

Directrice de la rédaction: Françoise Pétry

Cerveau & Psycho

L'Essentiel Cerveau & Psycho

Rédactrice en chef: Françoise Pétry

Rédacteurs: Sébastien Bohler, Bénédicte Salthun-Lassalle

Pour la Science

Rédacteur en chef: Maurice Mashaal

Rédacteurs: François Savatier, Marie-Neige Cordonnier, Philippe Ribeau-Gesippe, Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

Dossiers Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Directrice artistique: Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette:

Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy, Caroline Vanhoove

Site Internet: Philippe Ribeau-Gesippe

Marketing: Élise Abib, Ophélie Maillet, assistées d'Anaïs Grelet

Direction financière: Anne Gusdorf

Direction du personnel: Marc Laumet

Fabrication: Jérôme Jalabert, assisté de Marianne Sigogne

Presse et communication: Susan Mackie

Directrice de la publication et Gérante: Sylvie Marcé

Conseillers scientifiques: Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro:

Bettina Debù, Hans Geisemann, Pascale Thiollier-Dumartin

Publicité France

Directeur de la publicité: Jean-François Guillotin

assisté de Nada Mellouk-Raja

(jf.guillotin@pourlascience.fr)

Tél.: 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97

Télécopieur: 01 43 25 18 29

Service abonnements

Ginette Bouffaré: Tél.: 01 55 42 84 04

Espace abonnements:

<http://tinyurl.com/abonnements-pourlascience>

Adresse e-mail: abonnements@pourlascience.fr

Adresse postale:

Service des abonnements - 8 rue Férou - 75278 Paris Cedex 06

Commande de magazines ou de livres: 0805 655 255 (numéro vert)

Diffusion de Cerveau & Psycho:

Contact kiosques: À juste titres; Pascale Delifer

Tel: 04 88 15 12 48

Canada: Edipresse: 945, avenue Beaumont, Montréal, Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse: Servidis: Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique: La Caravelle: 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles

Autres pays: Éditions Belin: 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06

Toutes les demandes d'autorisation de reproduire, pour le public

français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou

les documents contenus dans la revue « Cerveau & Psycho »,

doivent être adressées par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. »,

8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de

représentation réservés pour tous les pays. Certains articles de

ce numéro sont publiés en accord avec la revue Spektrum der

Wissenschaft (© Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft,

mbH-69126, Heidelberg). En application de la loi du 11 mars

1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement

la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre

français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-

Augustins - 75006 Paris).

Gènes et milieu : indissociables

Inné contre acquis. Nature contre culture. Hérité contre environnement. Le développement d'un enfant est-il conditionné par le bagage génétique avec lequel il vient au monde? Ou par l'environnement – familial, éducatif ou social – dans lequel il évolue? Depuis que la question a été posée, elle a soulevé des passions et alimenté de vifs débats. Il y avait les tenants du tout génétique: les gènes façonnent l'individu. Il y avait les partisans du tout environnement: le milieu où l'enfant grandit l'emporte sur les gènes et impose sa loi. Les deux clans étaient irréconciliables.

Et si la vérité se situait entre les deux? Chacun naît avec un patrimoine génétique qui lui est propre, mais de nombreuses équipes montrent combien l'influence de l'environnement peut rebattre les cartes. C'est tout le domaine de l'épigénétique, la modification de l'expression des gènes en fonction des conditions auxquelles le sujet est exposé. L'étude des jumeaux en donne un exemple très concret: deux « vrais » jumeaux naissent avec le même ADN nucléaire et, pourtant, ils sont loin d'être identiques tant physiquement que psychologiquement. La raison en est qu'ils ne vivent pas strictement les mêmes expériences, lesquelles influent sur l'expression de leurs gènes et, par conséquent, tant sur leur physiologie que sur leurs comportements (voir le dossier: *Jumeaux... mais différents*, page 20).

