

DES ERREURS EN SCIENCE, POURQUOI ?

Médecine, psychologie, génétique, neurosciences, économie... Dans bien des domaines, les erreurs scientifiques abondent. Pourquoi avons-nous tant de mal à les éviter ? Dans un article publié en 2005 dans la revue *PLoS Medicine* et abondamment commenté par la communauté scientifique, John Ioannidis, de l'université Stanford, avance trois raisons.

La première est inhérente à la science : il n'y a pas de vérité absolue et toute conclusion est énoncée moyennant un certain risque de se tromper, qu'on cherche à rendre le plus petit possible. Par convention, ce risque d'erreurs acceptable oscille entre 1 et 5 % (il est généralement fixé à 5 % en psychologie). Si une étude concluait que l'adoption d'une posture à la Usain Bolt accroît le taux de testostérone, il y aurait donc 5 % de chances qu'elle se trompe et que ce qu'elle a observé soit le fruit du hasard. C'est le principe du faux positif.

La deuxième raison est un biais de publication, les revues favorisant à outrance les recherches qui ont montré l'existence d'un effet donné. L'absence d'effet est pourtant également une information précieuse ! Ce biais peut induire des comportements discutables de la part des scientifiques, comme prendre certaines libertés dans la façon de conduire, d'analyser et de rapporter les résultats d'une recherche ; ou négliger de nombreuses données, à jamais perdues pour la science.

Enfin, la troisième raison a trait au contexte actuel de la recherche scientifique. Tous les scientifiques connaissent l'expression *publish or perish*, littéralement « publier ou périr » : pour décrocher un poste ou des financements, il faut publier le plus possible et le faire dans des revues de préférence influentes. Ce qui incite certains à enjoliver les résultats, voire à en inventer...

leurs efforts afin de répliquer une étude donnée. Cette méthode « multilaboratoire » est en progression depuis 2015. Pour l'étude du stylo dans la bouche, par exemple, ce sont pas moins de 17 laboratoires et 54 chercheurs, coordonnés par Eric-Jan Wagenmakers, de l'université d'Amsterdam, qui se sont associés ! Dix-sept laboratoires, 17 réplifications directes, mais pas une ne trouve un effet du sourire forcé sur le jugement. La conclusion est autrement convaincante que celle d'une équipe isolée.

Mais ces réplifications ne font pas qu'envoyer des résultats au tapis : elles se révèlent parfois riches d'enseignement – comme d'ailleurs bien d'autres expériences qui échouent à démontrer le phénomène étudié. C'est ce que nous avons constaté lors de travaux autour de la célèbre illusion visuelle d'Ebbinghaus, selon laquelle un même cercle apparaît plus gros lorsqu'il est entouré de petits cercles plutôt que de grands. En 2012, Jessica Witt, de l'université Purdue, et ses collègues avaient reproduit l'illusion sur un tapis de minigolf et montré que lorsqu'on leur faisait paraître le trou plus large, les joueurs réussissaient mieux à y envoyer la balle.

Mais par la suite, plusieurs indices m'ont amené à questionner sa validité. D'une part,

d'autres expériences cherchant à exploiter l'illusion visuelle d'Ebbinghaus – dont une à laquelle j'ai participé – n'y parvenaient pas. D'autre part, en examinant plus en détail l'étude originale, je me suis aperçu que les auteurs avaient exclu les données de 4 des 36 participants et ignoré certaines configurations de l'expérience qui contredisaient leurs conclusions. Cette pratique parfois nommée *p-hacking* est très discutable : elle revient à triturer les données jusqu'à les faire parler dans le sens désiré !

Avec mes collègues Marie Mazerolle et Guillaume Chauvel, nous avons alors reproduit l'expérience sans rien trafiquer (voir l'encadré page 50). Les résultats ont montré que les participants percevaient bien l'un des trous comme plus gros, mais que cela n'avait aucune influence sur leurs performances. L'effet de l'illusion d'Ebbinghaus sur le succès au golf semble donc chimérique.

Toutefois, cette réplication avortée nous a permis de trancher une controverse sur le fonctionnement du système visuel, résultant d'un certain nombre d'expériences aux résultats opposés : les voies cérébrales qui permettent la formation d'une image consciente sont-elles dissociées de celles qui assurent le contrôle visuel d'une action ? Nos résultats indiquent que c'est bien le cas, car les participants ne visaient pas mieux le trou même s'ils le percevaient comme plus gros. Pour planifier un acte moteur (le tir au golf), le cerveau se fonde donc sur une représentation visuelle inconsciente du but à atteindre (le trou), qui n'est pas influencée par l'illusion d'Ebbinghaus et qui est donc distincte de l'image consciente.

LA RÉSISTANCE À LA TENTATION DANS L'ENFANCE NE PRÉDIT PAS LA RÉUSSITE

Si les expériences de réplication nous en apprennent beaucoup, c'est aussi parce que les chercheurs en profitent souvent pour introduire des mesures complémentaires, absentes de l'étude originale. Ce fut le cas de Tyler Watts, de l'université de New York, et de ses collaborateurs, qui ont tenté de répliquer le célèbre test du marshmallow. Ce test a été imaginé par le psychologue d'origine autrichienne Walter Mischel dans les années 1970. Le chercheur a laissé des enfants de 4 à 5 ans seuls avec un marshmallow, en leur disant qu'il reviendrait plus tard et leur en donnerait un deuxième s'ils n'avaient pas mangé le premier. Mischel a suivi ces enfants pendant plusieurs décennies et trouvé que ceux qui avaient résisté à la tentation réussissaient mieux dans des domaines variés : école, travail, relations sociales... Ils étaient en outre moins vulnérables aux addictions.

