

UNIVERSITE de LIMOGES
Faculté de Médecine



ANNEE 2003

Thèse n° 128 / 1

**DYSCHROMATOPSIES
et
ART PICTURAL**



THESE

POUR LE

**DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE**

présentée et soutenue publiquement le 28 mai 2003

par
Fabrice LARQUE
né le 2 avril 1972 à Pau (Pyrénées-Atlantiques)

EXAMINATEURS de la THESE

Monsieur le Professeur TREVES PRESIDENT
Monsieur le Professeur BERTIN JUGE
Monsieur le Professeur SALLE JUGE
Monsieur le Professeur ADENIS JUGE

UNIVERSITE DE LIMOGES FACULTE DE MEDECINE

DOYEN DE LA FACULTE:

Monsieur le Professeur VANDROUX Jean-Claude

ASSESEURS:

Monsieur le Professeur LASKAR Marc
Monsieur le Professeur VALLEIX Denis
Monsieur le Professeur COGNE Michel

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

ROCHE Doriane

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS:

* C.S = Chef de Service

ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ADENIS Jean-Paul * (C.S)	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Jean-Luc	CHIRURGIE INFANTILE
ALDIGIER Jean-Claude (C.S)	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD-MOUVEROUX Françoise (C.S)	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul (C.S)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
AUBARD Yves (C.S)	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
BARTHE Dominique	HISTOLOGIE EMBRYOLOGIE CYTOGENETIQUE
BEDANE Christophe (C.S)	DERMATOLOGIE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
BONNAUD François (C.S)	PNEUMOLOGIE
BONNETBLANC Jean-Marie	DERMATOLOGIE
BORDESSOULE Dominique (C.S)	HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION
BOUTROS-TONI Fernand	BIOSTATISTIQUE ET INFORMATIQUE MEDICALE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre (C.S)	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre (C.S)	PSYCHIATRIE ADULTES
COGNE Michel (C.S)	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU Pierre	UROLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
CUBERTAFOND Pierre	CLINIQUE DE CHIRURGIE DIGESTIVE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure (C.S)	PARASITOLOGIE
DE LUMLEY WOODYEAR Lionel (C.S)	PEDIATRIE
DENIS François (C.S)	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE-HYGIENE
DESCOTTES Bernard (C.S)	ANATOMIE
DUDOGNON Pierre (C.S)	REEDUCATION FONCTIONNELLE
DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
DUMAS Michel (SUR)	NEUROLOGIE
DUMONT Daniel (C.S)	MEDECINE DU TRAVAIL
DUPUY Jean-Paul (SUR)	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
FEISS Pierre (C.S)	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
FEUILLARD Jean (C.S)	HEMATOLOGIE
GAINANT Alain (C.S)	CHIRURGIE DIGESTIVE
GAROUX Roger (C.S)	PEDOPSYCHIATRIE
GASTINNE Hervé (C.S)	REANIMATION MEDICALE
JAUBERTEAU-MARCHAN Marie-Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François (C.S)	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
LASKAR Marc (C.S)	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
LEGER Jean-Marie (SUR)	PSYCHIATRIE D'ADULTES
LEROUX-ROBERT Claude (SUR)	NEPHROLOGIE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
MABIT Christian	ANATOMIE-CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE ET TOXICOLOGIE
MAUBON Antoine (C.S)	RADIOLOGIE

MELLONI Boris
MENIER Robert (SUR)
MERLE Louis
MOREAU Jean-Jacques (C.S)
MOULIES Dominique (C.S)
NATHAN-DENIZOT Nathalie
PARAF François
PILLEGAND Bernard (C.S)
PIVA Claude (C.S)
PREUX Pierre-Marie
RIGAUD Michel (C.S)
SALLE Jean-Yves
SAUTEREAU Denis
SAUVAGE Jean-Pierre (C.S)
STURTZ Franck
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre
TREVES Richard (C.S)
TUBIANA-MATHIEU Nicole (C.S)
VALLAT Jean-Michel (C.S)
VALLEIX Denis
VANDROUX Jean-Claude (C.S)
VERGNEGRE Alain (C.S)
VIDAL Elisabeth (C.S)
VIGNON Philippe
VIROT Patrice (C.S)
WEINBRECK Pierre (C.S)

PNEUMOLOGIE
 PHYSIOLOGIE
 PHARMACOLOGIE
 NEUROCHIRURGIE
 CHIRURGIE INFANTILE
 ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
 ANATOMIE PATHOLOGIQUE
 HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
 MEDECINE LEGALE
 INFORMATION MEDICALE ET EVALUATION
 BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
 MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION
 HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
 OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
 BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
 ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES
 RHUMATOLOGIE
 CANCEROLOGIE
 NEUROLOGIE
 ANATOMIE
 BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE
 EPIDEMIOLOGIE-ECONOMIE DE LA SANTE-PREVENTION
 MEDECINE INTERNE
 REANIMATION MEDICALE
 CARDIOLOGIE
 MALADIES INFECTIEUSES

PROFESSEUR ASSOCIE A MI-TEMPS

BUCHON Daniel

MEDECINE GENERALE

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE

BUISSON Jean-Gabriel

MEDECINE GENERALE

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

ALAIN Sophie

Bactériologie – virologie – hygiène hospitalière

ANTONINI Marie-Thérèse

Explorations Fonctionnelles Physiologiques

BOUTEILLE Bernard

Parasitologie - mycologie

CHABLE Hélène

Biochimie et génétique moléculaire, chimie des

Explorations fonctionnelles

DURAND-FONTANIER Sylvaine

Anatomie

ESCLAIRE Françoise

Laboratoire d'histologie-cytologie, cytogénétique et de

Biologie cellulaire et de la reproduction

laboratoire d'hématologie

JULIA Annie

Biochimie et génétique moléculaire, chimie des

LAPLAUD Paul

Explorations fonctionnelles

MOUNIER Marcelle

Bactériologie – virologie – hygiène hospitalière

PETIT Barbara

Anatomie et cytologie pathologiques

PLOY Marie-Cécile

Bactériologie – virologie – hygiène hospitalière

RONDELAUD Daniel

Laboratoire d'histologie-cytologie, cytogénétique et de

Biologie cellulaire et de la reproduction

VERGNE-SALLE Pascale

Rhumatologie

YARDIN Catherine

Laboratoire d'histologie-cytologie, cytogénétique et de

Biologie cellulaire et de la reproduction

A Monsieur le Professeur Richard TREVES ,

Professeur des universités de rhumatologie

Médecin des Hôpitaux

Chef de Service

Pour votre enseignement et votre disponibilité au cours de mon passage dans votre service et pour m'avoir fait l'honneur de présider cette thèse,

