



PAR PAR CORINNE AUGÉ
PROFESSEUR DE GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE
À L'UNIVERSITÉ DE TOURS

Intelligence & épigénétique :

CONJUGUER L'INNÉ ET L'ACQUIS

L'intelligence et les talents sont-ils innés ou acquis ? Sempiternelle question, certes. Mais son enjeu est bien plus que théorique ou idéologique. Il nous mène au cœur de nos préoccupations de parents : est-il possible, et comment, de développer les capacités cognitives que nos chères têtes blondes ou brunes vont mobiliser dans l'expression de leur(s) talent(s) ? L'épigénétique, toute nouvelle discipline scientifique, pourrait-elle nous y aider ? Commençons par bien définir ce dont nous voulons parler.

L'inné

Cette notion puise ses racines dans l'*innéisme*, une doctrine philosophique selon laquelle certaines structures mentales (comme des idées ou des principes) sont présentes dans l'esprit humain sans être le résultat d'un apprentissage. Cette doctrine existe depuis Platon. Au 17^{ème} siècle, Descartes et les partisans de l'innéité considèrent que l'individu naît avec tous les traits (physiques et psychiques) qui le constitueront. Au 19^{ème} siècle, Francis Galton, inventeur de l'eugénisme et cousin de Charles Darwin, considère qu'innéité et nature ne font qu'un, et désigne « *tout ce qu'un homme apporte avec lui lorsqu'il vient au monde* ». La découverte de l'ADN, des chromosomes, des gènes va préciser le concept. Pour les occidentaux de la fin du 20^{ème} siècle, est inné tout ce dont un enfant hérite de ses parents, du point de vue génétique.



L'acquis

L'acquis se définit toujours en complément voire en opposition à l'inné. Est acquis tout ce qui n'est pas inné... et vice-versa. Est acquis tout ce qui relève de l'environnement, au sens large. Cette opposition est fortement ancrée dans l'opinion publique, comme une sorte d'évidence, soutenue par des expressions populaires.

Mais... cette opposition entre inné et acquis est fausse !

L'analyse scientifique démontre qu'au contraire, il existe un *continuum* entre inné et acquis. Chaque trait de caractère, physique ou psychique, est un cocktail des deux. Cocktail dans lequel il peut s'avérer difficile, voire impossible de séparer les ingrédients.

Un exemple très concret est celui de la taille des individus. S'il est évident que ce trait est génétiquement déterminé (des parents de grande taille ont généralement des enfants de grande taille), l'amélioration des conditions de vie (l'environnement) explique pourquoi les populations occidentales ont « grandi » en moyenne de 8 à 11 cm depuis un siècle. Cet exemple illustre à quel point il peut être difficile de distinguer, dans un trait de caractère, la part de la composante génétique, dite *innée*, de celle de l'environnement.

Mais après tout, à quoi sert de mesurer la part respective de ces deux composantes ?

En santé publique, la réponse est évidente. Il est important de comprendre les causes de pathologies qui affectent une population, pour prendre les mesures *ad hoc*. Les scientifiques ont donc développé des outils pour évaluer la part des facteurs environnementaux et génétiques dans diverses maladies. Ils utilisent un test mis au point au début du 20^{ème} siècle, pour quantifier le *taux de variation* d'un trait de caractère attribuable à des facteurs génétiques. Ce taux de variation est appelé *héritabilité*, terme qui provoque une confusion dans le grand public, les médias et même chez certains chercheurs en sciences sociales qui assimilent, à tort, *héritabilité* et héréditaire. La différence ? Est *héréditaire* ce qui est transmissible à la descendance, alors que *l'héritabilité* désigne un taux de variation. En réalité, affirmer qu'un trait de caractère (physique ou psychique) a une héritabilité de 50 % signifie que les différences entre individus sont pour moitié génétiques et pour moitié environnementales.

L'épigénétique

La difficulté à dissocier l'inné de l'acquis tient au fait que le développement d'un individu, depuis sa conception, résulte d'interactions entre son génome¹ et l'environnement – en tout premier lieu l'environnement utérin. Ces interactions sont aujourd'hui objets d'étude d'une jeune discipline scientifique, l'épigénétique.

IL EXISTE UN CONTINUUM
ENTRE INNÉ ET ACQUIS.
CHAQUE TRAIT DE
CARACTÈRE, PHYSIQUE
OU PSYCHIQUE, EST UN
COCKTAIL DES DEUX.

Cette science, dérivée de la génétique qui étudie les gènes, étudie quant à elle la variation de l'activité des gènes. Comment s'opère cette variation ? Par des mécanismes moléculaires, sous influence de l'environnement, et appelés *marques épigénétiques*.

Or il se trouve que, parmi tous les organes, le cerveau est le plus sensible aux interactions gènes/environnement, tant au cours du développement embryonnaire que tout au long de la vie d'un individu. Pourquoi ? Parce que les mécanismes épigénétiques sont consubstantiels de la plasticité neuronale². Voyons comment.

1. Totalité des informations génétiques (des gènes) reçues par un embryon, au moment de la fécondation, de son père et de sa mère.

2. Mécanismes par lesquels le cerveau est capable de se modifier lors des processus de neurogenèse (dès la phase embryonnaire) ou lors d'apprentissages.



