

les personnes qui ont la phobie de ces animaux. Cela explique pourquoi, lors de ma recherche de chanterelles, mon attention s'est focalisée sur la vipère.

L'attrait des visages

Ces résultats sont-ils spécifiques des petits animaux, tels les serpents ou les araignées? Pour le savoir, nous avons utilisé dans nos expériences des schémas de visages, caractéristiques des êtres humains. Les visages nous fournissent les informations qui permettent l'identification d'une personne et, de surcroît, grâce aux expressions faciales, nous percevons dans quel état est cette per-

sonne, et quel type d'interaction nous pouvons avoir avec elle. Ainsi réagissons-nous très différemment en présence d'une personne qui a l'air furieux ou, au contraire, qui semble d'humeur joyeuse. En raison, d'une part, de notre patrimoine génétique et, d'autre part, des expériences vécues, les visages menaçants sont des stimulus effrayants presque aussi efficaces que les serpents ou les araignées. De plus, les personnes mal à l'aise en société évitent la présence de ceux qu'ils jugent menaçants ou critiques tout autant que les personnes ayant la phobie des serpents fuient les lieux où elles craignent de rencontrer l'animal redouté, ou même les représentations de cet animal.

Nous avons utilisé des images de visages stylisés : huit visages «neutres» parmi lesquels figurait un intrus, lequel pouvait être un visage hostile ou, au contraire, amical. À nouveau, nous avons mesuré le temps mis pour décider si une série d'images contenait ou non un intrus. Nous avons montré que l'on détecte toujours plus vite un intrus menaçant. De plus, les personnes mal à l'aise en société – qui ont la phobie de leurs pairs – détectent plus vite les visages menaçants et moins vite les visages amicaux, en présence d'un tiers qu'ils présument critique. Ainsi, que ce soit un animal dangereux ou un homme à l'expression menaçante, ces stimulus sont détectés très efficacement.

Karin Mogg et Brendan Bradley, à l'Université de Cambridge, ont montré que l'attention peut être captée par un visage menaçant avant même que la personne testée ne reconnaisse qu'il s'agit d'un visage. Les personnes testées étaient placées devant un écran d'ordinateur où étaient affichés en même temps, mais très brièvement, deux visages, un «neutre» et un exprimant une émotion particulière. On leur demandait d'appuyer sur une touche du clavier d'ordinateur quand un stimulus (un petit triangle) prenait la place du visage de gauche et sur une autre touche quand le triangle était affiché à la place du visage de droite. En comparant les temps de réaction, on détermine la réponse la plus rapide, c'est-à-dire le visage qui capte le plus l'attention des sujets.

En accord avec nos résultats obtenus sur les tâches visuelles, l'équipe de Cambridge a trouvé que les réactions sont plus rapides quand le triangle remplace le visage menaçant, et qu'il n'y a aucune différence entre un visage neutre et un visage amical. Qui plus est, le visage menaçant est «reconnu» même quand il est projeté pendant un temps trop bref (14 milli-secondes) pour être perçu consciemment, et même quand il est masqué, tout de suite après, par un visage d'expression mal définie. Ainsi, le visage menaçant capte l'attention de façon rapide et automatique – de façon instinctive –, avant même toute reconnaissance consciente.

Au milieu des années 1980, mes collègues Ulf Dimberg, F. Esteves et Joaquim Soares, de l'Université d'Uppsala, et moi avons mis au point le procédé de masquage : nous avons montré que des images de visages exprimant



Photographies : A. Ohman

2. UNE MENACE est rapidement détectée. Pour le montrer, on présente à des volontaires des planches de photographies où un objet anodin (*en haut, la fleur*) est perdu parmi des objets menaçants (les araignées), ou bien où un objet menaçant (*en bas, le serpent*) est entouré d'objets anodins (les fleurs). Le temps mis à détecter l'intrus est plus court quand ce dernier fait peur : il capte automatiquement l'attention.