Je vous remercie vivement et tiens à vous exprimer ma profonde reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Philippe BERTIN,

Professeur des Universités

Docteur en Médecine

Docteur ES Sciences

Rhumatologue des Hôpitaux

Thérapeutique

Pour votre écoute, pour votre amabilité, pour avoir su me faire aimer la Rhumatologie.

Je vous remercie et vous témoigne toute ma gratitude.

A Monsieur le Professeur Jean-Yves SALLE ,

Professeur des Universités de Médecine Physique et Réadaptation

Médecin des Hôpitaux

C'est avec vous que j'ai commencé mes études de Médecine, et c'est avec vous que je les conclus. Vous avez su me donner le goût pour ce métier.

Je tiens à vous exprimer mes sincères remerciements.

A Monsieur le professeur Jean-Paul ADENIS,

Professeur des Universités d'Ophtalmologie

Ophtalmologiste des Hôpitaux

Chef de service

Pour votre enseignement et votre dévouement ainsi que pour l'honneur que vous
me faites de juger mon travail.

Je vous en remercie beaucoup.

A mon épouse ,

Pour son soutien inconditionnel, tout au long de ces années d'études en commun.

Je la remercie, chaleureusement.

A mon fils Thomas,

Pour le bonheur qu'il nous a apporté durant ces deux dernières années.

**A mes parents,
A mon frère,
A ma sœur,
A ma grand - mère,
A ma famille,**

Pour tous les moments de bonheur partagés durant ces années.
Je les en remercie infiniment.

A la famille Gibaud,

Pour son soutien moral et ces marques d'amitié pendant toutes ces années.

Je les en remercie énormément.

A Nicolas et à sa famille,

Pour nos longues années d'amitié.

Merci.

A mes amis de fac :

Damien,

Johann,

Phaly,

Stéphane,

Et à leurs familles,

Pour leur précieuse amitié .

Je tiens à les remercier très sincèrement.

A la mémoire de mes Grands-pères.

PLAN

I-INTRODUCTION

II-RAPPEL ANATOMIQUE DE L'OEIL

2.1 Description de l'œil humain

2.1.1 l'œil

2.1.1.1 situation générale

2.1.1.2 les trois tuniques

2.1.2 La structure de la rétine

2.2 Examen de l'œil

2.2.1 Acuité visuelle

2.2.2 Champ visuel

2.2.3 L'examen de la vision des couleurs

*Le test d' Ishihara

*Les tests par classement

*Les tests de dépistage pédiatrique

*Les instruments de test

2.2.4 Motilité oculaire

2.2.5 Inspection des globes oculaires

2.2.6 Lampe à fente

2.2.7 Mesure de la pression intra oculaire

2.2.8 Examen du Fond d'œil

III-DEFINITION DU DALTONISME

3.1 Historique

3.2 Fréquence

3.3 Les différents types de daltonisme:

3.3.1 Daltonisme trichromate

3.3.2 Daltonisme dichromate

3.3.3 Daltonisme Achromate

3.4 Génétique

IV PHYSIOLOGIE

4.1 Vision normale des couleurs

4.1.1 Les cônes

4.1.2 La Iodopsine

4.2 Dyschromatopsies héréditaires

4.2.1 Deutéranope

4.2.2 Propanope

4.2.3 Tritanope

4.3 Dyschromatopsies acquises

V-DYSCHROMATOPSIE EN PEINTURE

5.1 Facteurs influençant la vision des couleurs en peinture

5.1.1 La lumière

5.1.1.1 Définition

5.1.1.2 La lumière en peinture et son impact sur les couleurs

*** Effet PURKINGE**

*** Effet Bezold Brücke**

5.1.2 L'Effet artistique

5.1.3 L'âge

5.1.4 La perspective

5.2 Difficultés du peintre daltonien

5.3 Manœuvres d'évitement des daltoniens

5.4 Impressionnisme et Daltonisme

5.5 Les peintres Daltoniens célèbres

VI-HYPOTHESES

6.1 Daltonisme et psychisme

6.2 Vision crépusculaire

6.3 Colorimétrie

VII-CONCLUSION

VIII-BIBLIOGRAPHIE

I-INTRODUCTION

Les dyschromatopsies sont relativement fréquentes chez l'homme.

Les personnes ayant une déficience de la vision des couleurs rencontrent des difficultés tous les jours , le langage coloré étant omniprésent dans notre société :outil pédagogique à l'école, code de la route (feux, signalisations), code vestimentaire (habillement), outil informatique ...

Considéré souvent comme "une petite différence", le daltonisme prête à sourire, les conséquences peuvent pourtant en être plus importantes;

En effet il n'est pas rare que l'accès à une profession soit refusé à un jeune en fin de formation. Le dépistage précoce est donc indispensable.

Mais en ce qui concerne la peinture ,qu'en est t-il du Daltonisme? Une anomalie aussi fréquente (1 homme sur 10) n'a pas pu passer les siècles sans être mise à jour. Pourtant il semble bien que les oeuvres laissées par les peintres daltoniens soient assez rares, ou alors difficiles à identifier.