L'expression des gènes est influençable. Notre perception du monde l'est également. C'est par exemple le cas chez les jeunes pères. Des modifications physiologiques et cérébrales se mettent en place, permettant de tisser un lien privilégié avec le petit (voir *Être père change le cerveau*, page 48). Quant aux sportifs, ils sont parfois victimes d'illusions de la perception: quand tout lui réussit, le joueur de golf a l'impression que le trou du green est plus gros que d'habitude, et le joueur de tennis que la balle est si volumineuse qu'il ne peut la manquer (voir *Ces jours où tout réussit...*, page 62). Mais il ne s'agit pas là de modifications épigénétiques, car d'un jour à l'autre l'illusion de la perception peut disparaître et la performance également. Sauf peut-être chez les sportifs qui gagnent toutes les compétitions?

Ces jours où tout réussit...

Tous les sportifs le disent: les jours de grande forme, la balle paraît grosse, plus lente et le filet plus bas! Pourquoi? Les psychologues de la cognition explorent les miroirs déformants de la perception.



À écouter les sportifs, ils auraient de temps à autre la berlue. Ainsi, les golfeurs percevraient le trou comme s'il était plus gros qu'à l'habitude dans les bons jours (« Ce n'est pas un trou mais une bassine ») ou plus petit dans les mauvais jours (« Les trous sont minuscules aujourd'hui »). Les effets sont similaires chez des stars nord-américaines de base-ball: la balle aurait la taille d'un pamplemousse lors d'une bonne partie, mais d'un cachet d'aspirine lors d'une mauvaise. La joueuse Martina Navratilova voyait les balles de tennis comme dans un ralenti dans les moments du match où tout lui réussissait.

Quel sens donner à ces anecdotes? Que les sportifs ont parfois des hallucinations visuelles ou que l'efficacité de leurs actions modifie vraiment leur perception? D'autres facteurs de performance, par exemple la capacité d'action ou l'intention, modifient-ils la perception visuelle? Par exemple, l'embrasement d'une porte est-elle perçue plus étroite lorsqu'on tient un parapluie ouvert, parce qu'il réduit la capacité de déplacement? Est-ce que l'intention ou non de franchir la porte influence la perception de l'ouverture? À l'inverse, les changements perceptifs induits par des illusions visuelles influencent-ils l'action?

Voyons ce que nous apprennent les recherches menées sur les liens entre action et perception visuelle. Au moment de se représenter les objets de son environnement, l'esprit prend-il seulement en compte les informations optiques lui parvenant ou bien également les actions en cours?

La balle, grosse « comme un pamplemousse »

Dans un article publié en 2005, les psychologues Jessica Witt, de l'Université Purdue à West Lafayette, et Dennis Proffitt, de l'Université de Virginie à Charlottesville, ont pris au sérieux les déclarations des sportifs sur la perception de la taille des balles. Ainsi, ils ont testé la perception de joueurs de softball à l'issue d'une compétition. Chacun des 47 joueurs de l'étude, après avoir regardé un poster sur lequel figurent huit cercles noirs d'un diamètre variant de 9 à 11,8 centimètres, a choisi le cercle dont la taille correspondait le mieux, selon lui, à celle d'une balle de softball. Les tailles choisies ont ensuite été mises en relation avec l'efficacité des actions du jour, déterminée par la proportion de balles que le batteur avait frappées et qui avaient mis l'équipe adverse en difficulté. L'analyse des données a révélé que plus les actions sont efficaces,

François Maquestiaux

est enseignant-chercheur en STAPS à l'Université Paris-Sud.