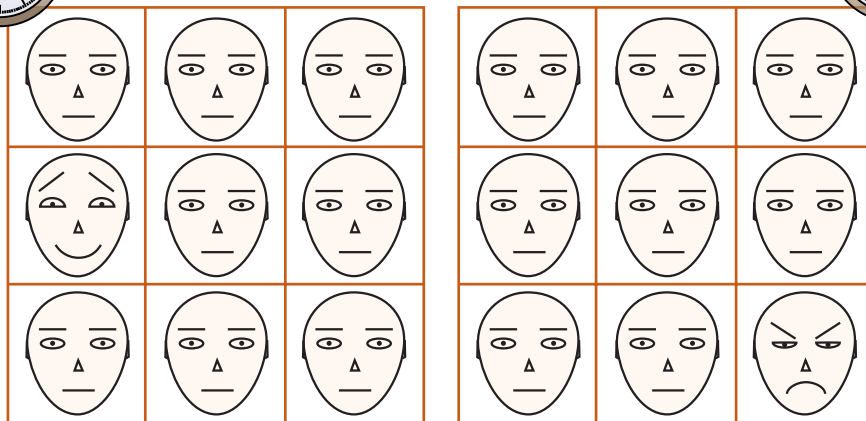
diverses émotions ou des images d'animaux (des serpents ou des araignées) sont masquées efficacement par un stimulus qui cache le premier en moins de 30 millisecondes, c'est-à-dire que le sujet n'a pas le temps de prendre conscience du premier stimulus. Nous nous sommes d'abord demandé si des réactions psychophysologiques liées à la peur pouvaient être déclenchées par des stimulus masqués de cette façon.

Le procédé de masquage

Quand on présente à des personnes ayant une phobie des serpents ou des araignées des images de la créature redoutée, elles ont une réaction caractéristique : la conductance électrique de leur peau, sur la paume des mains, augmente. Les glandes sudoripares de la paume, sous contrôle du système nerveux autonome, sont activées (contrairement aux autres glandes sudoripares de l'organisme, les glandes de la paume des mains ne semblent pas participer à la régulation de la température corporelle, mais sont activées en cas d'émotion forte). On mesure la conductance en appliquant sur la peau deux électrodes traversées par un courant très faible, indolore : en cas de transpiration, le courant enregistré augmente (la transpiration conduit mieux le courant que l'air), ce qui est une façon simple d'estimer le nombre de glandes sudoripares des paumes activées et, par conséquent, l'activation émotionnelle.

En revanche, cette conductance cutanée reste inchangée quand on présente à ces personnes des images «neutres», ou quand on suit les réactions des personnes qui n'ont pas de telles phobies. De surcroît, face au stimulus redouté, le rythme cardiaque et la pression sanguine augmentent, ce qui confirme l'hypothèse d'un effet contrôlé par le système nerveux sympathique autonome.

Nous avons ensuite cherché si les réactions de peur sont activables par la présentation de stimulus effrayants masqués. Nous avons sélectionné des personnes ayant la phobie soit des serpents, soit des araignées. Nous avons également sélectionné un groupe test indifférent aux araignées et aux serpents. Nous avons exposé les deux types de sujets à des images masquées de serpents, d'araignées, de fleurs et de champignons ; simultanément, nous mesurons leur conductance cutanée. Les stimulus masquants étaient des



3. UN VISAGE MENAÇANT entouré de visages neutres (à droite) est détecté plus rapidement (1 500 millisecondes environ) qu'un visage amical (1 600 millisecondes environ) présenté dans les mêmes conditions (à gauche). La détection du visage hargneux est encore plus rapide chez les personnes qui sont mal à l'aise en société.



Photographies : A. Ohman

4. DES MASQUES constitués de fragments d'images dépourvus de sens (à droite) sont utilisés dans les expériences où l'on étudie les perceptions inconscientes : on projette l'objet intéressant, ici le serpent, pendant un temps trop court pour que la personne testée le voie et on le recouvre d'un masque qui, lui, est perçu consciemment. Bien qu'inconsciente, la perception du serpent déclenche les réactions physiologiques de la peur, par exemple l'accélération du rythme cardiaque.

assemblages aléatoires de fragments des différentes images.