II-RAPPEL ANATOMIQUE DE L'OEIL

2.1. Description de l'œil humain

2.1.1 L'œil

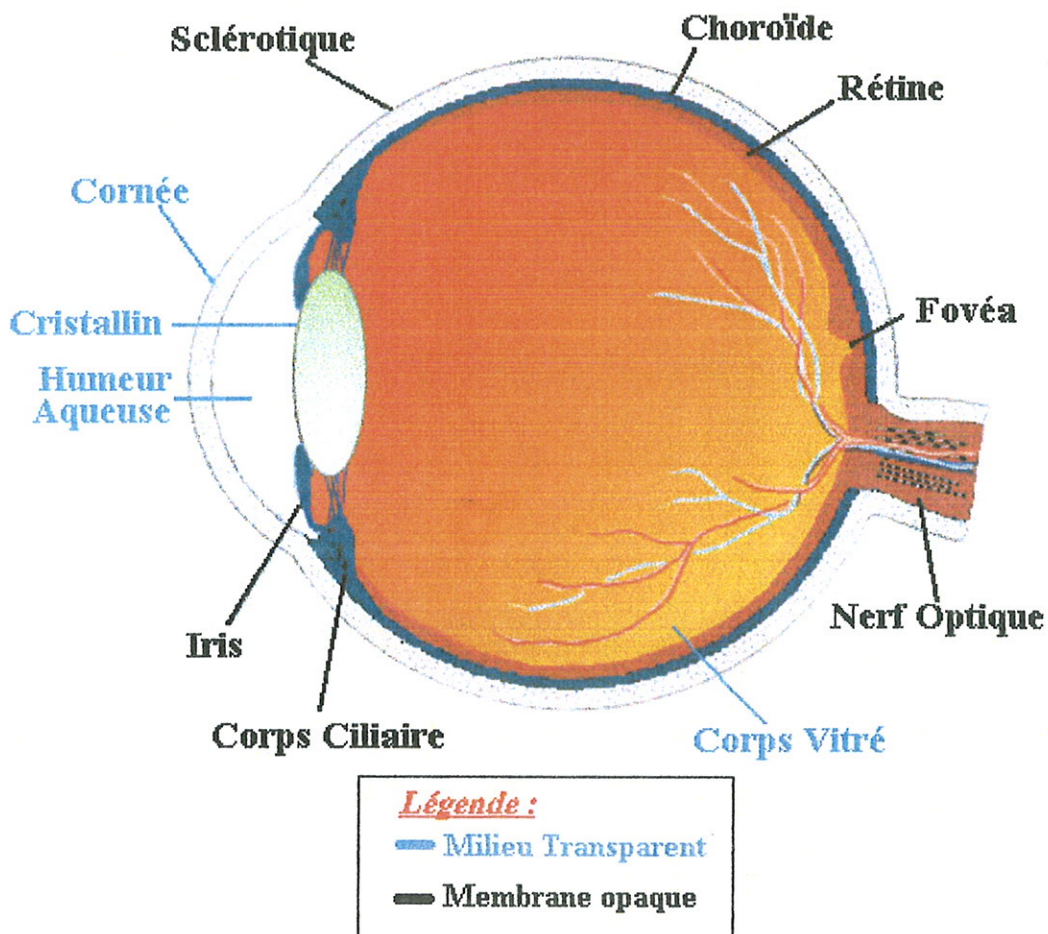


Figure N°1

2.1.1.1 situation générale :

Les yeux sont enrobés de tissu graisseux et reposent dans les deux orbites osseuses situées en avant du crâne.

Ils sont protégés par trois éléments :

- Les paupières constituées du tarse (charpente fibreuse rigide) et du muscle orbiculaire innervé par le nerf facial permettant l'occlusion palpébrale.
- La conjonctive qui recouvre la face interne des paupières et la portion antérieure des globes oculaires jusqu'au limbe.
- Le film lacrymal, sécrété par les glandes lacrymales principales et accessoires, assure l'humidification permanente de la cornée.

L'œil peut être mobilisé dans différentes directions grâce à six muscles striés, innervés par des nerfs oculomoteurs :

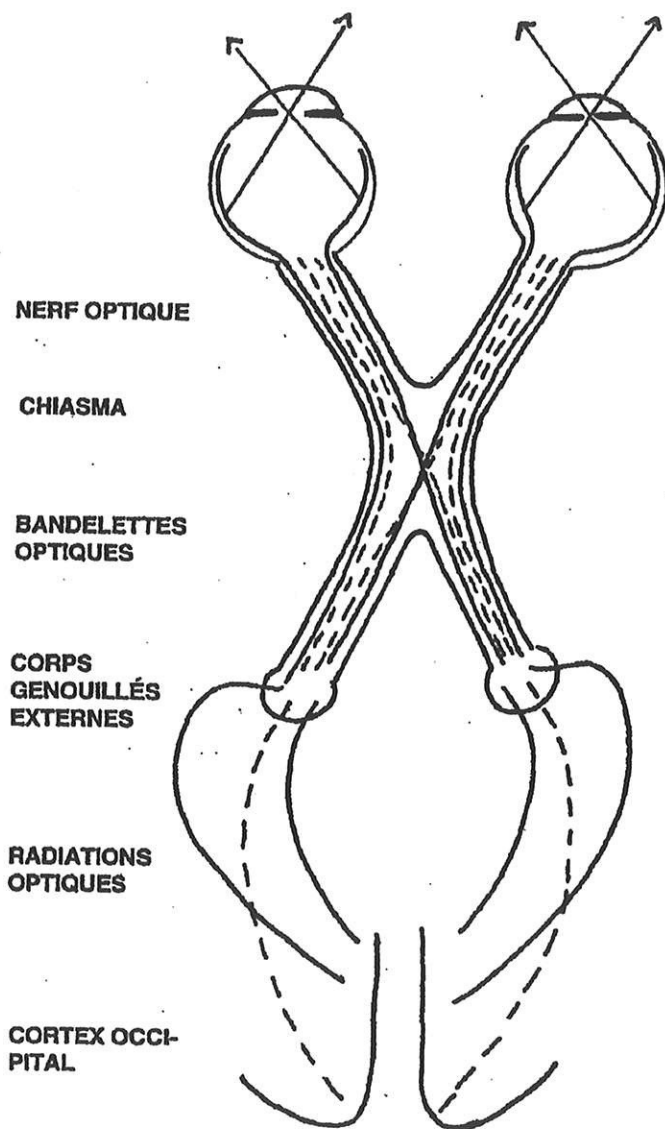
- *le III ou nerf moteur oculaire commun* (droit sup., droit inf., petit oblique) assure le réflexe photomoteur et l'accommodation ainsi que l'innervation du muscle releveur de la paupière.
- *le IV ou nerf pathétique* (muscle grand oblique)
- *le VI ou nerf moteur oculaire externe* (muscle droit externe)
- *le centre supra nucléaire* situé en amont des noyaux des nerfs oculomoteurs permet les mouvements synchrones des deux yeux.

