

École Internationale d'Astrophysique Daniel Chalonge  
Séance Ouverte de la Culture Scientifique  
*L'Homme et l'Univers*  
*Les dernières nouvelles de l'Univers*

**Observatoire de Paris**

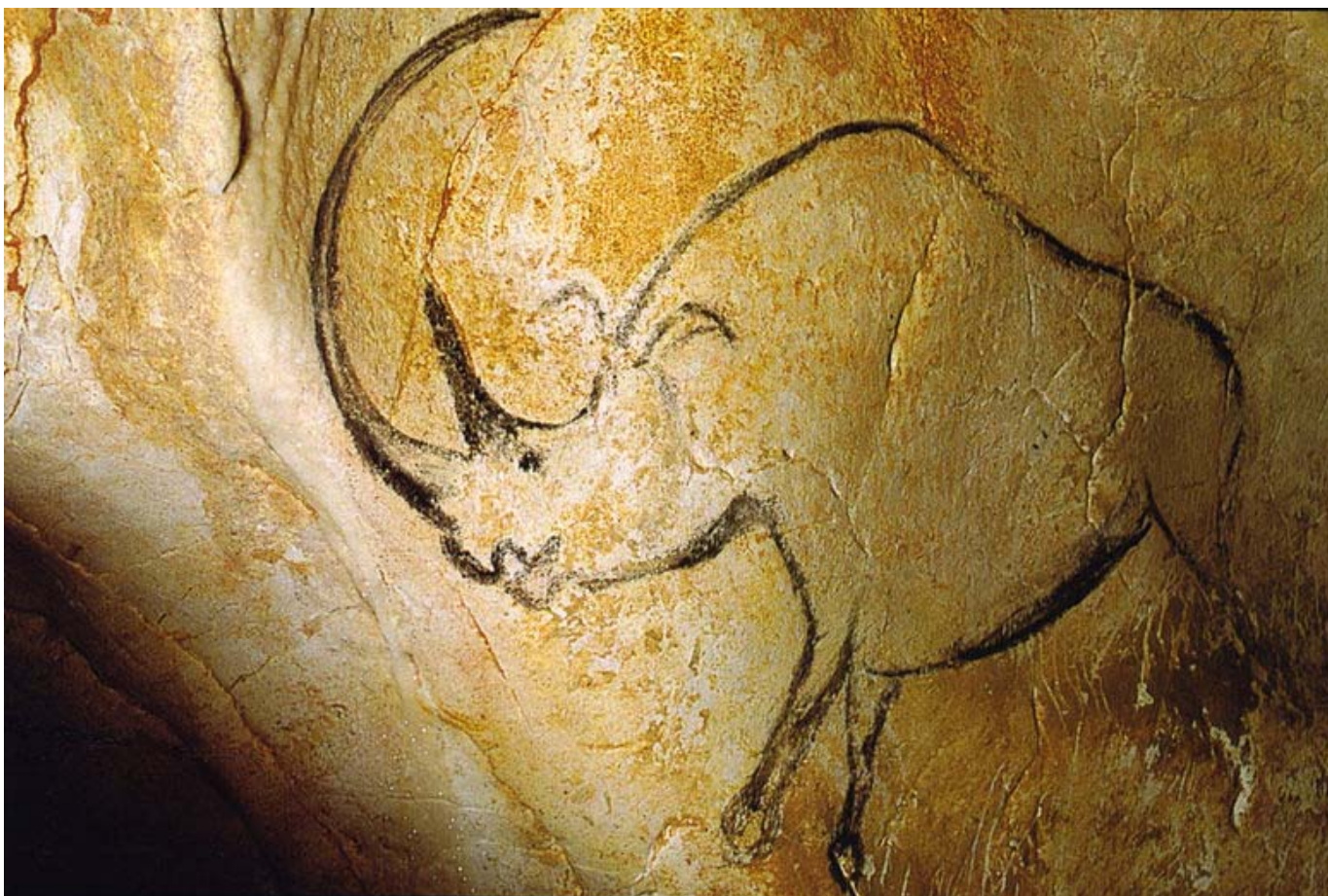
**Hélios Jaime**

Linguiste-Epistémologue

**Idéo-sémantique des couleurs: carrefour épistémologique  
interdisciplinaire**

L'un des sujets les plus anciens, on le connaît depuis la préhistoire, et à la fois tout à fait actuel qui touche à plusieurs domaines de la science est la couleur. En effet, la couleur était employée par les hommes qui habitaient la grotte de Chauvet, qui se trouve dans l'Ardèche, cela fait 30.000 ans! Cette grotte de l'époque paléolithique contient 420 représentations d'animaux