Au préalable, nous avons vérifié la pertinence de la méthode des masques au cours d'une expérience où l'on demandait aux sujets de deviner à laquelle des quatre catégories d'objets appartenait celui qui était présenté juste avant le stimulus masquant. Quand l'intervalle entre le stimulus cible (l'objet à identifier) et le stimulus masquant était inférieur à 30 millisecondes, les résultats étaient totalement aléatoires. Toutefois, le procédé de masquage assurait une réaction différenciée face aux stimulus présentés (serpent, araignée, fleur, champignon) : les personnes redoutant les serpents avaient une conductance cutanée élevée face à des images masquées de serpents, mais pas en présence d'araignées, de fleurs ni de champignons. Face à des araignées, des personnes ayant la phobie de cet animal avaient des réactions physiologiques exacerbées, mais des réactions «nor-

males» et identiques face à des serpents, des fleurs ou des champignons. Les sujets témoins n'avaient pas de réactions particulières vis-à-vis de l'un quelconque de ces stimulus. Ces résultats indiquent que la peur serait activée, de façon inconsciente, par des stimulus qui ne sont pas reconnus consciemment.

Mes collègues ont récemment prolongé ces résultats. Ils ont enregistré les réactions des muscles faciaux de personnes exposées brièvement (30 millisecondes) à des visages : on leur demandait de reconnaître un visage exprimant une émotion particulière (le stimulus cible) parmi des visages neutres (les stimulus masquants). Après de nombreux tests, U. Dimberg a montré que les muscles zygomatiques (qui relient les commissures des lèvres aux pommettes) des personnes à qui l'on présente des visages heureux sont activés, comme s'ils s'apprêtaient à répondre au sourire. Au contraire, quand le stimulus

cible est un visage agressif, c'est le muscle qui assure le froncement des sourcils qui est activé. Ces muscles sont activés même lorsque les visages réjouis ou hargneux ne sont présentés que très brièvement et qu'ils sont masqués par des visages inexpressifs. Ces diverses expériences ont confirmé que des stimulus qui ne sont pas reconnus consciemment déclenchent des réactions émotionnelles spécifiques.

L'intérêt du conditionnement

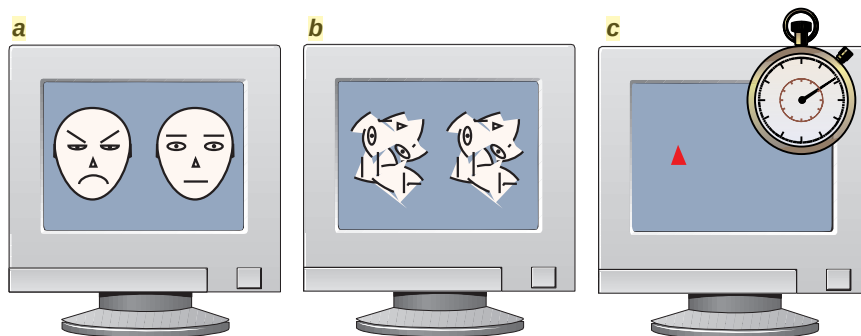
D'autres expériences ont révélé que l'on peut conditionner des personnes à certains stimulus. Le chien de Pavlov était conditionné au son de la sonnerie qui déclenchait sa salivation, même en l'absence de nourriture. Ici, on présente à une personne deux images différentes, par exemple une image de serpent et une autre d'araignée, et la présentation du serpent est suivie d'un stimulus désagréable, par exemple un léger choc électrique sur les doigts ; on constate que la personne testée réagit davantage (sa conductance cutanée augmente davantage) aux serpents qu'aux araignées. Les personnes «conditionnées» par un choc électrique aux stimulus effrayants sont plus efficacement conditionnées que les personnes que l'on essaie de conditionner à la vue d'une fleur. Le conditionnement est plus efficace : la conductance cutanée augmente davantage, et cette augmentation persiste plus longtemps que lors d'un conditionnement à des images neutres, lequel «s'éteint» rapidement.