En arrière de l'œil, le nerf optique traverse l'orbite osseuse par le canal optique et entre dans la boîte crânienne qui contient le cerveau ; son extrémité antérieure est la papille, visible à l'examen du fond d'œil.

Les deux nerfs optiques se croisent au-dessus de la selle turcique et forment le chiasma optique où se fait un croisement partiel des fibres optiques (hémidécussation), intéressant uniquement les fibres provenant des hémirétines nasales ; les fibres issues de la partie temporale de la rétine gagnent la partie homolatérale du cortex occipital.

Le chiasma donne naissance aux bandelettes optiques qui contiennent les fibres des deux hémi-rétines regardant dans la même direction.

Les bandelettes optiques contournent les pédoncules cérébraux et se terminent dans les corps genouillés externes, d'où partent les radiations optiques (3 me neurone des voies optiques) qui forment une lame de substance blanche moulée à la face externe du ventricule latéral et qui gagnent le cortex visuel situé à la face interne du lobe occipital de part et d'autre de la scissure calcarine .



REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DES VOIES OPTIQUES

Figure N 2

2.1.1.2 les trois tuniques:

L'œil est de faible volume (6,5 cm³), pèse 7 grammes, et a la forme d'une sphère d'environ 24 mm de diamètre. En avant de l'œil, la cornée représente une demi-sphère d'environ 8 mm de diamètre.

Le globe oculaire est constitué de trois tuniques :

- **La tunique fibreuse** : Couche externe, constituée pour sa majeure partie d'une membrane fibreuse, rigide, opaque, conférant à l'œil sa forme due à la pression hydrostatique intérieure : la sclérotique, dont la partie visible est le « blanc de l'œil ». La sclérotique est traversée par un grand nombre de petites artères, veines et nerfs .Elle se prolonge à l'arrière par une ouverture qui s'appelle la lame criblée où passent les fibres du nerf optique. Sur le devant une partie transparente constituant la « lentille » principale du système optique : la cornée. Les deux parties de la tunique fibreuse sont séparées par une zone semi-transparente appelée Limbe adhérent à la conjonctive.
- **La tunique uvéale** : L'uvée est constituée de trois éléments : l'Iris la partie la plus antérieure pigmentée, donnant la couleur aux yeux et laissant une ouverture centrale : la pupille dont la taille varie selon que l'Iris se dilate ou se contracte (Phénomène de Mydriase / Myosis). L'iris est situé dans l'humeur aqueuse entre la cornée et le cristallin, séparant ainsi la chambre antérieure de la chambre postérieure de l'œil. Le corps ciliaire qui est un épaississement de l'uvée, en couronne derrière l'iris, essentiellement constitué de tissu musculaire ,il produit une substance liquide : l'humeur aqueuse. La choroïde est une couche vasculaire, tapissant l'intérieur du globe.
- **La tunique nerveuse** : C'est la rétine qui transforme le signal lumineux en influx nerveux. La fovéa est une dépression de la rétine située près de l'axe optique de l'œil, mesurant une fraction de millimètre de diamètre mais donnant la plus grande précision en éclairage diurne pour la vision des détails. (1,5 mm de diamètre)

Entre ces trois tuniques il existe trois milieux transparents indispensables à la vision :

- L'humeur aqueuse entre la cornée et le cristallin, liquide transparent qui maintient la pression oculaire.
- Le cristallin : lentille biconvexe, entre l'humeur aqueuse et le corps vitré responsable de l'accommodation.
- Le corps vitré : masse gélatineuse transparente (60 % du volume oculaire, 99 % d'eau).

2.1.2 La structure de la rétine

La rétine de l'œil est une couche essentiellement nerveuse, aussi mince qu'une feuille de papier mais dont la structure est très compliquée. Elle mesure de 0,1 à 5 mm d'épaisseur, et est organisée en plusieurs couches de cellules :

→ **l'épithélium pigmentaire** : qui constitue une couche cellulaire monostratifiée apposée contre la face externe de la rétine neurosensorielle.

→ **la couche des photorécepteurs** : qui comporte environ 130 millions de cellules photosensibles différentes portant des noms reflétant leur forme :

- Les bâtonnets, constituent environ 95 % de ces cellules responsables de la vision nocturne, et ne sont sensibles qu'à la différence entre obscurité et lumière. Ils ont une grande sensibilité, et sont pour cela adaptés à une faible quantité de lumière.
- Les cônes, cellules sensorielles plus grandes, forment les 5% restant des photorécepteurs. Responsables de la vision diurne, ils font la différence entre les couleurs. Les cônes sont présents en majorité au niveau de la "tâche jaune", dans la région centrale de la rétine. Au milieu de celle-ci se trouve la Fovéa, où l'on retrouve uniquement des cônes, très serrés, et où les autres couches sont rejetées à la périphérie, pour laisser pénétrer la lumière plus facilement. La vision est à ce niveau plus précise, plus détaillée, et plus sensible aux mouvements que sur le reste de la rétine. C'est d'ici que proviennent la plupart des informations visuelles arrivant au cerveau.