de toute sorte. Certes ces hommes préhistoriques connaissaient le noir et l'ocre, c'est déjà l'époque de l'homo sapiens, qu'ils arrivaient à obtenir au moyen du chauffage des pigments pour varier l'oxydation du minéral. Ainsi du rouge il pouvaient passer à l'ocre clair ou brun, mais méconnaissaient le bleu.

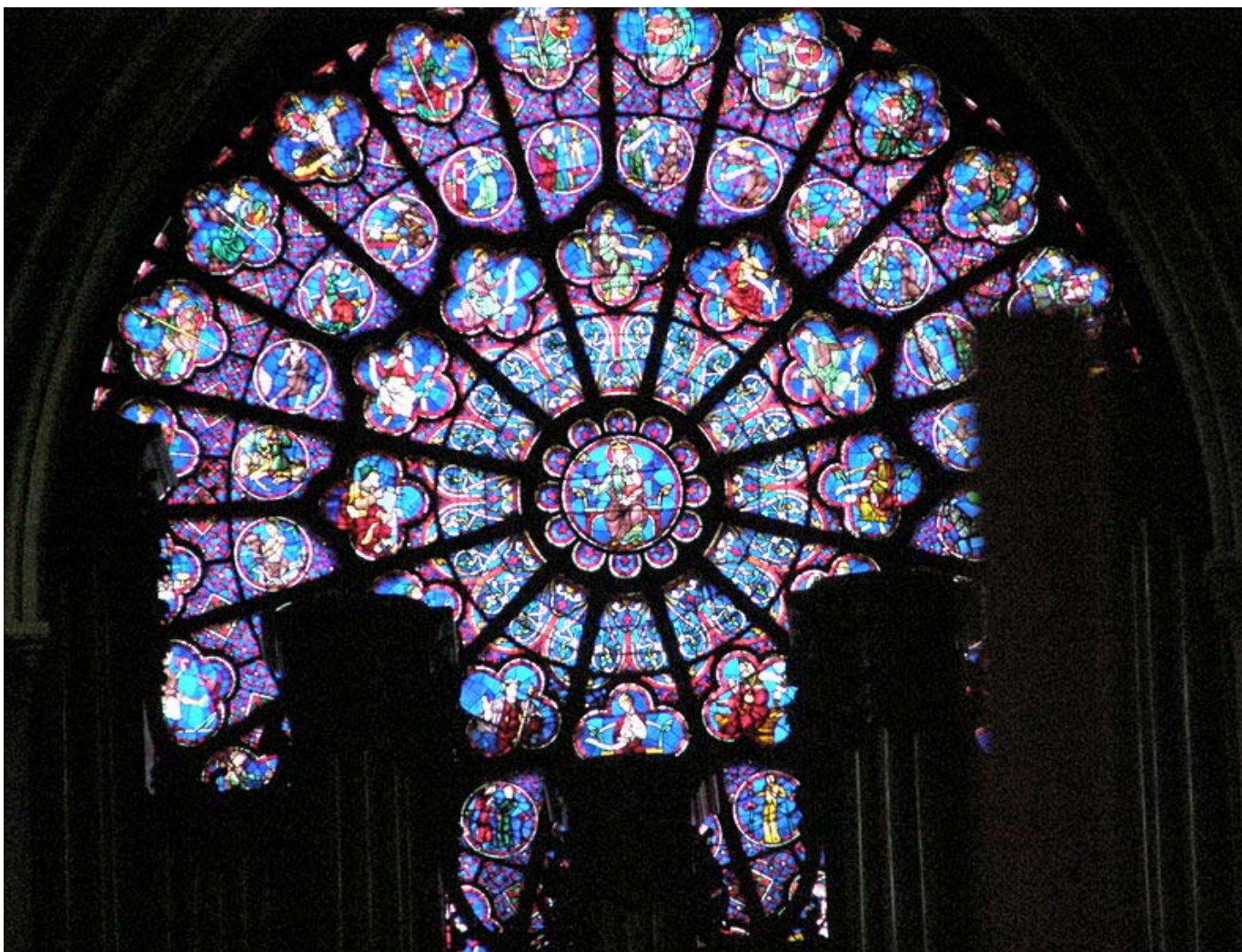
C'est pourquoi les couleurs contribuent à la recherche archéologique et ethnoculturelle comme on peut le voir dans la peinture d'un rhinocéros à longue corne et couvert d'une épaisse fourrure qui cohabitait avec l'homme préhistorique européen. Cette donnée comme d'autres témoignent d'un climat tout à fait différent de l'actuel et d'une communication intercontinentale qui a disparu.



