

La Recherche

Numéro double

L'actualité des sciences

LES RÉVOLUTIONS QUANTIQUES

Réseaux de communication
Cryptographie
Téléportation
Informatique...

Neurosciences

COMMENT ON RECONNAÎT LES VISAGES

Paléontologie

LUCY A-T-ELLE INVENTÉ L'OUTIL?

Pourquoi nous ne sommes pas tous physionomistes

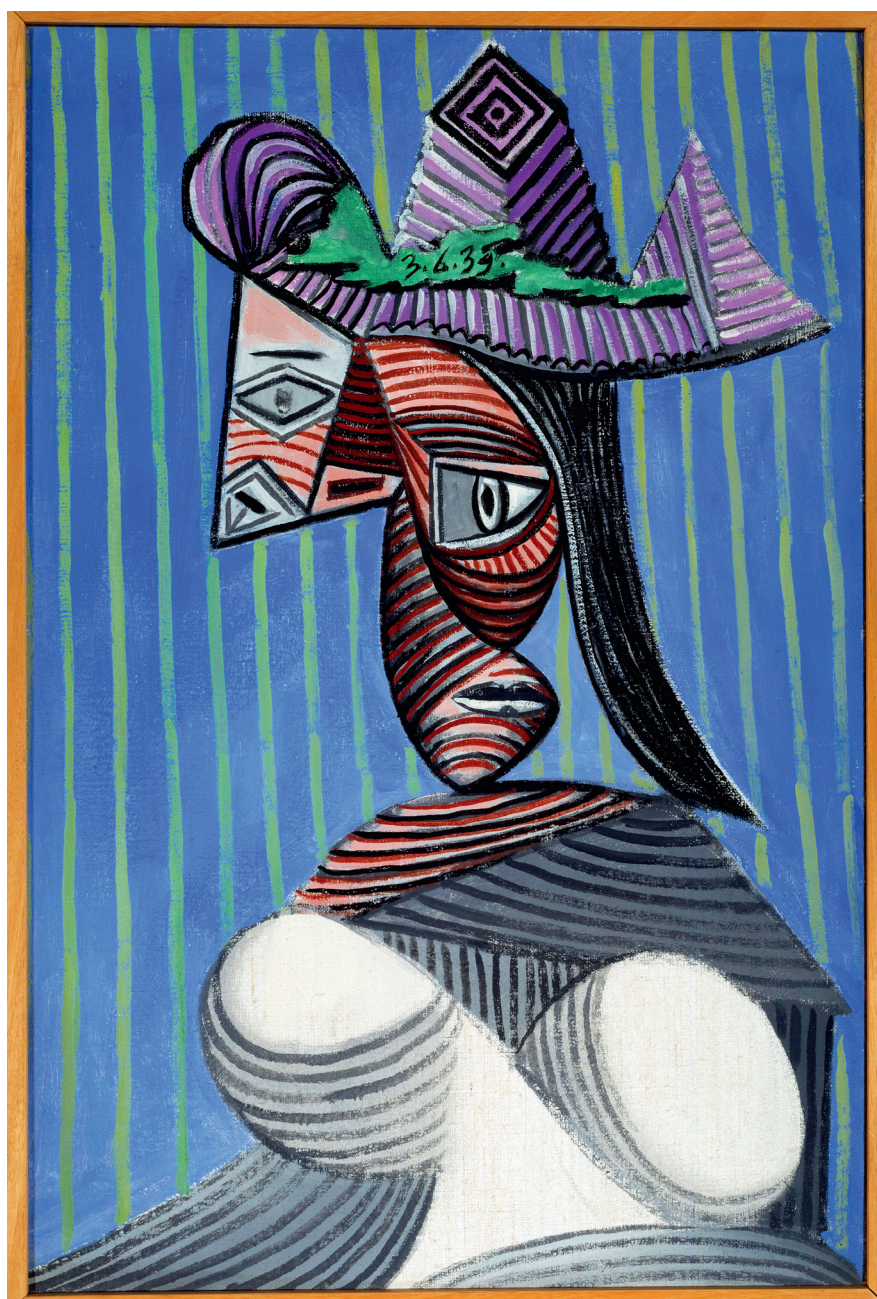


PHOTO JOSSE/LEEMAGE © SUCCESSION PICASSO, PARIS 2015

Une fraction de seconde suffit pour que notre cerveau reconnaisse les visages familiers. Mais comment s'y prend-il ?