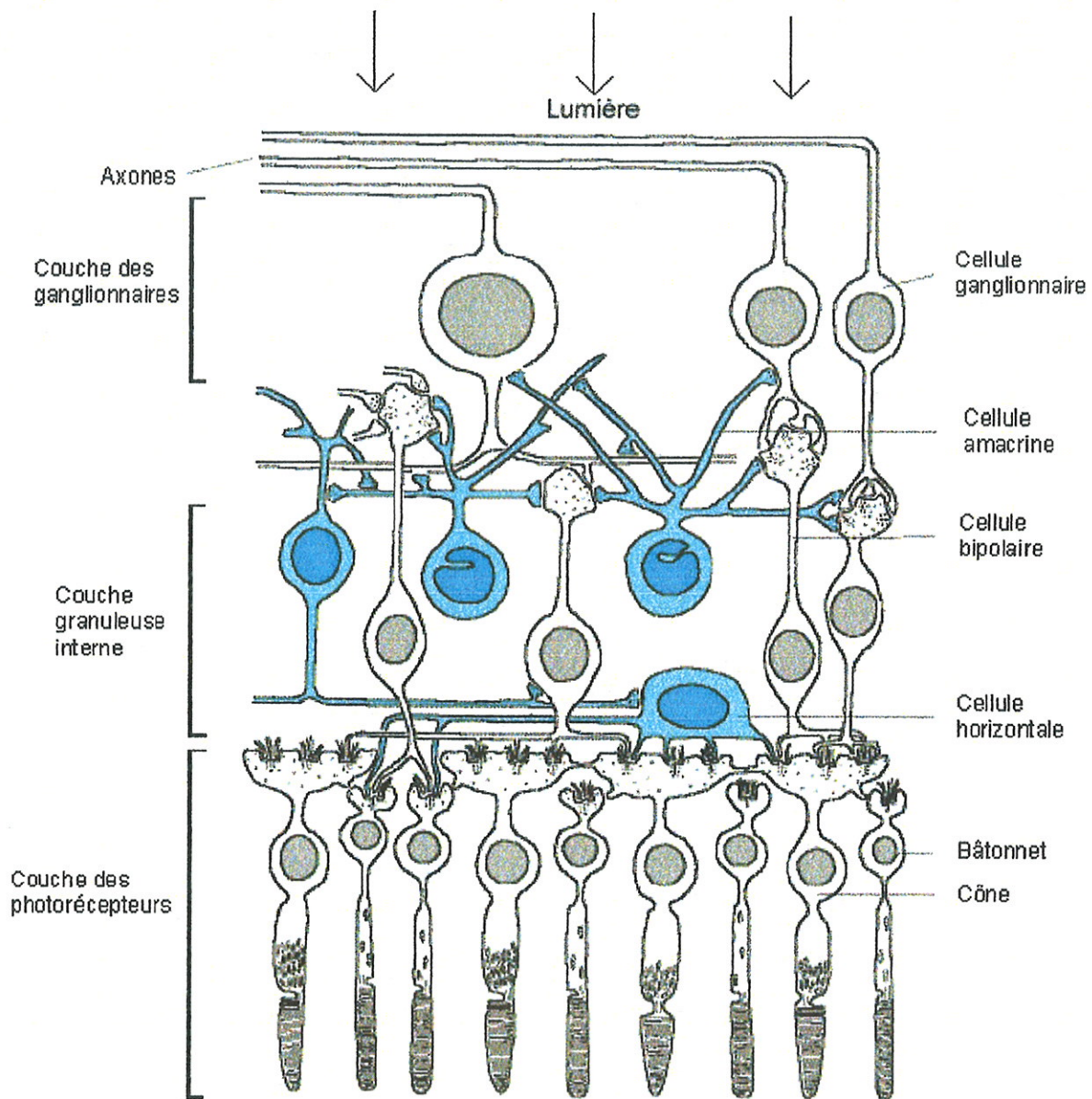


Figure N°3

→ la membrane limitante.

→ la couche granuleuse et la couche plexiforme externe et interne : La couche granuleuse interne comporte une variété de neurones rétiniens, qui peuvent être classés en 3 catégories:

- Les cellules bipolaires, tenant leur nom du fait qu'elles sont articulées entre les photorécepteurs et les cellules ganglionnaires, constituent la voie directe de transmission du message nerveux. Il existe plusieurs groupes de cellules bipolaires : les bipolaires de bâtonnets, reliant plusieurs bâtonnets à une cellule ganglionnaire, et les bipolaires de cônes, reliant plusieurs cônes à une cellule ganglionnaire. Ces derniers se subdivisent encore en deux groupes, les bipolaires "invaginées" et les bipolaires "superficielles", formant deux voies distinctes de transmission de l'information. Les deux autres groupes de neurones de cette couche servent à moduler latéralement la transmission de l'information, formant un système de contrôle, qui permet au système rétinien de tenir compte des événements issus du voisinage, pour mieux s'adapter par exemple, aux contrastes ou aux bords des objets, et aussi au mélange des couleurs.
- Les cellules horizontales, en contact avec les synapses entre les récepteurs et les cellules bipolaires.
- Les cellules amacrines, en contact avec les synapses entre les cellules bipolaires et ganglionnaires.

→ la couche des cellules ganglionnaires : il en existe environ 1 million, soit 130 fois moins que les cellules photosensibles. Elles sont reliées, d'un côté par les cellules bipolaires, et de l'autre leurs axones constituent les fibres optiques qui se réunissent au niveau de la papille pour former le nerf optique.

→ la couche des fibres optiques.

→ la membrane limitante interne.