Bien qu'il fût connu par la civilisation de l'ancienne Egypte pour représenter le ciel en tant que demeure des dieux ou en tant qu'habitable des constellations, le bleu a été négligé par la peinture romaine. En fait, dans l'Europe occidentale, le bleu ne joue un rôle symbolique et social qu'à l'époque de la première renaissance médiévale de la culture qui a lieu durant le XI<sup>e</sup> siècle. Cependant, cette dernière couleur est de grande importance pour les représentations du cosmos.

Au Moyen Âge, les vitraux des cathédrales montrent d'une manière magistrale les correspondances entre la conception artistique des couleurs et la représentation de relations de l'homme avec le cosmos et avec Dieu, comme on peut le voir dans la rosace ouest de Notre Dame de Paris. Dans cette oeuvre d'art le bleu est, pour ainsi dire, la couleur essentielle. Dans l'illustration de cette rosace, on peut voir la Vierge qui se trouve au centre et elle est entourée du signe du zodiaque dans sa double fonction symbolique et astronomique.

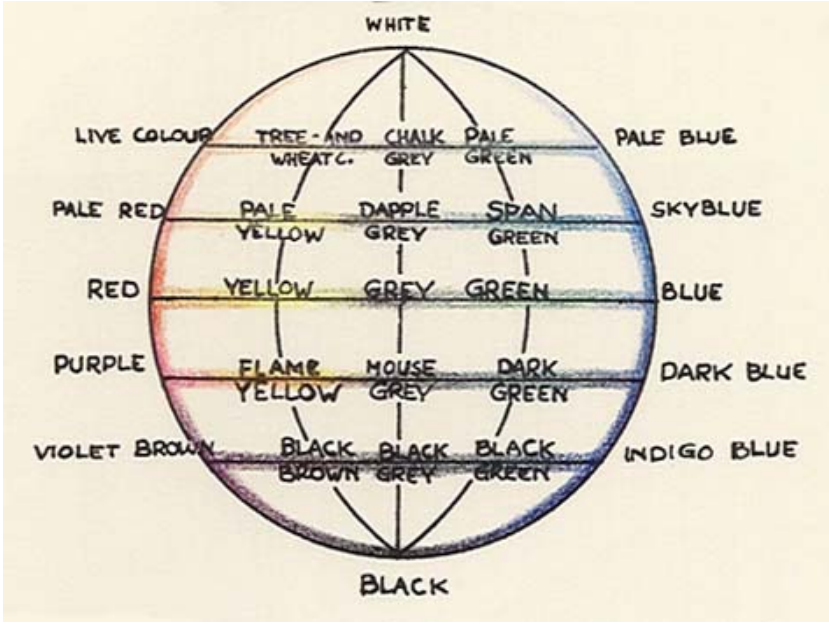




Dans cette relation des rosaces avec le macrocosmos et le microcosmos, il est intéressant d'observer que la structure de la rosace Rose de France de la cathédrale de Chartres présente une analogie avec l'organisation de la surface de l'atome de platine.

Outre les études sur la composition chromatique développées à la Renaissance par Léon-Batiste Alberti ou Léonard de Vinci, il me semble important de mentionner que le premier système scientifique des couleurs, n'a pas été déterminé par un peintre mais par un astronome et prêtre d'origine finlandaise, Aron Sigfrid Forsius (1559-1637).