PAR **Philippe Lambert**, journaliste.

Brigitte a une vue parfaite et ne souffre d'aucune altération cognitive. Pourtant, elle est incapable de reconnaître des visages familiers. Elle sait que ce sont des visages, mais n'arrive pas à leur attribuer une identité. À l'instar d'autres personnes atteintes, comme elle, de prosopagnosie sévère, elle ne reconnaît ni le visage de son mari, ni ceux de ses enfants, ni même le sien dans un miroir ou sur une photo.

À la suite d'une ou plusieurs lésions cérébrales pouvant se situer en de nombreux endroits des parties latérale et ventrale de l'hémisphère droit du cerveau, certains individus perdent donc cette habileté particulière d'identifier les visages. En général, ils éprouvent également des difficultés à reconnaître visuellement les objets, mais ce n'est pas une règle absolue. Les visages ne diffèrent les uns des autres que par des détails, notre aptitude à les différencier en un coup d'œil – moins de 200 millisecondes – >>>

Neurosciences

Il est difficile de voir un visage humain dans un tableau d'Arcimboldo à l'envers car on ne parvient pas à y reconnaître des yeux, une bouche, un nez. Si vous retournez votre magazine, la reconnaissance est immédiate. Ce test appuie l'idée que le cerveau reconnaît les visages en les analysant globalement.

►►► met en œuvre des processus complexes, dysfonctionnels en cas de prosopagnosie, qui mobilisent d'importantes ressources cérébrales. Mais comment le cerveau procède-t-il pour assurer cette reconnaissance ? Se livre-t-il à une analyse élément par élément – un œil, l'autre œil, la bouche, le nez... –, ou recourt-il à une approche globale dite « holistique » ?

Lecture parcellaire. Deux écoles de pensée s'opposent. Pour les neuroscientifiques et les chercheurs en intelligence artificielle, la reconnaissance des visages reposerait sur l'extraction d'informations locales : notre cerveau décomposerait l'image des visages en fragments. Puis il les assemblerait progressivement en entités de plus en plus importantes jusqu'à obtenir une représentation globale. Le fait que



SELVA/LEEMAGE

ce mode de traitement soit très bien reproduit par un ordinateur conforte les partisans de cette thèse. La machine « peut discriminer les visages en se fondant uniquement sur de l'information locale, pourvu qu'elle soit complète et qu'il puisse reconstituer le "puzzle" », indique Bruno Rossion, de l'Institut de recherche en science psychologique de

l'Institut de neurosciences de l'université catholique de Louvain, en Belgique.

Toutefois, les principaux arguments viennent de l'expérimentation, et en particulier des études consistant à enregistrer les mouvements des yeux chez des sujets caucasiens. Face à un visage, leur regard se focalise d'abord sur un œil, généralement le droit, puis sur l'autre œil, puis sur la bouche. Dans un article paru en 2008 dans la revue *Plos One* [1], l'équipe du psychologue Roberto Caldara, alors à l'université de Glasgow, a montré que les Asiatiques fixaient davantage le centre du visage que les Européens, ce qui refléterait une différence de stratégie par rapport aux Occidentaux : la reconnaissance des visages ne dépendrait pas d'une stratégie universelle, mais serait modulée en partie par la culture. Pour Bruno Rossion, toute la question est de déterminer dans quelle mesure cette différence culturelle modifie la perception.