Le cerveau

Dans l'embryon humain, les cellules qui constitueront le cerveau apparaissent dès le 16^{ème} jour post-fécondation. Elles constituent la plaque neurale, à partir de laquelle sera formé le tube neural (future moelle épinière) puis le télencéphale (futur cerveau). Dans le télencéphale, la neurogenèse³ permet la formation des différentes zones du cerveau, constituées de neurones au rôle différent (neurones moteurs, sensitifs...). L'étape suivante est l'établissement de connexions entre les neurones matures des différentes zones, connexions appelées *synapses*.

L'épigénétique du cerveau

Les différentes étapes du développement et de la maturation du cerveau sont contrôlées par des facteurs génétiques (des gènes particuliers) et modulées par des facteurs environnementaux. Cette modulation met en jeu des mécanismes épigénétiques, dont le rôle est – entre autre – essentiel lors de la synaptogenèse⁴. Les synapses sont produites en surnombre et les synapses inutiles sont éliminées par vagues successives. Chez l'Homme, il existe 5 phases successives de production et d'élimination des synapses ; les deux premières sont limitées dans le temps. La 3^{ème} phase, de production intense, survient entre la mi-grossesse et le 8^{ème} mois ; la 4^{ème} va de la naissance à la puberté ; la dernière phase va jusqu'à l'âge adulte et dure toute la vie.

Le cerveau d'un enfant est donc la résultante de ces deux composantes, génétique et environnementale.

Dès la conception, l'environnement utérin, qui dépend de l'environnement maternel, agit sur le patrimoine génétique reçu par l'embryon, et réciproquement. Cette circonstance permet, en partie, de rendre compte de l'augmentation exponentielle de la prévalence des TSA⁵, constatée dans tous les pays occidentaux depuis 30 ans. Ces chiffres sont regardés avec prudence, car les méthodes de diagnostic ont évolué au cours de la même période. Mais les études scientifiques ont permis de vérifier que certains facteurs environnementaux pouvaient être impliqués, comme le stress maternel ou la consommation de cannabis, y compris paternelle !

Après la naissance, le dialogue gène/environnement perdure. Ces interactions détermineront la quantité et la qualité des contacts synaptiques, impliqués dans tous les processus cognitifs. Ainsi, la création d'un souvenir, indispensable à tout apprentissage, dépend du renforcement synaptique entre les neurones de l'engramme⁶, renforcement contrôlé par des mécanismes épigénétiques. L'oubli de ce même souvenir emprunte le chemin inverse :

3. Production de progéniteurs de neurones, puis de neurones matures.

4. Fabrication des synapses par les neurones.

5. En France, 1 enfant de 8 ans sur 1 000 présentait un TSA en 1995 contre 8 en 2010.

6. Trace biologique de la mémoire (trace mnésique) dans le cerveau.

effacement des marques épigénétiques, affaiblissement des contacts synaptiques, et disparition de l'engramme.

Dès lors, peut-on distinguer l'inné de l'acquis dans les traits cognitifs d'une personne ?

Les mesures d'héritabilité mentionnées ci-avant nécessitent de pouvoir comparer deux populations, entre lesquelles une variation phénotypique⁷ est observée, en dehors de toute autre variation ; ceci permet d'évaluer l'impact de l'environnement sur cette variation, et, par déduction, la part de variation génétique.

Chez l'Homme, ces études reposent surtout sur la comparaison entre jumeaux homozygotes (dits vrais jumeaux) et hétérozygotes. Elles sont complétées par des approches purement génétiques, pour lesquelles les génomes de milliers d'individus sont séquencés puis comparés, à la recherche de variations génétiques pouvant conduire à des variations phénotypiques. Ces analyses, appelées GWAS⁸, sont largement utilisées dans l'étude des maladies multigéniques⁹. Malgré leurs limites¹⁰ scientifiques, elles ont apporté la preuve de leur utilité pour la compréhension des bases génétiques de maladies complexes – troubles du spectre autistique (TSA), ou troubles psychotiques telle la schizophrénie, par exemple.

Mais ces mêmes études sont à prendre avec beaucoup de circonspection dès lors qu'on s'adresse à des traits cognitifs comme l'intelligence, la violence ou les comportements sexuels. Et il est salutaire de se demander par qui, et dans quel dessein, ces expériences sont réalisées, surtout

si elles servent d'alibi à la prise de décision politique, en particulier dans le domaine de l'école et de l'éducation des enfants.

Pour l'heure, ce que nous enseigne l'épigénétique tient en deux constats : l'intelligence et les talents de notre enfant vont se développer en fonction de ce qu'il vivra (depuis sa conception), ET cet épanouissement sera la floraison de ce qu'il a reçu en héritage. ■

Corinne Augé est professeur de génétique moléculaire à l'université de Tours et coordinatrice de l'axe épigénétique au sein de l'équipe IDeALS du laboratoire iBrain. Ses recherches se concentrent sur le glioblastome, un cancer du cerveau très agressif, dans le but de développer de nouvelles stratégies thérapeutiques. Passionnée par la médiation scientifique, elle œuvre également à rendre la génétique et l'épigénétique accessibles au grand public (www.tamygenetique.com). Elle vient de publier un ouvrage, *L'épigénétique et le cou de la girafe* (Humensciences), dans lequel elle explore comment l'épigénétique redéfinit notre compréhension de l'inné et de l'acquis.

7. Ensemble des traits observables d'un individu.

8. *Genome-Wide Association Study* : étude d'association pangénomique.

9. Maladies pour lesquelles plusieurs gènes contribuent à l'apparition de la pathologie.

10. Faible contribution des effets de la variation d'un seul gène (quand des dizaines sont impliqués), biais de population, complexité de certaines maladies, importance de l'environnement (impossible à prendre en compte) dans les variations individuelles.