Dans son traité, *Physica* qui a été publié en 1611 mais découvert bien plus tard, dans les années 1960, à la Bibliothèque Royale de Stockholm, Forsius montre sur une sphère comment les couleurs peuvent être ordonnées spatialement selon un système binaire d'oppositions: rouge / bleu; jaune / vert; blanc / noir.



Au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle, Descartes et Newton analysent la formation des couleurs et plus tard Goethe écrit son célèbre traité, fruit de vingt trois ans de travail, *Zur Farbenlehre* (*Théorie des couleurs*) où il s'oppose à l'hypothèse de Newton. L'auteur du *Faust*, pense que les couleurs ne se limitent pas à être une décomposition de la lumière mais qu'elles sont le produit des nuances des contrastes entre la lumière et l'ombre. Ainsi, il soutient qu'il existe un système binaire d'opposition dont les pôles sont le jaune et le bleu. Comme nous le verrons, en quelque sorte, le système de Goethe rejoint les fonctions des cellules de la rétine, les bâtonnets et les cônes. L'image suivante est une peinture schématique du fonctionnement des couleurs peinte par Goethe en 1810 pour illustrer sa théorie.



Le peintre romantique anglais William Turner développe la théorie de Goethe dans certains de ses tableaux comme celui du *Soleil de Venise venant de la mer*. Les nuances chromatiques sont données par des contrastes binaire.





Plus tard, Maxwell établit également une théorie des couleurs. Aux années vingt du siècle dernier, la découverte de l'effet Doppler signale que le décalage vers le rouge ou le bleu montre qu'une étoile s'éloigne ou s'approche de la Terre. De nos jours, il me semble qu'il n'est pas nécessaire dire à des astrophysiciens que les couleurs permettent d'analyser les composants chimiques des étoiles.

Bien entendu, mon but n'est pas de faire une histoire de la couleur mais de démontrer qu'elle constitue un thème qui intéresse l'astrophysique, les neurosciences, l'imagerie et la recherche médicale, les nanosciences, mais également la philosophie et les arts. C'est pourquoi, la couleur peut être une sorte de carrefour des recherches épistémologiques interdisciplinaires.

Tout d'abord, je voudrais signaler qu'il y a une différence entre le pigment et la couleur. Le premier est la substance chimique existant notamment chez les organismes vivants qui produit la couleur tandis que l'impression chromatique proprement dite est créée par notre cerveau. Bien que le nombre de pigments soit limité, les combinaisons des couleurs tendent à l'infini. Cependant, le chromatisme peut être donné par les effets des substances se trouvant dans les minéraux comme le dioxyde de silicium des opales ou par un phénomène connu des physiciens: le rayonnement thermique d'un corps noir dont l'émission, selon la température, se déplace vers le bleu. Ainsi, la couleur peut être donnée à partir de sources différentes. Mais, qu'est-ce que la couleur? A-t-elle une réalité? Pour

répondre à ces questions, commençons par voir quel est le processus physiologique de la perception chromatique.

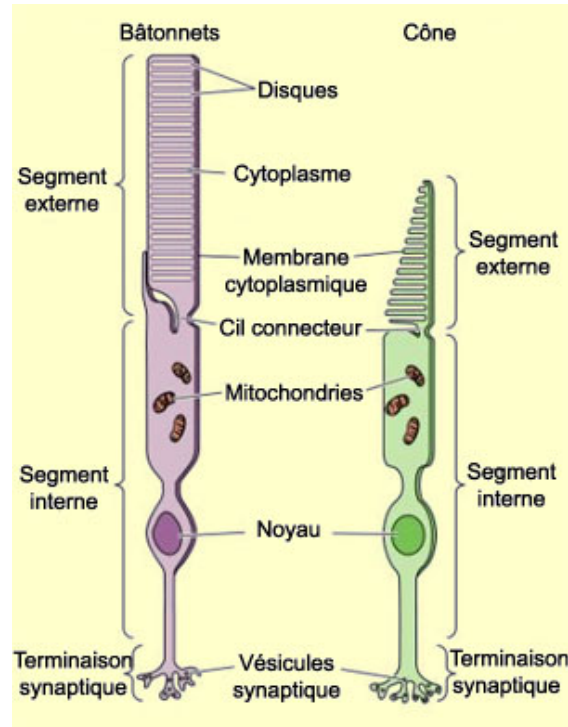
### **Physiologie succincte de la couleur**