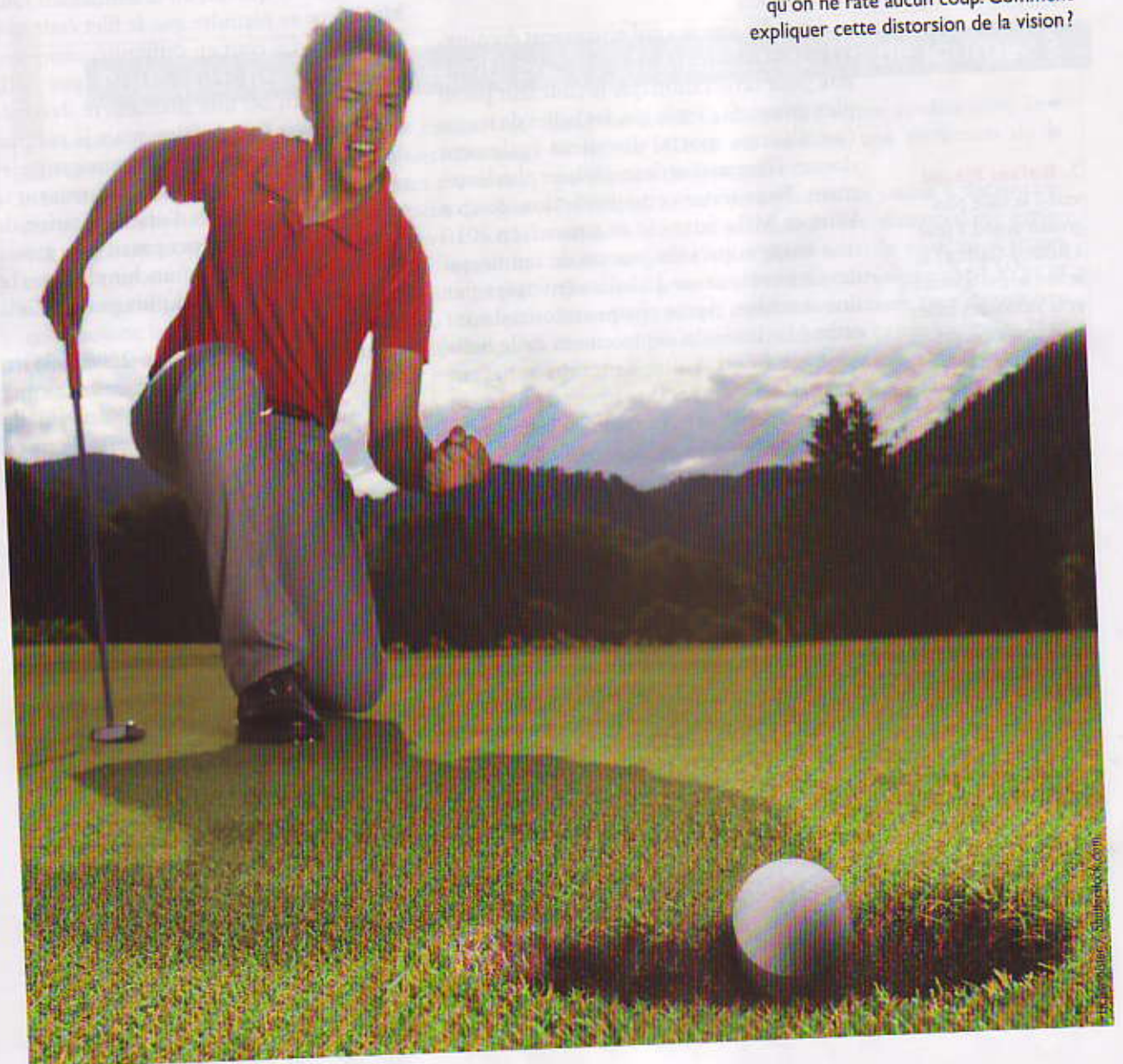
En Bref

plus la balle semble grosse. Concrètement, la balle de dix centimètres semble en mesurer neuf quand les actions n'ont pas été gagnantes, mais 11 quand l'action a été gagnante ! Les sportifs perçoivent bien que l'efficacité des actions modifie la perception.

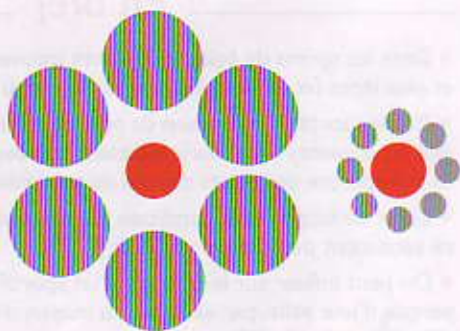
Cette règle vaut aussi pour les cibles fixes. Dans une étude datant de 2004 et réalisée par Richard Wesp et ses collègues, de l'Université d'East Stroudsburg en Pennsylvanie, des étudiants ont effectué une tâche de précision consistant à lancer des fléchettes miniatures pour atteindre un minuscule cercle de un demi-centimètre de diamètre.