Cet effet de stimulus inconditionnel (le serpent ou la fleur) sert souvent à «prouver» que l'homme a acquis une aptitude biologique à avoir peur des stimulus qui ont constitué une menace répétée au cours de l'évolution. Si cette interprétation est correcte, on postule que l'apprentissage de la peur des serpents passe par le cerveau primitif, apparu au cours de l'évolution bien avant les régions les plus élaborées du cerveau humain, lesquelles assurent la perception consciente des stimulus.

On a ensuite supposé que l'on pouvait déclencher le même type de réflexe conditionné avec des stimulus masqués, c'est-à-dire qui ne sont pas reconnus consciemment. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons conditionné une personne aux serpents en présentant l'animal même temps que l'on appliquait un léger choc électrique ; on présentait le serpent pendant un temps trop bref pour qu'il soit reconnu consciemment et on le masquait par une image dénuée de sens. On constate que les réponses conditionnées aux serpents sont déclenchées même quand les stimulus sont masqués. Toutefois, des réactions autonomes conditionnées sont déclenchées par des stimulus masqués, à condition que ces derniers fassent partie de la catégorie «effrayante», c'est-à-dire que ce soit des serpents, des araignées ou des visages agressifs. Même si l'on peut obtenir des réactions conditionnées à des stimulus anodins (fleurs, champignons, visages joyeux), elles ne se manifestent plus quand ces stimulus sont masqués.

Au cours d'une autre série d'expériences, nous avons confirmé que les réactions aux stimulus masqués peuvent être conditionnées : on peut «apprendre» à percevoir le danger, sans en avoir conscience. Nous avons présenté à des volontaires des images de serpents et d'araignées masquées par des images brouillées, et nous avons appliqué un léger choc électrique uniquement après la projection des serpents. Malgré cet aspect systématique, les sujets ne distinguaient pas consciemment les serpents masqués des araignées masquées et, pourtant, ils ont appris à réagir davantage aux images masquées associées à un choc : la conductance cutanée augmentait davantage après la présentation des serpents masqués. Des résultats comparables ont été obtenus avec des visages menaçants.

Les sujets testés étaient conditionnés au serpent masqué, alors même qu'ils étaient incapables de dire si l'image projetée était un serpent ou une araignée. Force nous a été de constater qu'ils tiraient une sorte d'«information» inconsciente du stimulus masqué, lequel guidait leur prévision consciente d'un choc. Au cours d'une des expériences, on leur demandait d'indiquer, au moyen d'un levier qu'ils tenaient dans la main droite, s'ils allaient recevoir un choc électrique : alors qu'ils n'avaient aucun moyen objectif de savoir que l'on ne déclenchait le choc qu'avec le serpent et qu'ils ne distinguaient ni les serpents ni les araignées, ils prévoyaient plus souvent qu'ils allaient recevoir un choc après le stimulus masqué qui, lors du conditionnement, était associé à un choc qu'après un stimulus masqué non associé à un choc. Comme si le conditionnement avait amélioré leur «clairvoyance» pour le choix suivant. Leur prévision serait ainsi améliorée par une information sensorielle (par exemple, l'accélération du rythme cardiaque) déclenchée par la réaction conditionnée aux stimulus masqués associés à un choc. Ils auraient ressenti des «impressions» différentes durant l'épreuve où le stimulus masqué est associé à un choc et durant celle où le stimulus masqué n'est pas associé à un choc : le stimulus associé à un choc déclenche une réaction conditionnée autonome qui «renforce» le circuit de la perception inconsciente. Les personnes qui ont une perception inconsciente – ou perception autonome – très efficace établiraient un lien entre



5. DES IMAGES dont on n'a pas conscience sont perçues par l'organisme : au cours de cette expérience, on projette sur un écran d'ordinateur un visage menaçant et un visage neutre (a). La présentation est trop brève pour que la personne testée ait conscience de ce qu'elle voit : les visages sont rapidement remplacés par des images constituées de fragments de visages (b). Seule l'image masquante est perçue consciemment. Puis on fait apparaître un nouveau stimulus, un triangle rouge (c). On demande d'appuyer très vite sur la touche rouge si le triangle est projeté à la place de l'image de gauche ou sur la touche verte s'il est projeté à la place de l'image de droite. Les sujets appuient plus vite sur la touche qui correspond à l'emplacement du visage agressif que sur la touche qui correspond à l'emplacement du visage neutre. On en déduit que le visage agressif, même masqué, capte l'attention bien qu'il ne soit pas reconnu consciemment.