Tout commence par l'oeil. Les cellules situées dans la rétine dites photorécepteurs, les cônes et les bâtonnets, transforment la lumière en signal nerveux. La complexité de cette conversion peut être illustrée par le nombre des cellules qui interviennent: 125 millions de bâtonnets et 5 millions de cônes. Ce signal est traité par le cortex visuel primaire et par les aires corticales V2 et V4 situées dans les zones occipitales et sous-calcarines des cinquièmes circonvolutions occipitales gauche et droite. Mais, les cellules spécialisées dans le traitement de la couleur sont les cônes situés notamment dans le centre de la rétine. Cependant, ce sont les bâtonnets, situés principalement dans la périphérie rétinienne qui, pour être très sensibles à la lumière même à de faibles intensités, nous permettent de voir pendant la nuit.

Il est intéressant d'observer que les aires qui interprètent la couleur sont organisées de la même manière que celles qui traitent le langage pour les fonctions de compréhension et d'expression des mots. Pour certains poètes il existe une correspondance entre les couleurs et les phonèmes. Dans son sonnet, *Voyelles*, Rimbaud associe les phonèmes vocaliques aux couleurs: "A noir, E blanc, I rouge, U vert, O bleu". D'ailleurs, il suffit de prononcer un mot désignant une couleur pour que celle-ci apparaisse dans l'image psychique même si elle n'est pas visible. Bien entendu, Rimbaud n'est pas le seul à trouver cette correspondance, Baudelaire et tant d'autres écrivains l'expriment aussi.

Or, c'est la structure des bâtonnets et des cônes qui permet la transformation lumineuse. Les cellules, dites bâtonnets par la forme de leur segment extérieur en forme de cylindre, sont constituées par des fibres qui se disposent en cercles. Ces disques sont bien plus nombreux dans les bâtonnets que dans les cônes. Dans ces disques se trouvent des pigments sensibles aux photons. Lorsque ces pigments sont activés par la lumière, ils changent de forme ce qui entraîne une série de réactions chimiques qui rendent la membrane des photorécepteurs moins perméable. Ce changement de la capacité perméable modifie le potentiel de la membrane permettant ainsi l'émission d'un signal nerveux. Cette disposition et l'action des molécules de rhodopsine expliquent que les bâtonnets sont mille fois plus sensibles à la lumière que les cônes.

Ces derniers nécessitent une intensité de lumière bien plus forte pour réagir que les premiers. C'est pour cette raison que les cônes sont bien plus actifs pendant la lumière du jour tandis que les bâtonnets agissent davantage à la lumière nocturne. En quelque sorte, les cônes et les bâtonnets suivent le rythme circadien.



