

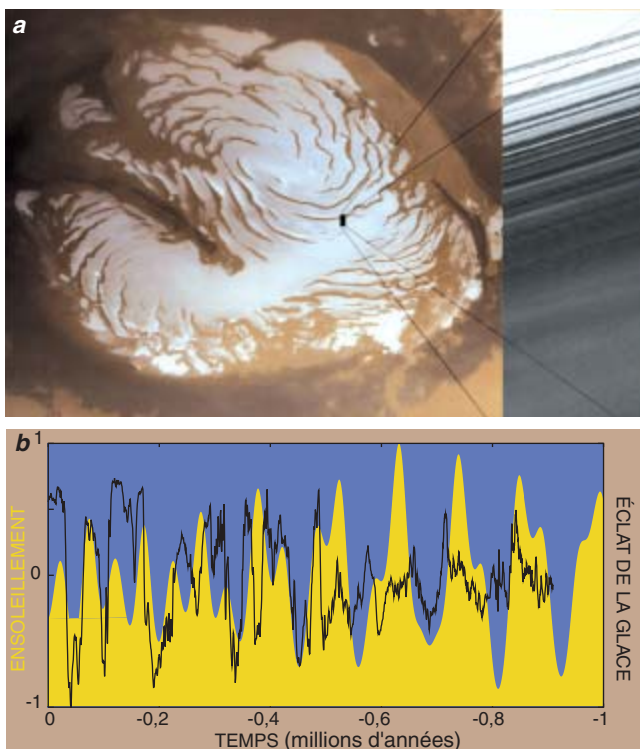
établir une chronologie absolue du dépôt de la glace aux pôles martiens et, par conséquent, à reconstruire une histoire du paléoclimat de la planète rouge.

Sans préjuger du mécanisme qui relie, chaque année, la quantité d'énergie solaire reçue par un hémisphère martien et l'éclat de la glace qui se dépose au pôle correspondant, Jacques Laskar de l'observatoire de Paris-Meudon et ses collègues ont comparé l'alternance des couches brillantes et sombres de la tranchée photographiée, avec les variations de l'ensoleillement de la moitié Nord de Mars telles qu'elles se déduisent de la mécanique céleste. Les astrophysiciens ont constaté que ces deux séries de données sont corrélées.

L'ensoleillement annuel d'un hémisphère dépend de paramètres orbitaux telles l'excentricité (l'aplatissement de l'orbite) et l'obliquité (l'inclinaison de l'axe de rotation de la planète sur le plan de son orbite). J. Laskar et ses collègues ont calculé l'évolution passée de ces paramètres sous l'effet conjugué des forces gravitationnelles exercées par le Soleil, par les neuf principales planètes du Système solaire (dont la Lune, considérée comme un objet à part) ainsi qu'en tenant compte des infimes corrections dues à la relativité générale. La mise en correspondance de ces variations avec la série des couches de glace observées sur Mars leur permet d'établir que les 350 mètres de tranchée couvrent environ 900 000 ans d'histoire martienne. Trois cycles de fort ensoleillement visibles sur les courbes calculées se retrouvent dans les 250 premiers mètres de glace qui correspondraient, par conséquent, à une durée de 500 000 ans. Ceci indique que la glace s'est déposée au rythme de 0,05 centimètre par an au cours de cette période. Les 400 000 années précédentes sont enregistrées dans les 100 mètres suivant de la tranchée ce qui semble signifier que, durant cette période, le rythme de dépôt de la glace était deux fois moindre.

Ces résultats sont en accord avec les estimations les plus élevées du rythme de dépôt des glaces polaires martiennes réalisées précédemment. Ils suggèrent que la calotte actuelle s'est formée lors des cinq derniers millions d'années. Cette formation récente de la calotte Nord soulève de nouvelles questions. Si elle est si jeune, c'est probablement que, durant les périodes précédentes, les étés furent assez ensoleillés pour éliminer les dépôts antérieurs. Dans ce cas, il est possible que l'eau qui s'évapora à ces époques reculées soit responsable des coulées désormais asséchées (les canaux de Mars) que l'on

observe ailleurs à la surface de la planète rouge. Cependant, l'étude des cratères qui marquent le pôle Sud de la planète indique que cette autre calotte est, quant à elle, âgée de 100 millions d'années. Pourquoi les variations d'ensoleillement auraient-elles davantage touché la calotte Nord que la calotte Sud ? Est-ce un nouvel exemple de l'étrange dissymétrie des deux hémisphères martiens ? Pour résoudre ces questions, d'autres études seront nécessaires ainsi que l'étude de la glace martienne *in situ*.