✓ Avec le temps, cette expérience est devenue un véritable symbole de l'importance de la maîtrise de soi. Dès lors, il y eut un coup de tonnerre quand Tyler Watts et ses collègues publièrent leur étude en 2018 : celle-ci, menée auprès d'un très large échantillon de participants (918 au total) suivis pendant plus d'une décennie, nuancait très fortement les résultats de Mischel. Si le test du marshmallow prédit bien en partie la réussite future, c'est de façon bien plus faible que ne l'a trouvé l'étude originale. Autrement dit, rien n'est fixé à l'âge de 5 ans et de nombreux autres facteurs peuvent moduler les trajectoires individuelles.

Cela ne signifie pas que la maîtrise de soi ne joue aucun rôle. Bien d'autres travaux confirment que cette capacité favorise la réussite. Mais d'une part, elle peut évoluer sensiblement, les facteurs environnementaux ayant une grande influence. Et d'autre part, la mesure procurée par le test du marshmallow serait trop grossière. La maîtrise de soi est une construction psychologique complexe, qui dépend de toute une série de paramètres : le contrôle de ses impulsions, mais aussi la mémoire de travail (pour garder à l'esprit l'objectif à atteindre), la planification, l'attention... En mesurant la capacité à différer une récompense de façon globale, le test du marshmallow n'évaluerait qu'imparfaitement la maîtrise de soi et ne rendrait pas compte de la façon dont ses composantes peuvent interagir, se compenser, s'enrichir...

Les chercheurs ont d'ailleurs mesuré plusieurs d'entre elles chez les enfants, ce qui leur a permis de mieux comprendre leur influence. Ils ont ainsi montré que les différences précoces dans la capacité à maîtriser son attention et son impulsivité n'expliquent qu'une petite partie des variations dans la réussite future. Il est donc capital d'éduquer aussi les autres aptitudes cognitives. Des programmes d'enseignement de la maîtrise de soi sont déjà en phase de test. Nul doute que ces résultats seront précieux pour les affiner.

LES EFFETS CLASSIQUES FONT DE LA RÉSISTANCE

Fort heureusement, les expériences de répliation n'échouent pas toujours. Bon nombre d'entre elles confirment les résultats originaux. C'est ce qui s'est produit dans le cas de « l'ombrage verbal », un phénomène découvert en 1990 par Jonathan Schooler et Tonya Engstler-Schooler, aux États-Unis. Ces chercheurs ont montré qu'après avoir visionné une vidéo simulant un braquage, on peine davantage à reconnaître le visage du cambrioleur quand on a d'abord essayé de le décrire. Cela créerait en effet des représentations verbales du souvenir (une « ombre verbale »), qui viendraient ensuite interférer avec le souvenir initial, encodé dans un

format perceptif. Alors que Jonathan Schooler lui-même peinait à croire à cet effet, une expérience publiée en 2014, à laquelle 33 laboratoires et 90 chercheurs ont pris part, a levé ses doutes : le phénomène d'ombrage verbal est bien réel.

Les effets classiques de la psychologie cognitive, en particulier, tiennent bon. Dans une étude publiée en 2013, Matthew Crump, du Brooklyn College, à New York, et ses collègues ont répliqué un certain nombre d'entre eux, en faisant passer des tests à de nombreux participants grâce à la plateforme web Amazon's Mechanical Turk (AMT). Ils ont ainsi confirmé la réalité des effets d'inhibition, qui stipulent que bloquer nos automatismes et nos habitudes a un coût cognitif. On mesure ce dernier de diverses façons, par exemple grâce au test de Stroop. Ce test consiste à indiquer la couleur de l'encre dans laquelle un nom de couleur est écrit et on constate que le temps de réponse s'allonge nettement lorsque les deux ne correspondent pas (par exemple, le mot « bleu » écrit à l'encre verte), car le cerveau doit alors bloquer la lecture automatique du mot.

Les effets de flexibilité cognitive, selon lesquels alterner entre deux tâches différentes a

DES ÉCHECS INSTRUCTIFS

Parfois, l'échec d'une expérience de répliation est riche d'enseignement. Ce fut le cas lorsque nous avons tenté de reproduire une étude portant sur l'illusion d'Ebbinghaus, selon laquelle un trou apparaît plus grand quand il est entouré de petits cercles plutôt que de grands. Cette étude avait tenté d'exploiter l'illusion en projetant des cercles sur un tapis de minigolf et semblait montrer que les participants parvenaient mieux à viser le trou quand il apparaissait plus gros. Mais lorsque nous avons élaboré une expérience analogue (voir l'image dessous), nous n'avons pas retrouvé ce résultat. Cela nous a renseignés sur l'organisation du système visuel : puisqu'un trou qui apparaît plus gros n'est pas plus facile à viser, c'est que le cerveau se fonde sur une représentation visuelle distincte, inconsciente, pour planifier l'action motrice.

F. M.