2.2 Examen de l'œil

Tout bon examen ophtalmologique débute par l'interrogatoire qui est capital et riche d'informations (sensation de baisse de l'acuité visuelle, myodesopsie, phosphènes, diplopie, héméralopie, douleur, métamorphopsie...).

2.2.1 Acuité visuelle

La mesure de l'acuité visuelle qui est couplée à une étude de la réfraction, est réalisée à deux distances :

- De loin (à 5 mètres) : L'échelle de Monoyer (lettres de taille décroissante) permet de chiffrer l'acuité visuelle de $1/10^{\text{ème}}$ à $10/10^{\text{ème}}$.
- De près (à 33cm) : L'échelle de Parinaud (texte dont les paragraphes sont écrits avec des caractères de taille décroissante) permet de chiffrer l'acuité visuelle de Parinaud 14 (P14) à P1,5 la normale étant à P2.

L'acuité visuelle doit être mesurée sans correction, puis avec correction optique éventuelle d'un trouble de la réfraction ou amétropie .

M R T V F U E N C X O Z D	10/10
D L V A T B K U E R S N	9/10
R C Y H O F M E S P A	8/10
E X A T Z H D W N	7/10
Y O E L K S F D I	6/10
O X P H B Z D	5/10
N L T A V R	4/10
O H S U E	3/10
M C F	2/10
Z U	1/10

Échelle d'acuité visuelle de loin de type Monoyer

Figure 4

14

Mon dessein n'est pas d'enseigner

10

ici la méthode que chacun doit suivre pour bien conduire sa raison, mais

8

seulement de faire savoir en quelle sorte j'ai tâché de conduire la mienne. Ceux qui se mêlent de donner des préceptes se doivent

6

estimer plus habiles que ceux auxquels ils les donnent, et s'ils manquent à la moindre chose, ils en sont blâmables. Mais ne proposant cet écrit que comme une histoire, ou, si vous l'aimez mieux, que comme une

5

fable en laquelle parmi quelques exemples qu'on peut imiter, on en trouvera peut-être aussi plusieurs autres qu'on aura raison de ne pas suivre, j'espère qu'il sera utile à quelques-uns, sans être nuisible à personne et que tous me sauront gré de ma franchise. J'ai été nourri aux lettres dès mon enfance, et, pour ce qu'on me persuadait que par leur moyen

LUNEAU & COPPINON, 1, RUE D'ÉDIMBOURG, PARIS VII^e

4

on pouvait acquérir une connaissance claire et assurée de tout ce qui est utile à la vie, j'avais un extrême désir de les apprendre. Mais, sitôt que j'eus achevé tout ce cours d'études autour duquel on a coutume d'être reçu au rang des doctes, je changai entièrement d'opinion, car je me trouvais embarrassé de tant de doutes et d'erreurs qu'il me semblait n'avoir fait aucun profit, en lâchant de m'instruire, sinon que j'avais

3

découvert de plus en plus mon ignorance. M'adressant j'étais en l'une des plus célèbres écoles de l'Europe, où je pensais qu'il devait y avoir de savants hommes, s'il y en avait eu aucun endroit de la terre. J'y avais appris tout ce que les autres y apprenaient, et même, me m'étais pas contenté des raisons qu'on nous enseignait, j'avais parcouru tous les livres traitant de celles qu'on estime les plus utiles et les plus rares qui avaient pu tomber entre mes mains. Avec cela je savais les jugements que les autres faisaient de moi, et je ne voyais point qu'on m'estimât inférieur

②

À mon étonnement, mais qu'il y en eût entre eux dix qui savaient à remplir les places de nos maîtres; et ceux mêmes où se semblait savoir le plus et ceux qui se faisaient le plus d'attention, ce qui me faisait prendre la liberté de juger par moi de leurs mérites, et de penser qu'il y avait encore de tels dans la science qui n'étaient pas en état d'acquiescer, je ne les trouvais pas les moins d'écouter les conclusions auxquelles on s'occupait dans les écoles. Je vis que les langues que l'on y apprenait sont nécessaires pour l'étude des livres anciens; que la connaissance des faits nous sert d'appui; que les sciences nécessaires des

1,5

testes les mêmes, et qu'il n'y a pas de sciences qui ne soient utiles à la vie, et que les hommes qui ne sont que de simples hommes ne sont pas les seuls à qui on doit s'adresser pour leur instruction. On voit par cet exemple que l'on ne peut se flatter de savoir tout ce qu'il faut savoir, et qu'il faut être toujours prêt à apprendre de ceux qui sont plus savants que soi.

DÉTAILS. — DÉTAILS DE LA MÉTHODE

INDICATEUR CHAIX

	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600
400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700
500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800
600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890	900

LUNEAU & COPPINON, 1, RUE D'ÉDIMBOURG, PARIS VII^e.

DÉTAILS. S.P.

Échelle d'acuité visuelle de près de Parinaud

Figure 5

2.2.2 Le champ visuel

C'est la portion de l'espace embrassé par l'œil regardant droit devant lui et immobile.
Il s'étudie œil par œil.

On peut en pratique courante étudier le champ visuel par confrontation : Le médecin demande au malade de le fixer et il déplace un doigt de la périphérie vers le centre : normalement, malade et médecin doivent apercevoir le test venant de la périphérie en même temps.

On peut également utiliser les cartons d'Amsler.

Une étude plus précise du champ visuel fait appel à des appareils spécialisés :

* **Périmétrie cinétique** : à l'aide de l'appareil de Goldmann.

On projette sur une coupole un point lumineux de taille et d'intensité lumineuse donnée et on déplace ce point de la périphérie vers le centre jusqu'à ce qu'il soit perçu par le patient. On répète cette manœuvre dans différents axes, avec des tests de taille et d'intensité lumineuse décroissantes.

L'examen est réalisé pour chacun des deux yeux séparément avec correction optique.

L'examen du champ visuel normal permet d'obtenir deux tracés symétriques.