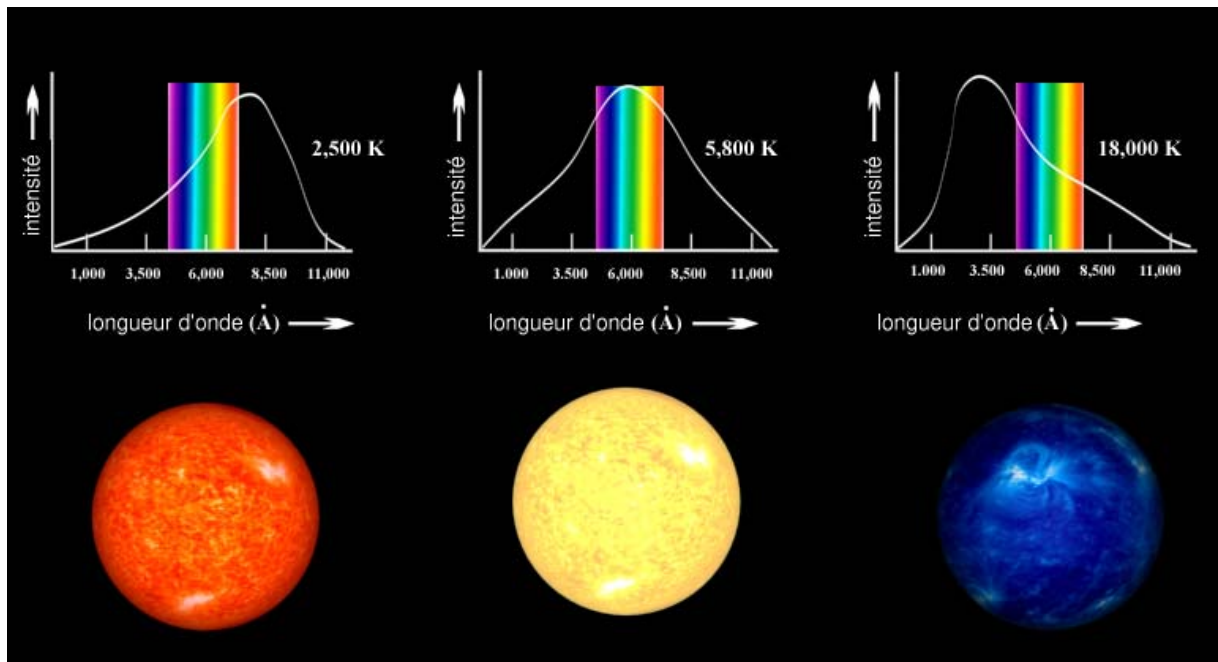
Les cônes transforment l'énergie lumineuse en un influx nerveux spécifique. A cause des molécules d'iodopsine qui se trouvent dans le segment extérieur des cônes, il y a une spécialisation de ces photorécepteurs pour capter les longueurs d'ondes des couleurs. Les L sont les cônes qui captent le rouge, environ 570 nm. Les M captent le vert, 535 nm. Les S sont les capteurs du bleu, 445nm.

Ainsi, l'activité corrélative de ces trois sortes de cônes, qui est fonction des différences de la longueur d'onde des stimulus lumineux, permet au cerveau de percevoir des milliers de nuances chromatiques.

### Les “couleurs” des étoiles

Les astrophysiciens savent que les spectres des couleurs provenant des étoiles ne sont pas assez précis pour interpréter leur composition chimique. La lumière perceptible qui peut être décomposée en couleurs n'est que la plus petite partie du spectre électromagnétique qui s'étend des rayons gamma au rayonnement radio dont les analyses peuvent être plus utiles pour obtenir des informations. Cependant, le classement des étoiles par la relation couleur-température reste valable. Je me limiterai à rappeler que

les plus chaudes, dites O dont la température à la surface est supérieure à  $30.000^{\circ}\text{C}$  donnent une couleur bleu. L'étoile Naos de la constellation de La Poupe brille un million de fois plus que le Soleil.



Celles qui suivent, dites A, d'une température entre 5000 et 11000 k, comme Sirius, donnent une lumière blanche tandis que les moins chaudes, comme Antarès, température entre 2000 et 3000 k, sont perçues comme rouges. Le graphique montre la relation chromatique déterminée par le rapport entre l'intensité et la longueur d'onde.