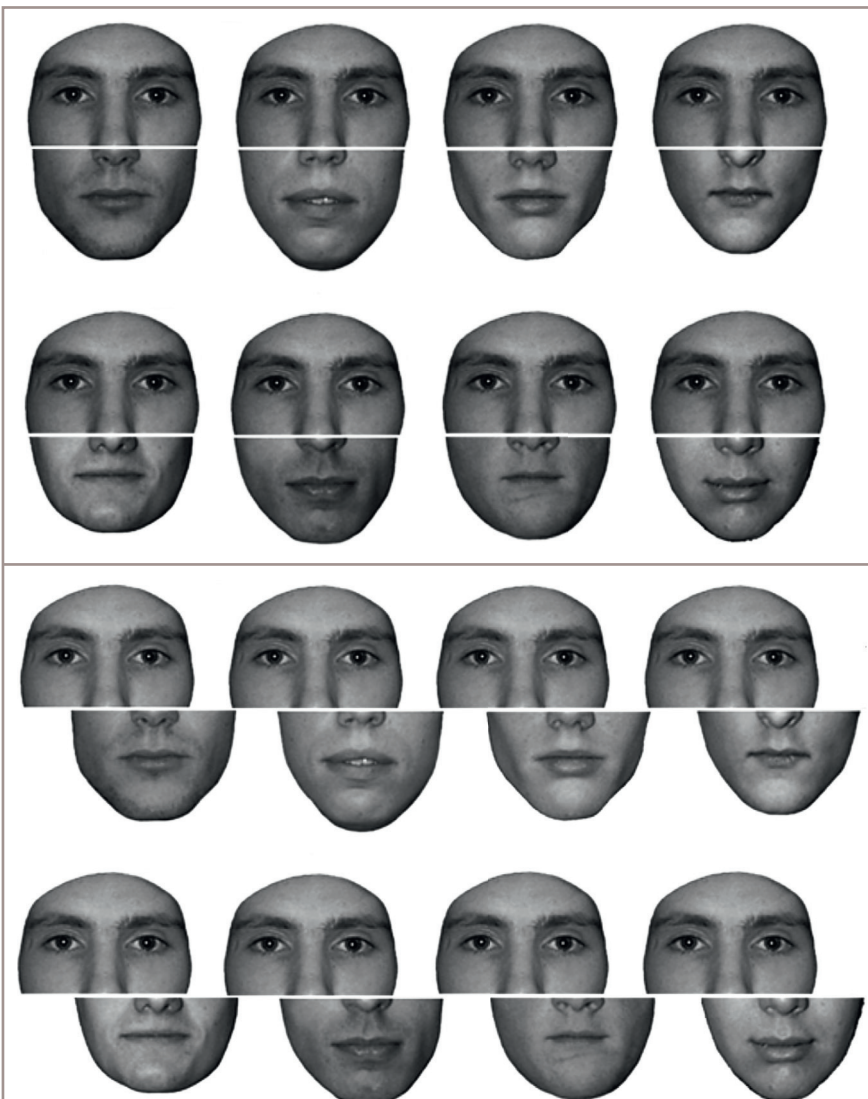
Dans d'autres recherches, les traits d'un visage connu sont masqués, à l'exception d'un de ses éléments (un œil, la bouche, le nez ou les sourcils...). Les participants à l'expérience reconnaissent-ils les visages qui leur sont présentés de façon parcellaire ? Tout dépend de l'élé-

Le poids de l'émotion

Sans nous en rendre compte, nous nous forgeons très rapidement une impression sur la personne que nous regardons : est-elle jeune ? Quelle est son origine ethnique ? Quelles sont ses intentions ? À l'Institut du cerveau et de la moelle épinière, à Paris, Nathalie George s'intéresse à la manière dont la vision d'un visage déclenche l'activation d'un vaste réseau de régions cérébrales, les unes impliquées directement dans la reconnaissance dudit visage, d'autres dans l'analyse de son expression faciale et des émotions qu'il traduit, d'autres encore dans l'extraction de représentations mémorisées... En s'appuyant sur l'électroencéphalographie et la magnétoencéphalographie, technique

de mesure des champs magnétiques induits par l'activité électrique des neurones du cerveau, elle a montré que, très rapidement après qu'un visage nous a été présenté, plusieurs voies de traitement de l'information visuelle sont mises en route, réalisent des analyses en parallèle et interagissent [1]. Cette activation explique que le traitement des informations émotionnelles, par exemple, peut contribuer à la reconnaissance de l'identité. « Avant 100 millisecondes, les activités cérébrales liées au traitement d'un visage peuvent être modifiées par le contexte émotionnel qui a été associé auparavant à ce visage », précise la chercheuse.

[1] S. Morel et al., *Neuroimage*, 61, 1461, 2012.