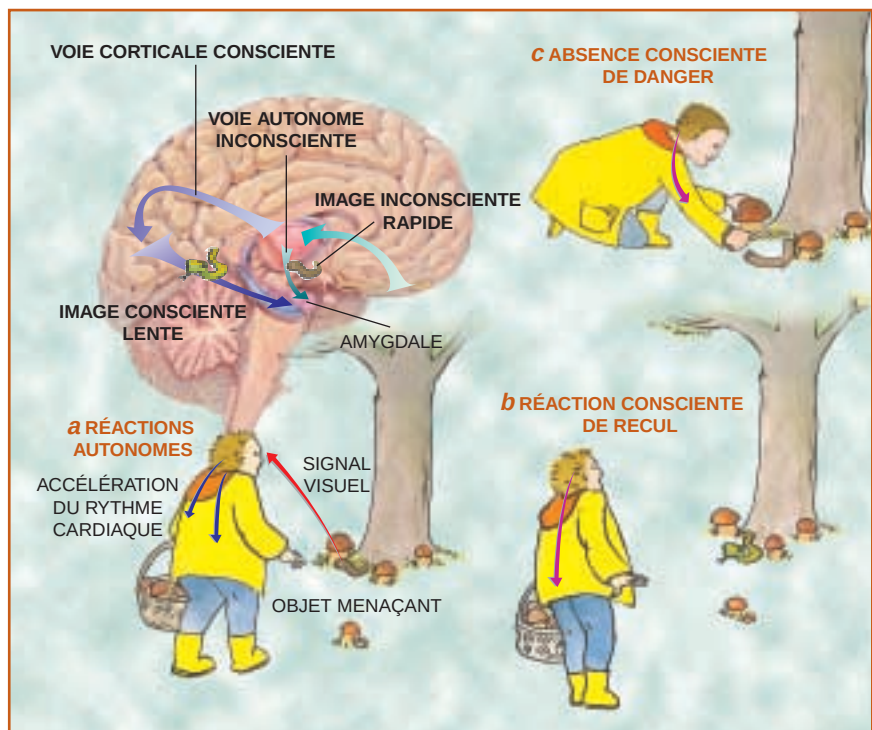
certaines modifications corporelles et les chocs qui les ont précédées.

Ainsi les réactions autonomes liées à la peur peuvent être enregistrées et déclenchées par des stimulus dont on n'a pas conscience. Les stimulus effrayants captent l'attention et déclenchent des réactions de frayeur, sans que l'on en ait conscience. En d'autres termes, si nous avons été conditionnés (nous avons, par exemple, enduré une première expérience désagréable), nous «reconnaissons» le stimulus dangereux avant même d'en avoir conscience et même s'il est fugace, c'est-à-dire qu'il est masqué par un autre stimulus anodin : nous aurons acquis une sorte de réflexe conditionné déclenché par le stimulus masqué, qui active les circuits de la peur et qui notamment prépare l'organisme à la fuite ou au combat.