La calotte polaire martienne (a) est constituée de couches de glace (d'eau et de dioxyde de carbone) alternativement sombres et brillantes. Sans que le mécanisme qui relie les deux phénomènes soit bien compris, on constate une corrélation entre ces alternances et les variations passées de l'ensoleillement de l'hémisphère Nord de Mars (b). On établit ainsi que les 250 premiers mètres d'épaisseur se sont déposés en 500 000 ans.

Tous les livres scientifiques du monde entier !

www.Lavoisier.fr

- Plus de 750 000 ouvrages référencés dans tous les domaines
- Expédition en 24 h de 25 000 titres en stock
- L'e-Doc : service personnalisé et gratuit

www.Lavoisier.fr, la librairie scientifique de référence.



Les consciences

ÉLISABETH PACHERIE

Conscience de son environnement, conscience de ses pensées, conscience d'avoir conscience... les facettes de la conscience

sont multiples. Toutefois, la conscience étant conscience de quelque chose et ayant un support physique, nous pouvons l'analyser par la biologie.

J'ai «conscience» de la cravate rouge qui est devant moi, j'ai conscience que 3 est la racine carrée de 9, j'ai conscience de faire une bêtise. Ces diverses acceptions du mot conscience renvoient à différents aspects de la vie mentale (nous nous intéresserons ici à la conscience psychologique, sans aborder la conscience morale, bonne ou mauvaise). Aussi nous interrogeons-nous : est-il possible de traiter de la conscience au singulier ? Dans cette optique, lorsqu'une théorie biologique de la conscience est présentée, il importe de nous interroger sur le type de conscience envisagé et de préciser si la biologie propose une théorie mécaniste et causale de la conscience ou, plus modestement, met en évidence certaines corrélations entre processus cérébraux et conscience.

Un animal ou un être humain est dit «conscient» quand il est en état d'éveil et réceptif aux stimulations externes ; il est considéré comme «inconscient» lorsqu'il est plus ou moins coupé du monde, endormi, évanoui ou dans un état de coma. Encore plus généralement, nous disons d'un être qu'il est conscient s'il est *susceptible d'être conscient* : une pierre ou un arbre ne sont pas conscients, car ils ne peuvent jamais l'être, alors que les êtres humains et les membres de nombreuses espèces animales sont des êtres conscients, même s'ils ne le sont pas toujours ou à divers degrés.

Dans les débats contemporains sur la conscience, les spécialistes distinguent deux notions de conscience. La conscience cognitive met l'accent sur la dimension intentionnelle de la conscience, la propriété qu'elle a de faire référence à quelque chose, de renvoyer à un objet, réel ou imaginaire. La conscience est cognitive au sens où elle est conscience de quelque chose : de mon environnement – par exemple, il pleut –, de mes états corporels – j'ai froid –, ou de mes états mentaux – je voudrais que la pluie cesse. La conscience phénoménale concerne les aspects subjectifs et qualitatifs de l'expérience consciente, l'effet que cela me fait de ressentir une douleur ou de voir du rouge. Ces qualités subjectives de l'expérience, que l'on appelle les qualia, ne sont accessibles qu'au sujet de l'expérience : elles sont privées, ineffables et incommunicables. La conscience phénoménale paraît donc plus difficile à étudier selon une approche neurobiologique que la conscience cognitive.

La conscience cognitive : il est minuit

Assise à mon bureau, je vois l'heure à la pendule, j'entends le bruit de la circulation dans la rue, je sens l'odeur du café montant de la tasse, je ressens des picotements dans

ma jambe, j'éprouve une sensation de faim. Cette première forme de conscience cognitive, la conscience primaire, consiste ainsi en des représentations conscientes de notre environnement et de notre corps.