BRUNO ROSSION

En regardant les deux premières lignes, vous avez la sensation de voir des visages différents. Pourtant, les parties supérieures sont identiques. Cette « illusion de visages composites » disparaît lorsque les deux parties du visage sont décalées. Explication : lorsqu'il analyse une partie du visage, le cerveau est influencé par l'autre partie. Un argument en faveur de l'analyse globale.

ment anatomique observé. Lorsqu'on classe les images en fonction de la performance des sujets, il apparaît que les yeux sont associés aux meilleurs scores de reconnaissance. En 2005, cette expérience avait été réalisée par l'équipe de Bruno Rossion chez un patient prosopagnosique [2]. Contrairement aux sujets normaux, ce dernier a utilisé essentiellement la bouche et les contours externes inférieurs pour essayer de reconnaître les visages. Il pourrait donc y avoir, chez les personnes souffrant de prosopagno-

sie, un déficit dans l'encodage et l'utilisation des informations relatives aux yeux.

Un point de vue que ne partagent pas, dans leur majorité, les psychologues expérimentaux. Pour eux, le cerveau percevrait de préférence un visage comme un tout indissociable. D'ailleurs, ce n'est pas parce que le regard fixe un trait (un œil, par exemple) que le cerveau utilise cette information dans ses traitements. Cette « hypothèse holistique » se fonde en partie sur l'observation d'illusions perceptives comme les « figures de

Mooney [3] », du nom de leur inventeur, le psychologue américain Craig Mooney. À partir de visages photographiés en noir et blanc, on reconstitue des photos où les pixels gris foncé sont transformés en noir, et les pixels gris clair en blanc. On obtient donc des images binaires. Pris isolément, aucun élément du visage n'est alors reconnaissable. Si l'on présente à l'envers une image de Mooney réalisée à partir de la photo d'un visage, les participants à l'expérience n'établissent aucun lien avec un faciès humain. En revanche, si la photo leur est soumise à l'endroit, ils identifient aussitôt un visage. Le même phénomène existe avec les tableaux d'Arcimboldo. « *Les modèles analytiques peinent à expliquer comment le cerveau humain pourrait reconnaître un visage en découpant de telles images en divers éléments*, affirme Bruno Rossion. *Aucun système d'intelligence artificielle n'est d'ailleurs capable de réaliser cette reconnaissance. Il doit donc exister, au niveau cérébral, une voie de traitement qui permet d'identifier le tout avant les parties.* »

Représentation globale. Une des plus belles démonstrations de la validité de l'hypothèse holistique est « l'illusion des visages composites » [4], décrite pour la première fois en 1987 par les psychologues britanniques Andrew W. Young, Deborah Hellawell et Denis C. Hay (voir ci-contre). Prenez une série de visages formés de deux moitiés séparées >>>

L'essentiel

> LES PERSONNES souffrant de prosopagnosie ne peuvent reconnaître les visages familiers.

> POUR LA MAJORITÉ DES PSYCHOLOGUES expérimentaux, notre reconnaissance des visages passe par une analyse globale de ces derniers.

> CETTE THÉORIE est confirmée par des expériences utilisant des illusions d'optique.

Pourquoi nous ne sommes pas tous physionomistes

» par une ligne blanche horizontale. La partie supérieure des visages est toujours la même, contrairement à la partie inférieure. Si l'on demande à des sujets sains de se concentrer sur les moitiés supérieures, ils les trouveront toutes différentes, alors qu'elles sont... rigoureusement identiques ! Toutefois, cette illusion perceptive n'a plus cours si l'on présente les visages à l'envers ou si l'on décale latéralement les deux moitiés qui les composent. Autrement dit, dans des conditions normales, il serait impossible au cerveau de traiter une partie d'un visage sans être influencé par l'autre partie. Chez les patients prosopagnosiques, en revanche, l'illusion des visages composites ne se produit

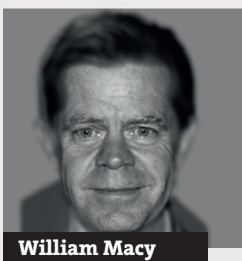
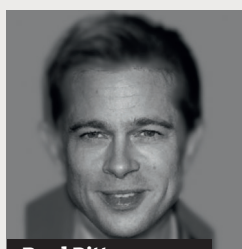
L'effet « de l'autre race »