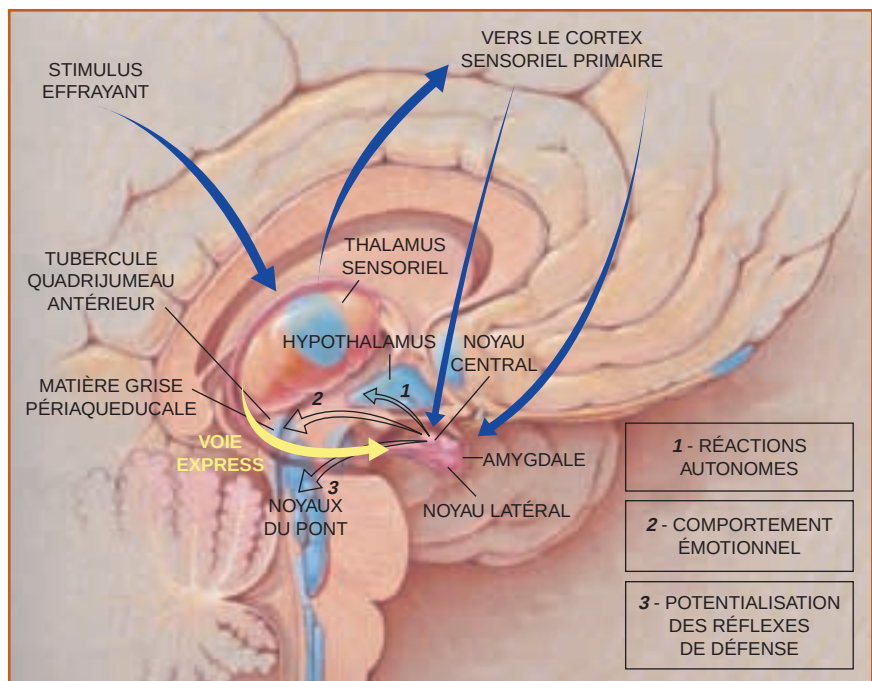
Le rôle de l'amygdale

Ces résultats concordent avec ceux que Joseph LeDoux, de l'Université de New York, Michael Davis à l'Université d'Emory et Michael Fanselow à l'Université de Los Angeles ont décrits chez le rat : les noyaux amygdaliens sont les éléments principaux du circuit cérébral de la peur. Des fibres nerveuses relient le noyau amygdalien central à l'hypothalamus latéral : elles commandent les réactions autonomes ; d'autres, reliées à la matière grise périaqueducale du cerveau moyen, commandent les comportements liés à la peur, c'est-à-dire l'immobilisation, puis l'attaque ou la fuite ; enfin des connexions entre le noyau amygdalien central et des noyaux localisés dans le tronc cérébral contrôlent les réflexes de défense et les expressions faciales. Le noyau amygdalien latéral et le noyau basolatéral, qui évaluent le contenu émotionnel des stimulus, reçoivent des afférences en provenance de plusieurs aires corticales, c'est-à-dire des informations visuelles déjà traitées, en provenance des aires temporales inférieures.

D'après J. LeDoux, des informations peu élaborées issues des noyaux thalamiques atteignent le noyau latéral de l'amygdale, qui jouerait un rôle essentiel dans l'activation de la peur. Cette voie, des noyaux thalamiques vers le noyau latéral de l'amygdale, serait une «voie express» qui permettrait une activation rapide des défenses, avant même que le stimulus effrayant n'ait été identifié. Cette organisation des



6. UNE ATTENTION FOCALISÉE, par exemple sur les champignons, est inconsciemment détournée par un objet qui semble menaçant. Avant même que le promeneur ait pris conscience de ce qui se passe, une voie cérébrale «automatique» alerte l'organisme qui se fige, et les mécanismes de défense (par exemple, l'accélération du rythme cardiaque et la préparation des muscles à la fuite) se mettent en place (a). Toutes ces réactions sont activées par une voie cérébrale autonome très rapide (en vert, sur le cerveau) qui ne requiert aucun traitement conscient des informations. Puis la voie consciente, plus lente (en violet, sur le cerveau), prend le relais : quand l'information visuelle est traitée et que le promeneur prend conscience de la nature de l'objet, ou bien il recule prudemment, car l'objet est une vipère (b), ou bien l'objet n'est qu'une branche morte, et la cueillette des champignons continue (c).



7. UN STIMULUS effrayant atteint le thalamus, lequel transmet par la «voie express» une information brute à l'amygdale. Simultanément l'information est envoyée vers le cortex, où elle est traitée. L'amygdale active l'hypothalamus latéral (voie 1), qui contrôle les réactions autonomes (l'augmentation de la conductance cutanée) ; elle active aussi la matière grise périaqueducale (voie 2) qui commande le comportement émotionnel (l'immobilisation, la fuite...) ; enfin les noyaux du pont notamment (voie 3), qui activent les réflexes de défense.