- Dans les sports de balle, les joueurs trouvent la balle plus grosse et plus lente (et le filet plus bas), les jours où ils réussissent tout.
- Plus le sportif a l'impression de pouvoir influencer sur la situation, plus les distances à parcourir semblent courtes et les objets larges. La taille perçue des objets dépend du sentiment de « capacité d'action ».
- L'état de fatigue et la condition physique influencent ce sentiment de capacité d'action.
- On peut influencer sur la réussite d'un sportif en modifiant la taille perçue d'une balle, par exemple au moyen d'illusions.

I. Certains jours, le trou paraît si large qu'on ne rate aucun coup. Comment expliquer cette distorsion de la vision ?



2. L'illusion d'Ebbinghaus est constituée d'un même cercle (le cercle rouge) entouré, soit de grands cercles, soit de petits. Dans le premier cas, le rond central paraît plus petit, dans le second plus grand. La seconde configuration est plus favorable pour les golfeurs !



En analysant les résultats de ce concours, les scientifiques ont constaté que les meilleurs lanceurs voient la cible plus grosse que les moins bons.

Ainsi, les joueurs qui réussissent éprouveraient un sentiment de facilité, et c'est peut-être pour cette raison que la cible leur paraît plus grosse. Si c'est le cas, les balles de tennis (ou d'autres sports) devraient également donner l'impression de se déplacer plus lentement. Pour tester cette prédiction, Jessica Witt et Mila Sugovic ont mené en 2010 une étude auprès de joueurs de tennis qui devaient retourner 25 balles envoyées par une machine. Après chaque retour, ils ont estimé la durée du déplacement de la balle envoyée (c'est-à-dire le temps séparant l'envoi de la balle par la machine du moment où ils la frappaient). Pour estimer cette durée,

les joueurs devaient simplement enfoncer pendant une durée équivalente la barre d'espace d'un ordinateur.

Les analyses montrent que les joueurs ont le sentiment que la balle arrive sur eux plus lentement dans les cas où leur frappe est réussie. À l'inverse, ils ont l'impression que la balle arrive plus vite quand leur frappe est ratée. En l'occurrence, ils ont l'impression que la balle envoyée par la machine est plus lente de huit kilomètres par heure quand ils réussissent leur frappe que dans le cas contraire.

Ces effets peuvent prendre des formes variées et parfois surprenantes : ainsi, le filet semble plus bas lorsque les retours sont réussis. Ceux qui ont vu le tennisman John MacEnroe se plaindre que le filet était trop haut quand il était en difficulté, comprendront que ce n'était peut-être pas de la mauvaise foi ou une manœuvre destinée à déstabiliser l'adversaire, mais le résultat de ce lien intéressant entre perception et réussite. Les actions réussies influencent la perception dans le sens d'une facilitation de l'action : la balle à frapper paraît plus grosse et plus lente, et le filet à franchir plus bas. Le terrain semble-t-il aussi plus grand ? Cela reste à démontrer !

Dans un article publié en 2008, J. Witt, D. Proffitt et leurs collègues ont examiné si la modification de la perception visuelle est liée au classement des joueurs. Pour ce

3. Rafael Nadal voit-il la balle plus grosse quand il joue à Roland-Garros ? Si le lien entre la victoire et la vision des balles était confirmé, on pourrait s'attendre à ce qu'il réponde positivement.



faire, ils ont eu recours à des golfeurs dont le handicap – qui fournit un indicateur fiable du classement – est compris entre 7 (pour le meilleur joueur) et 36 (pour le moins bon). Après un parcours de 18 trous, leur perception du trou a été testée : on leur a demandé de choisir, parmi neuf cercles noirs dont le diamètre variait de 9 à 13 centimètres, celui qui correspondait le mieux, selon eux, au diamètre du trou (qui était égal à 10,8 centimètres). Aucun lien n'est apparu entre le niveau du joueur et la taille estimée du trou. En revanche, plus l'efficacité des actions du jour (estimée

par le nombre total de coups joués) était élevée, plus le trou semblait large. Le phénomène de modification perceptive est par conséquent temporaire : ce qui compte, c'est la performance à court terme (et non à long terme).