Pourquoi a-t-on tant de mal à différencier les visages de personnes appartenant à une ethnie différente de la nôtre ? Est-ce à cause de stéréotypes ou de préjugés raciaux ? Il s'agirait plutôt d'un déficit d'expertise visuelle. En 2010, Roberto Caldara et son équipe de l'université de Glasgow ont présenté des images de personnes d'origines diverses à des volontaires. Ils ont étudié la réponse de l'aire fusiforme du visage, structure du cortex visuel très impliquée dans la reconnaissance faciale. L'équipe a mis en évidence que la réponse de cette zone diffère selon qu'un individu se voit présenter des visages de son ethnie ou d'une ethnie différente et ce dès 170 millisecondes après la présentation de l'image. Par ailleurs, un groupe de chercheurs du CNRS et de l'Inserm a montré en 2005 que des Coréens nés en France et n'ayant pas eu de contacts réguliers avec des compatriotes différenciaient difficilement les visages asiatiques [1]. Le manque d'expérience et, par conséquent, d'expertise, serait donc au cœur de l'effet dit « de l'autre race ». « En fait, le cerveau se spécialiserait très tôt pour ne traiter en détail que les visages familiers », précise Roberto Caldara.

[1] S. Sangrigoli et al., *Psychol Sci*, 16, 440, 2005.

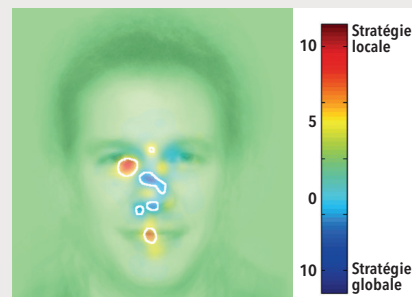
pas. Pourquoi ? Probablement parce que ces personnes n'ont plus la faculté d'appréhender les visages de manière globale. Elles se rabattraient alors sur l'approche analytique, habituellement utilisée pour la reconnaissance des objets : « Mais pour les visages, cette voie est trop lente et, par conséquent, inadaptée aux exigences de la vie sociale », commente Bruno Rossion.

L'illusion des visages composites fonctionne cependant beaucoup moins bien lorsque c'est le bas des visages qui demeure identique et que le haut varie. Pour Roberto Caldara, aujourd'hui à l'université de Fribourg, cela suppose



Qui reconnaissez-vous dans cette image ? Si vous voyez Brad Pitt (alors que seuls ses yeux ont été placés dans le visage de William Macey), c'est que votre cerveau a employé une stratégie de reconnaissance centrée sur de l'information locale (comme 44 % des participants à cette expérience écossaise). Si vous voyez William Macy, vous avez utilisé une stratégie globale (comme 51 % des participants).

Les mouvements des yeux de volontaires caucasiens ont été enregistrés lors de la reconnaissance de visages hybrides. Lorsque l'observateur utilise les informations locales, il fixe davantage les yeux et la bouche (en rouge). Lors d'une reconnaissance globale, il fixe le centre du visage (en bleu).



que le haut du visage est plus important dans les processus de reconnaissance faciale et que le concept de traitement holistique doit être relativisé. «*Il manque un modèle formel décrivant statistiquement l'importance des relations entre les différents traits du visage*», dit-il.

Le chercheur suisse estime que le traitement holistique des visages n'est pas la seule stratégie que le cerveau utilise. Qui plus est, la reconnaissance des visages serait flexible, modulée par la culture, la position de la première fixation du regard et les stratégies culturelles et/ou les préférences individuelles. D'après des travaux [5] réalisés par son groupe en 2011, une même personne recourrait, selon les cas, à une stratégie holistique ou analytique. L'option retenue serait conditionnée par la position de la première fixation du regard.

Visages hybrides. L'équipe est parvenue à cette conclusion en employant la méthode iHybrid. Celle-ci consiste à enregistrer les mouvements oculaires d'une personne observant une image qui se modifie de façon interactive. Dans cette expérience menée à l'université de Glasgow, 12 volontaires devaient ainsi identifier 18 visages «hybrides» résultant chacun d'une combinaison des visages de deux stars du cinéma : Brad Pitt et William Macy, Tom Cruise et Matt Damon... (voir p. 104). Lorsque les sujets braquaient leur regard sur un trait du visage hybride «Pitt-Macy», par exemple l'œil droit ou la bouche, l'œil droit ou la bouche de Brad Pitt apparaissait dans les 4 millisecondes, le reste du visage étant celui de William Macy. Dès lors, s'ils déclaraient avoir reconnu Brad Pitt, c'est qu'ils avaient employé une stratégie de reconnaissance des visages centrée sur de l'information locale. En revanche, s'ils désignaient William Macy, ils avaient utilisé une stratégie holistique. «*En moyenne, un même individu faisait usage, dans 51 % des cas, d'une stratégie fondée sur de l'information globale. Cela se produisait lorsque sa première fixation se portait sur le centre du visage. Dans 44 % des cas, il se servait d'une stratégie fondée sur de l'information locale. Sa première fixa-*

Le cerveau en action

Comment mesurer de façon objective les réponses du cerveau pendant la reconnaissance visuelle des visages ?