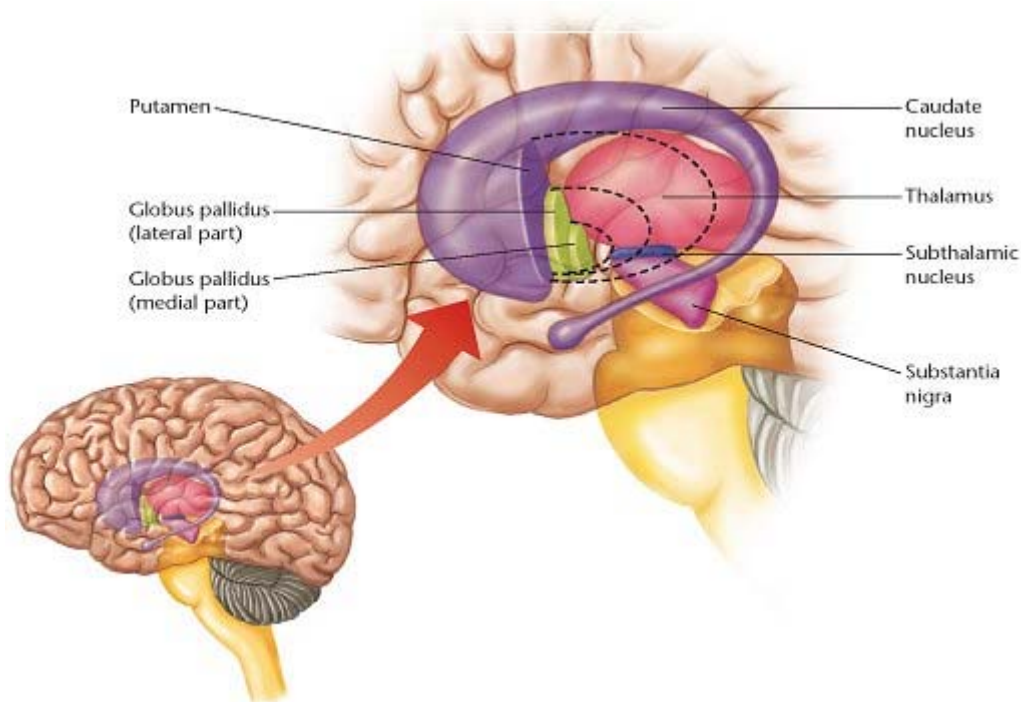
Cependant, ce qui est intéressant c'est que la forme suggérée par une étoile même si elle ne se manifeste pas par la couleur mais par l'effet d'une sorte d'ombre noirâtre peut être aussi une source d'information. C'est le cas de la nébuleuse dite Tête de Cheval de la constellation d'Orion. Une sorte de tache est observée sur un fond rose-rouge. Ce phénomène pourrait être dû au fait qu'il y aurait deux sorte de gaz ayant des températures différentes. Le plus froid serait situé plus près de la Terre. Il pourrait absorber la lumière du gaz plus chaud ce qui donnerait l'effet que je viens de mentionner. Bien entendu, je laisse aux astrophysiciens la réponse éclairant ce phénomène.

Toutefois, le fait qu'on perçoive des couleurs ou des formes provenant des corps se trouvant dans des phases diverses et qui sont éloignés de milliers d'années lumière de notre planète, est l'une des raisons de la photographie artistique spatiale. Ainsi, grâce aux couleurs, la science et une forme d'art peuvent se retrouver.



## Psychophysiologie des couleurs

Au commencement de mon travail, j'avais annoncé que les neurosciences s'intéressent également aux fonctions psychophysiologiques de la lumière et des couleurs. Les recherches faites sur la relation existant entre le regard et les états émotifs ont révélé la présence d'une substance dans l'appareil optique qui est en relation avec le cycle circadien, c'est-à-dire, avec le système essentiel pour la vie car il règle les processus activité-sommeil en liaison avec le rythme de rotation terrestre du jour et de la nuit. Ce système est situé dans les noyaux suprachiasmastiques centraux NSC qui se trouvent dans la partie antérieure de l'hypothalamus qui est située sur l'endroit où se croisent les voies optiques : le chiasma optique. Cependant cette voie photique n'est pas en relation avec la vision proprement dite, c'est-à-dire, celle qui nous permet de distinguer les objets, les personnes ou tout ce qui nous entoure, mais avec la réception de la lumière.



La substance noire reproduite dans le graphique est en relation anatomophysiologique avec le thalamus qui à son tour est connecté avec le cortex cérébral. Ainsi, ce système est en relation avec des fonctions oculomotrices mais également avec les cognitives, voire émotives.

Or, les NSC agissent suivant la quantité de lumière perçue. Les neurophysiologues ont constaté que lorsque cette voie photique ne fonctionne pas bien et par conséquent la réception de la lumière est déficiente, la personne peut subir des états dépressifs plus ou moins graves selon la persistance du dysfonctionnement. Cette constatation est une de

preuve qui montre des erreurs dans lesquelles peuvent tomber les psychanalystes qui face à des symptômes dépressifs concluent, par exemple, que le patient a eu des mauvais rapports avec le père ou la mère ou est sous l'emprise d'autres fantasmes de l'inconscient!