Une analyse plus précise du nombre de coups joués uniquement sur le 18^e et dernier trou, indique que les coups joués sur le *green* (nommés *putts*), c'est-à-dire la zone de gazon rase où se trouve le trou, influencent la taille perçue, ce qui n'est pas le cas des coups joués en dehors du *green*. L'influence de l'action sur la perception serait donc

Pourquoi les escaliers semblent-ils plus raides en fin de journée ?

Pourquoi avons-nous l'impression qu'un escalier est interminable quand nous sommes fatigués ? Ou que le bord de la piscine est si loin lorsque nous avons des crampes dans l'eau ? Cette question est proche de celle que se posent les joueurs de tennis qui trouvent que la balle va trop vite (ou qu'elle est trop petite) quand ils sont en mauvaise forme. Ou encore, des joueurs de golf qui trouvent le trou plus grand, les jours où tout leur réussit. Pour y répondre, les psychologues ont recours à un concept : la capacité d'action. Lorsque nous avons l'impression que notre capacité d'agir sur une situation est élevée, les « dimensions de la situation » nous paraissent plus modestes, et *vice versa*.

Pour tester cette hypothèse, les psychologues Mukul Bhalla, de l'Université Loyola à la Nouvelle-Orléans, et Dennis Proffitt, de l'Université de Virginie, ont demandé à des étudiants d'estimer l'inclinaison d'une pente après avoir couru pendant 40 minutes. Ils ont constaté que les étudiants ayant couru trouvaient la pente plus raide que ceux n'ayant pas couru juste avant. Ce même effet se produisait pour des étudiants à qui l'on confiait un lourd sac à dos. Ils ont aussi constaté que des étudiants ayant une bonne condition physique surestimaient moins l'inclinaison de la pente que des étudiants qui n'étaient pas entraînés.

Or un étudiant fatigué, un étudiant portant un sac lourd et un étudiant peu entraîné ont un point commun : ils ont tous une moindre capacité d'action que des étudiants reposés, en bonne condition ou

sans sac à dos. La capacité d'action semble donc être le facteur décisif qui entraîne une distorsion de la perception de la pente.

Mais les pentes ne sont pas les seules à déclencher cette illusion. La perception des distances est également amplifiée ou réduite selon la capacité d'action. Dans une première expérience réalisée par J. Witt et ses collègues, des participants étaient assis devant une table sur laquelle était projeté un cercle lumineux. Mais la distance entre le rebord de la table et le cercle lumineux variait selon les essais, de faible (38 centimètres) à grande (109 centimètres). En réponse à un signal, les participants devaient soit toucher le cercle, soit estimer sa distance à voix haute. Certains devaient toucher le cercle avec la main, d'autres avec une baguette d'une quarantaine de centimètres. Les scientifiques ont constaté que l'estimation de la distance était plus faible quand les participants pouvaient utiliser la baguette. Là encore, la capacité d'action influe sur la perception des longueurs.

Notre appréciation des distances est si malléable que même nos intentions peuvent la modifier. Tenir une baguette en ayant l'intention de s'en servir réduit les distances, mais cela ne se produit pas si la personne n'a pas l'intention de l'utiliser. Le fait de tenir un bâton, avec l'intention de s'en servir pour atteindre une cible, conduit à une reconfiguration de la représentation du positionnement de la cible par rapport au corps, de sorte qu'elle apparaît plus proche !





Jean-Michel Thiviel

Bibliographie

D. Proffitt et S. Linkenauger, *Perception viewed as a phenotypic expression*, in W. Prinz et al. (sous la direction de), *Action Science: Foundations of an emerging discipline*, Cambridge: MIT Press, pp. 171-197, 2013.