À cette conscience primaire s'ajoute une forme plus élaborée de conscience cognitive, la conscience introspective ou réflexive, ma capacité d'inspecter mentalement le cours de mes pensées et de former des pensées de second ordre sur mes états mentaux, autrement dit de former des représentations conscientes de mes représentations. Je n'ai pas seulement conscience du bruit de la perceuse venant de l'appartement voisin, j'ai aussi conscience d'en avoir conscience. Mon chat a certainement aussi conscience du bruit de la perceuse, mais a-t-il conscience d'en avoir conscience ? Qu'en est-il d'un chimpanzé ? La capacité d'introspection s'accompagne chez moi de la capacité de rapporter verbalement le contenu de mes états mentaux. Ces deux capacités vont-elles nécessairement de pair ? Les êtres dotés de langage



1. CONSCIENCE COGNITIVE ET CONSCIENCE PHÉNOMÉNALE. Rien de ce que font et disent Raymond et Jeanine ne donne à penser qu'ils n'ont pas la même notion des couleurs. Si on leur demande de nommer des échantillons de couleur, ils sont toujours d'accord. Pourtant il est concevable que les impressions qualitatives, les qualia, qu'éprouve Jeanine en voyant des couleurs ne soient pas celles de Raymond. Ne se pourrait-il pas que Jeanine ressente, à la vue du vert, ce que Raymond ressent en voyant du rouge et que l'effet que produit le rouge sur Jeanine corresponde à celui que produit le vert sur Raymond. Si leurs qualia étaient parfaitement inversés, il n'en paraîtrait rien dans leur comportement et nul ne le soupçonnerait. Voyant un cactus, tous deux diraient qu'il est vert, la conscience cognitive qu'ils auraient du cactus serait la même ; pourtant leur conscience phénoménale serait différente.

sont-ils seuls capables de conscience introspective? Comment le savoir? La question reste posée.

Enfin, une troisième forme de conscience cognitive, la conscience de soi, renvoie à la capacité que j'ai de me percevoir moi-même comme sujet de mes pensées, de saisir mon existence en tant qu'individu et de me distinguer d'autrui. L'analyse philosophique de cette notion est lourde de controverses. Quand, par l'introspection, j'ai conscience de mes pensées, perceptions et sentiments, ai-je aussi conscience d'un moi persistant qui en est le sujet? Ou bien n'appréhendé-je qu'un faisceau de perceptions? Si je n'ai pas d'accès introspectif à un moi persistant que je sache isoler de mes perceptions et de mes pensées, en quoi consiste alors la conscience de soi? Est-elle un accès à un modèle de soi, la possession d'un ensemble de représentations liées à nous-mêmes qui confère une certaine unité à notre vie mentale?

La conscience phénoménale : la madeleine de Proust

La conscience phénoménale porte sur les aspects subjectifs de la conscience, par exemple l'effet que produit en moi le son de la trompette, l'odeur de la rose, le goût du citron, le fait de tremper dans mon thé, ô Proust, la madeleine de mon enfance ; d'autres aspects subjectifs sont par exemple les sentiments de colère ou de tristesse, l'impression de chatouillement, l'image de l'être aimé. La conscience phénoménale sublime nos diverses expériences sensorielles, avec ses caractéristiques propres et indicibles. «J'ai dans l'âme une fleur que nul ne peut cueillir», affirmait Victor Hugo.

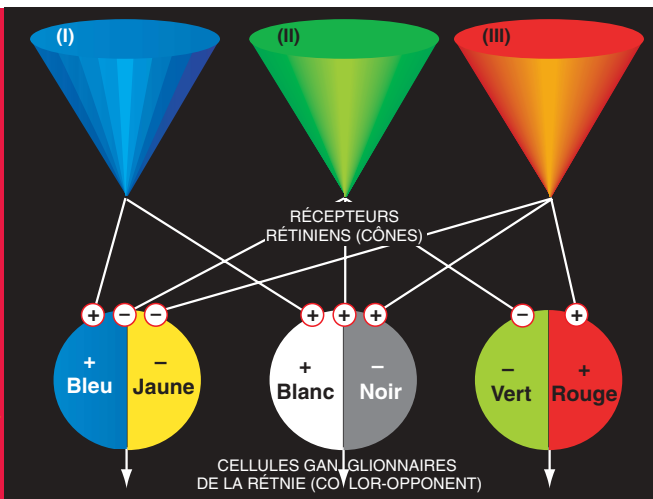
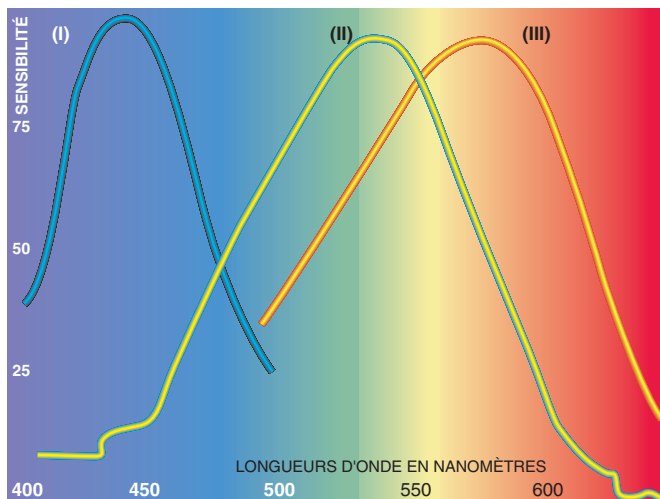
Une expérience visuelle a ses qualités subjectives propres qui la distinguent d'une expérience tactile, auditive ou olfactive et cette différence n'est pas seulement imputable au fait que les différents sens nous informent sur des propriétés