En 1934, le médecin et électro-physiologiste anglais Edgar Adrian, Prix Nobel de médecine en 1932, a montré que si l'on présente au cerveau des stimuli visuels à intervalles fixes (par exemple, tous les quarts de seconde), la réponse physiologique de l'aire impliquée dans cette tâche se synchronise avec la fréquence de stimulation (4 hertz). Cette approche a été reprise par l'équipe de Bruno Rossion, à l'université de Louvain, en Belgique, qui l'a appliquée aux images complexes.

Dans une des expériences, des images différentes se succédaient sur un écran à raison de 6 par seconde.

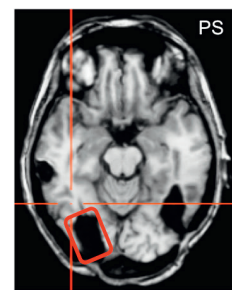
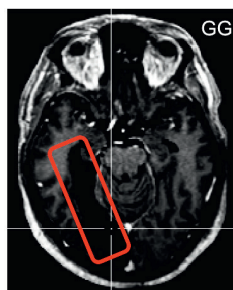
Systématiquement, 4 images d'objets précédaient une image de visage. Deux fréquences étaient donc en jeu : 6 hertz (6 images par seconde) et 1,2 hertz (un visage toutes les 5 images ; 6 divisé par 5). Outre une réponse à 6 hertz traduisant la vision d'une image, le cerveau des observateurs allait-il produire une réponse à

1,2 hertz ? Il faudrait alors en déduire qu'il discrimine les visages et les objets, mais aussi qu'il a inclus dans une catégorie générale les visages de personnes différentes. Tel a été le cas chez tous les participants.

«*Nous venons même de le vérifier chez des enfants de 4 à 6 mois, preuve que leur cerveau fait bien la différence entre des visages différents*», rapporte Bruno Rossion [1].

La zone la plus fortement impliquée dans la reconnaissance des objets et des visages est la voie ventrale de l'hémisphère droit, qui s'étend du pôle occipital au pôle temporal. Les chercheurs de l'université de Louvain ont enregistré la réponse physiologique du cerveau tout au long de cette voie. Ils ont montré que les réponses à 6 hertz diminuent peu à peu en amplitude et finissent par s'éteindre dans les régions le plus en aval, tandis que les réponses à 1,2 hertz subsistent. La sélectivité du cerveau augmente donc progressivement, les régions les plus antérieures du cerveau ne répondant qu'aux seuls visages.

[1] B. Rossion et al., *Journal of Vision*, 15,1, 2015.



BRUNO ROSSION

Les lésions cérébrales de patients souffrant d'incapacité à reconnaître les visages – la prosopagnosie – peuvent être variables. Sur ces coupes de cerveau vues de dessus, on voit la lésion unique ou dominante de trois patients, dans l'hémisphère droit.

tion avait alors pour cible un œil ou la bouche», précise Roberto Caldara.

Les deux stratégies cohabiteraient donc. Néanmoins, il est difficile de démêler l'écheveau. Par exemple, ces scores dépendent de la taille du stimulus visuel. De plus, Miguel Eckstein, de l'université de Californie à Santa Barbara, a montré que chez les Caucasiens, à de rares

exceptions près, tout individu fixe initialement le regard au centre du visage qu'il est appelé à identifier... ■

[1] C. Blais et al., *Plos One*, 3, e3022, 2012.

[2] R. Caldara et al., *J Cogn Neurosci*, 17, 1652, 2005.

[3] P. Cavanagh, *Representations of Visions, Trends and Tacit Assumptions in Vision*, Cambridge University Press, Cambridge.

[4] B. Rossion, *Visual Cognition*, 21, 139, 2013.

[5] S. Miellet et al., *Psychol. Sci.*, 22, 1518, 2011.