et de l'environnement partagé et non partagé sur les différences phénotypiques de traits humains. En moyenne, l'héritabilité explique un peu moins de 50 % de la variation

totale d'un trait, contre 20 % pour les effets d'environnement partagés. Il reste donc environ 30 % de la variation expliqués par les effets d'environnement non partagés. Les traits morphologiques sont les plus héréditaires (squelettiques, ophtalmologiques...). Les traits les moins héréditaires sont liés aux interactions sociales, aux valeurs sociales, ou à la reproduction.