J. Witt et al., *Get me out of this slump! Visual illusions improve sports performance*, in *Psychological Science*, vol. 23, pp. 397-399, 2012.

J. Witt et al., *Putting to a bigger hole: Golf performance relates to perceived size*, in *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 15, pp. 581-585, 2008.

M. Bhalla et D. Proffitt, *Visual-motor recalibration in geographical slant perception*, in *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 25, pp. 1076-1096, 1999.

limitée aux objectifs liés à l'action en cours : la qualité des actions réalisées hors du *green* n'influe pas sur la perception du trou, car le but est de s'approcher du *green*. Au contraire, la qualité des actions réalisées sur le *green* influence la perception du trou, car le but est d'envoyer la balle dans le trou. Il serait intéressant d'observer si l'efficacité des actions menées en dehors du *green* influence ou non la perception des dimensions du terrain. Enfin, soulignons que cette étude n'a porté que sur des joueurs débutants à intermédiaires ; elle laisse donc en suspens la question de savoir si d'excellents joueurs ne voient pas les trous plus gros quelle que soit leur position sur le terrain.

Le golf des illusions

Des effets inverses peuvent-ils être observés ? Changer la perception que les gens ont de leur environnement, peut-il rendre leurs actions plus ou moins efficaces ? Dans une étude publiée en 2012, J. Witt et ses collègues ont fait jouer des golfeurs débutants à un petit jeu truqué : le trou de la balle était présenté entouré d'autres cercles plus ou moins grands (voir la figure 2). Ces motifs sont connus par les psychologues sous le nom d'illusion d'Ebbinghaus. Un même trou de cinq centimètres de diamètre semble plus grand s'il est entouré de petits cercles de 3,8 centimètres de diamètre que s'il est entouré de grands cercles de 28 centimètres. Cette manipulation des sens a eu un effet sur leurs

4. Les illusions de la perception sont multiples : un joueur en difficulté a l'impression que le filet est trop haut, les balles trop petites et trop rapides et... son adversaire plus musclé !

performances : les golfeurs placés face au trou entouré de petits cercles réussissaient deux fois plus de coups gagnants que ceux placés face au même trou entouré de grands cercles ! Cette étude démontre la réciprocité de la relation entre perception et action.

Comment expliquer ces effets ? J. Witt suppose que notre cerveau a acquis, au fil des millénaires, des mécanismes particuliers qui modifient la perception de notre environnement en fonction des buts à atteindre. La mise en place de tels mécanismes a dû avoir lieu dans des temps immémoriaux, en un temps où les hommes lançaient des flèches ou des sagaies, et non des balles de tennis – un temps où l'enjeu était ni plus ni moins que la survie ! Dans ce contexte, il aurait été avantageux de trouver une proie trop petite quand on n'arrivait pas à l'atteindre, car le chasseur aurait alors été obligé de s'approcher. Seuls les chasseurs dotés de ces curieuses distorsions de la perception auraient survécu...

Plus simplement, l'origine de la relation réciproque entre perception et action pourrait être liée au stress suscité par le contexte. Après une succession d'échecs, le stress augmenterait, ce qui aurait pour effet de rendre difficile la focalisation de l'attention sur la cible, réduisant sa taille perçue. Inversement, dans un contexte de réussite, le stress diminuerait, ce qui faciliterait la focalisation de l'attention sur la cible et augmenterait par conséquent sa taille perçue.

En réalité, si les influences de l'action sur la perception et de la perception sur l'action ont été bien décrites, il n'existe pas encore d'explication solide à ce phénomène. La nature des mécanismes cognitifs et des activations cérébrales associées reste à élucider. Voltaire disait que « les anecdotes sont de petits détails longtemps cachés ». Les anecdotes sportives, point de départ des travaux présentés ici, ont permis de révéler la présence de petits détails susceptibles d'éclairer des mécanismes jusque-là méconnus de la perception humaine. ■