différentes du monde, comme la couleur pour la vue et la rugosité pour le toucher. Si la vue et le toucher nous renseignent tous deux sur la forme des objets, ce n'est pas la même chose d'éprouver visuellement une forme et de l'éprouver tactilement. Chaque modalité sensorielle est riche de qualités subjectives variées qui forment un réseau de relations. L'effet que nous fait le rouge est différent de l'effet du vert, du jaune ou de l'orangé, mais l'expérience du rouge nous paraît plus proche de celle du jaune, ou de l'orangé, que de celle du vert.

Un grand nombre d'expériences conscientes ont à la fois une dimension cognitive et une dimension phénoménale. C'est le cas de la perception dans ses différentes modalités ou encore des émotions. La peur que j'éprouve lorsque, me promenant dans les bois, je vois soudain un serpent au détour du chemin ne se réduit pas à une impression subjective (conscience phénoménale), l'émotion est aussi peur de ce serpent et du danger qu'il représente (conscience cognitive). Toutefois, conscience cognitive et conscience phénoménale ne sont pas toujours associées. Ma croyance consciente que la bataille de Marignan a eu lieu en 1515, ou qu'il existe une infinité de nombres premiers, ne semblent pas s'accompagner nécessairement d'une impression subjective particulière et sont purement cognitives.

Place de la conscience dans la vie mentale

Descartes soutenait que la conscience est constitutive de la pensée et que tout ce qui mérite d'être dénommé mental est conscient. Ainsi affirmait-il qu'«il ne peut y avoir en nous aucune pensée, de laquelle, dans le moment même qu'elle est en nous, nous n'ayons une actuelle connaissance». L'esprit est ainsi transparent à lui-même et l'idée d'une pensée inconsciente est, pour Descartes, absurde.



2. STRUCTURE DE L'ESPACE SUBJECTIF DES COULEURS. Il y a trois types de cônes : aussi le rouge, le vert et le bleu nous apparaissent-ils comme des couleurs pures (ou primaires). Toutefois, l'existence de ces cônes n'explique pas que le jaune nous apparaisse aussi comme une couleur pure et non comme un mélange, tels l'orangé ou le violet. Elle n'explique pas non plus pourquoi il n'existe pas de couleurs qui nous semblent des mélanges de rouge et de vert, ou de bleu et de jaune. Ces phénomènes résultent de l'existence d'autres cellules «color-opponent» dont les réponses aux longueurs d'onde de la lumière sont différentes de celles des cônes. Des cellules (dites + bleu/- jaune) sont activées par le bleu et inhibées par le jaune ; d'autres ont une réponse inverse. Il existe aussi des cellules - vert/+ rouge, + rouge/-vert, + blanc/- noir et + noir/- blanc. Quand

le signal issu des cônes active les cellules + rouge/- vert, provoquant ainsi une sensation de rouge, il inhibe en même temps les cellules + vert/- rouge, empêchant toute sensation de vert (et inversement). Il en va de même du jaune et du bleu. Il nous est donc impossible de voir une couleur comme un mélange de rouge et de vert ou comme un mélange de jaune et de bleu. Une couleur est perçue comme un mélange lorsque des cellules de type + bleu/- jaune (ou + jaune/- bleu) sont activées en même temps que des cellules + vert/- rouge (ou + rouge/- vert). Ainsi, l'orange correspond à l'activation simultanée de cellules + rouge/- vert et + jaune/- bleu. On perçoit une couleur pure lorsque les cellules activées appartiennent à un seul de ces quatre types et il y a donc quatre couleurs primaires : rouge, bleu, jaune et vert.