Les recherches psychiatriques ont démontré que la sensibilité excessive ou déficiente des couleurs peut être un symptôme d'un caractère maniaco-dépressif. La personne passe, sans la moindre raison, d'un état euphorique à un état dépressif et vice versa. Lorsqu'elle se trouve dans état d'excitation, elle perçoit les couleurs trop intenses. En revanche, lorsqu'elle déprime, elle ne distingue pas les contrastes chromatiques.

En outre, on a constaté que les patients atteints de la maladie de Parkinson, outre les troubles de mouvements, n'arrivent pas à percevoir les contrastes des couleurs. Cet état pathologique est dû à la perte des neurones qui produisent un neurotransmetteur dit dopamine. Cette substance intervient dans la perception des contrastes. La déficience dopaminergique trouble, par conséquent, la vision des contrastes des couleurs. Ainsi, on a associé le déficit dopaminergique avec les troubles chromatiques qui indiquent des symptômes neuropsychiques. En outre, la capacité à différencier les contrastes est l'une des raisons qui permet la perception de la beauté d'une peinture artistique.

Or, nous avons pu constater que la couleur peut être produite par une diversité de phénomènes mais pour qu'elle devienne réelle, il faut qu'elle soit perçue par notre vision. Mais notre vision chromatique non seulement fonctionne à l'état de veille mais encore elle est activée à l'état onirique. Lorsque nous rêvons, nous pouvons percevoir un paysage en couleur ou distinguer les yeux bleus d'une personne. D'ailleurs, lorsque nous lisons, par exemple un roman ou un récit de voyage, nous pouvons voir également les couleurs évoquées. Ainsi, les images chromatiques devenant significatives présentent une relation avec l'idéo-sémantique. D'une manière succincte, ma théorie, que j'ai déjà mise en pratique dans des études interdisciplinaires linguistico-littéraires, musicales et scientifiques<sup>1</sup>,

---

<sup>1</sup>Voici certains de mes ouvrages concernant ma théorie : *Ideosemántica de la novelística argentina*, Almar, Salamanca, 2001, dans mes travaux, *Approche idéo-sémantique de la problématique mémoire-histoire-fiction*, Presses de l'Université d'Angers, Angers, 2003, *Ideosemántica de la navegación en la teogonía y en la cosmogonía*, Presses de l'Universidad Jaume I, Castellon, 2008, *Ideosemántica de la creatividad y la concepción de las catedrales*, Mar Océana, revista de la Universidad Francisco de Vitoria, Madrid, 2009, *Creatividad e Ideosemántica*, Mar Océana, revista de la Universidad Francisco de Vitoria, Madrid, 2010. On peut trouver une étude comparée linguistico-littéraire avec la psychophysiologie du rêve selon la perspective idéo-sémantique, dans mon essai, *L'homme et l'univers, rêve et intelligibilité*, Valence, 2011. D'ailleurs j'analyse les correspondances entre la littérature et la science dans mon travail, *L'homme et l'univers : les principes épistémologiques relatifs de la science et de la littérature*, Ecole Internationale d'Astrophysique, Daniel Chalonge, Observatoire de Paris, 2012, entre autres.

envisage la signification des mots et des structures linguistiques non comme des concepts abstraits mais comme une combinaison fonctionnelle d'images psychiques significatives qui peuvent constituer des systèmes de langages divers, scientifiques, linguistiques, musicaux, artistiques, et sont organisées par la vision d'une civilisation portant sur l'espace, le temps mais aussi sur l'homme et l'univers

C'est pourquoi, la deuxième question que j'avais posé au début de mon travail, la couleur a-t-elle une réalité, met en relation les réponses physiques et neurophysiologiques avec les fonctions linguistiques et les problématiques philosophiques. Tout cela confirme que les couleurs constituent un carrefour interdisciplinaire des diverses voies épistémologiques et facilitent, par conséquent, la communication scientifique.

Hélios Jaime