Au sein de ce tracé, on retrouve une zone aveugle correspondant à la papille : la tache aveugle ou tache de Mariotte.

* **Périmétrie statique** : réalisée à l'aide d'appareils automatisés en périmétrie statique. Dans cette méthode, on présente un test lumineux fixe, dont on augmente l'intensité jusqu'à ce qu'il soit perçu par le sujet. C'est une méthode d'examen plus précise, mais plus longue.

2.2.3 L'examen de la vision des couleurs

Il est utile d'effectuer un bilan de la vision des couleurs à la recherche d'une dyschromatopsie dans deux circonstances différentes :

- Pour dépister une anomalie congénitale (Daltonisme).
- Pour rechercher une affection oculaire acquise.

→ Le test d'Ishihara :

Créé en 1917, c'est le plus utilisé des tests de vision des couleurs. L'"Ishihara test for colour blindness" est un recueil de planches pseudoisochromatiques universel. La version en usage courant actuellement est une réédition de celle de 1962 et comprend 38 planches.

Une planche pseudoisochromatique est constituée d'une mosaïque de points de couleurs différentes, disposés de façon apparemment aléatoire, au sein de laquelle apparaît une forme sur un fond.

Les couleurs utilisées sont situées sur des axes de confusion colorée prédéterminés pour mettre en évidence une dyschromatopsie donnée.

On utilise un nombre réduit de teintes. Chacune d'elle apparaît à plusieurs degrés de taille, de saturation, de luminosité. Ces degrés sont identiques pour chaque couleur représentée. Un ensemble de points reproduit une forme reconnaissable par l'unité de la teinte, mais au sein de cette forme on trouvera plusieurs saturations ou luminosités différentes de façon aléatoire. Ainsi le dyschromate qui ne verrait pas la couleur, ne pourra pas non plus déchiffrer la forme par le seul fait d'une homogénéité de saturation ou de luminosité.

A l'inverse il existe des planches dans lesquelles cette homogénéité est utilisée pour faire percevoir des formes à des dyschromates alors que les sujets normaux abusés par des couleurs qui leur paraissent différentes, ne les percevront pas.

Ce test permet ,de façon très efficace, de détecter les dyschromatopsies héréditaires(de type protan et deutans) : fiabilité de l'ordre de 98%. Par contre son efficacité est moindre dans les dyschromatopsies acquises. L'axe de confusion de la dyschromatopsie doit correspondre rigoureusement à celui prédéterminé.

Le test est également conçu pour distinguer les protans des deutans, il a alors un taux d'erreur de l'ordre de 17 %.

Il s'agit d'un test exclusivement qualitatif et non quantitatif.

Sa réalisation nécessite un éclairage correct ,soit à la lumière du jour, soit à la lampe halogène. Une correction optique est souhaitable et l'examen est effectué en vision binoculaire.

Les différentes planches et leur interprétation:

Planche 1:

Tout le monde peut lire 12. Planche explicative.

Planches 2 à 5:

Théoriquement, des chiffres différents de ceux perçus par les sujets normaux sont visibles en cas de dyschromatopsie rouge-vert. En réalité c'est très inconstant.

Planches 6 à 9:

Explorent une confusion entre le rouge et le vert très voisine de celle analysée par le groupe précédent mais sur un fond différent.

Les sujets dyschromates peuvent percevoir des chiffres différents.

Planches 10 à 13:

Sont basées sur une confusion bleu-vert orangé. Seuls les sujets normaux perçoivent un chiffre.

Planches 14 à 17:

Sont très voisines de la série 6 à 9 sur un fond légèrement différent et de plus, comme dans la série précédente, les sujets anormaux ne perçoivent pas de chiffres.

Planches 18 à 21:

Les sujets normaux ne perçoivent rien alors que les dyschromates peuvent être capables de distinguer des chiffres.

Planches 22 à 25:

Elles ont pour but de séparer les sujets protans des deutans. Pour cela le fond est gris et chaque planche présente deux chiffres dont la couleur est située dans la zone neutre protane pour le chiffre de gauche et deutane pour le chiffre de droite.

Par conséquent la planche n°22 qui porte le chiffre 26 sera lue 2 par un deutane et 6 par un protane.

Plus accessoires, pour les illettrés et les enfants.

Planches 26 et 27 :

Basées sur le même principe que le groupe précédent mais avec des chemins au lieu de chiffres.

Planches 27 et 28:

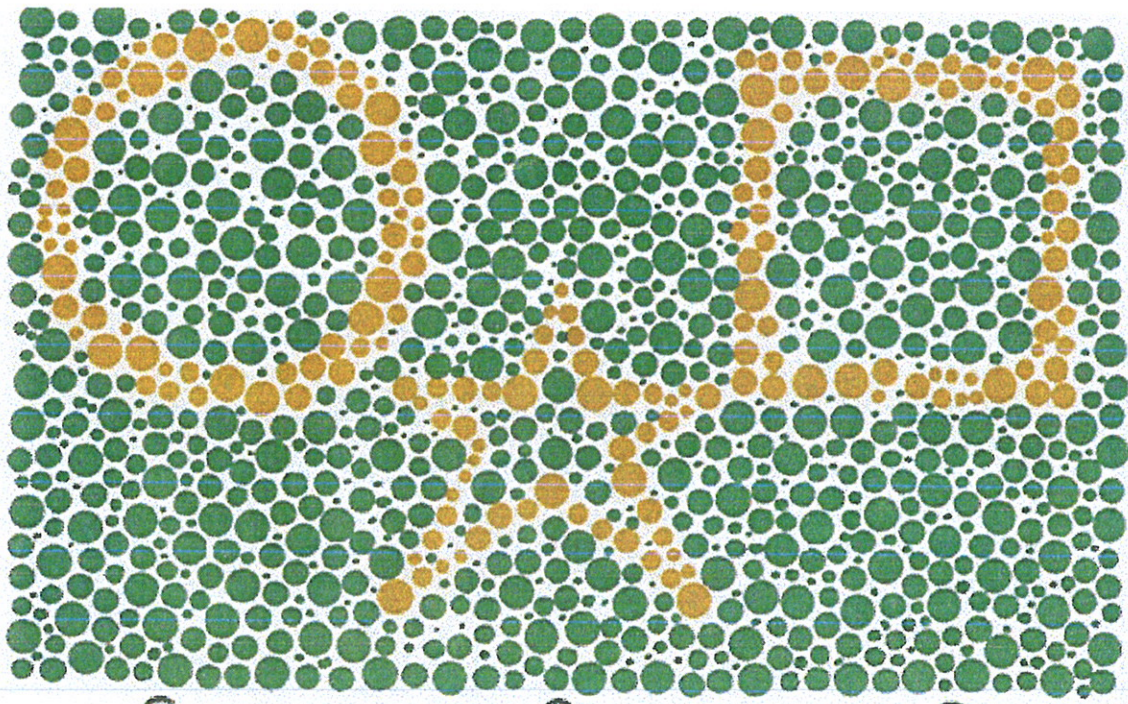
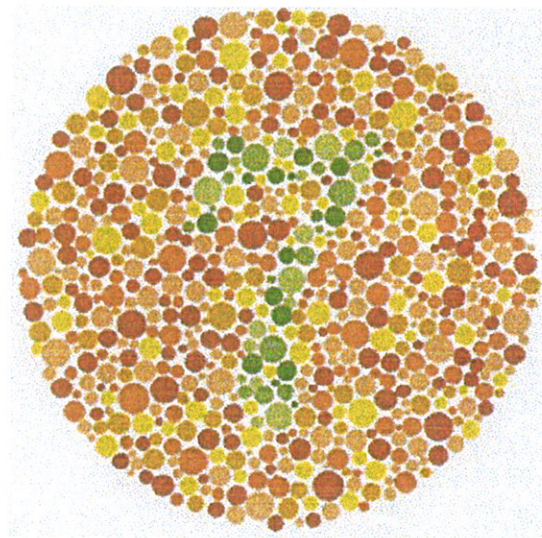
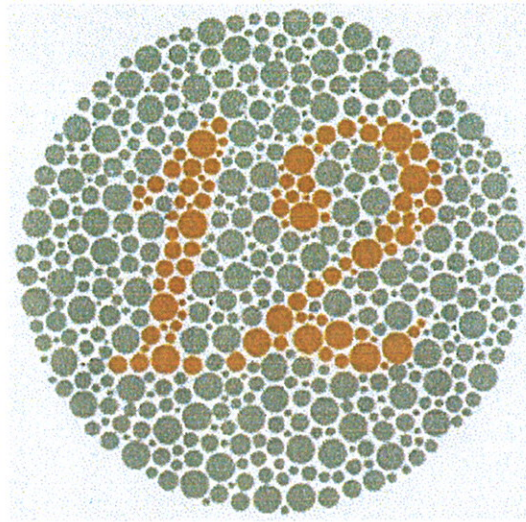
Présentent un tracé seulement perçu par les dyschromates et obéissant à la même construction que le groupe 18-21.

Planches 29 à 37:

Sont construites avec des chemins selon les mêmes principes que les 4 premiers groupes de 4 planches chiffrées, mais ne présentent que 2 planches par groupe.

Le test d'Ishihara est un très bon test de dépistage des dyschromatopsies héréditaires.

Pour rechercher une anomalie de la vision des couleurs, on peut se contenter de faire lire 5 planches, et en cas d'hésitation on soumet le test en entier.



Figures 6, 7 et 8

→ Les tests par classement :

Basés sur le classement d'échantillons de couleurs dans un ordre convenu.

* Le test de Holmgren : le plus ancien ,créé en 1876,comportait 125 brins de laine de couleurs différentes. Des versions plus récentes ne sont constituées que de 75 à 49 couleurs. Le sujet a une minute pour reclasser les échantillons sur un fond gris par teinte les plus proches. Test de moins en moins utilisé, les échantillons de laine se ternissent avec le temps.

* Le test de Farnsworth-Munsell 100-hue : Test qui comportait 100 échantillons à l'origine et qui n'est plus composé que de 85 capsules de teintes proches et désaturées. Les pions sont organisés en 4 boîtes couvrant chacune une partie du spectre: pourpre rouge à jaune vert, jaune vert à bleu vert, bleu vert à bleu pourpre, pourpre bleu à pourpre rouge .

Chaque boîte est successivement ouverte devant le sujet, les capsules étant placées de façon aléatoire dans le couvercle de la boîte. Le but est de replacer les capsules selon leur teinte, entre les deux extrémités ,où deux capsules témoins sont fixées. Le test doit prendre 2 minutes par couvercle, mais le plus important c'est l'ordre.

A la fin du test, on retourne la boîte et au dos de chaque capsule se trouve un nombre.

Le score pour une capsule est la différence entre les deux capsules adjacentes.

Si l'ordre est le bon, le résultat de chaque capsule doit être de deux.

Ensuite ,on rassemble les scores sur la feuille de résultat ,en les marquant d'un point. La courbe permet alors rapidement d'évaluer le type et la sévérité du défaut de vision des couleurs.

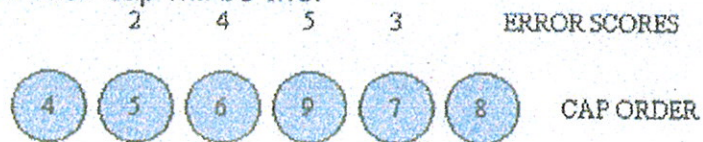
L'axe des protanes se situe approximativement entre 19 et 66.

L'axe des deutanes se situe approximativement entre 16 et 59.

L'axe des tritanes se situe approximativement entre 3 et 49.

Le test de Farnsworth est une aide précieuse à la quantification des déficits, et comme tout les tests d'appariement il est surtout important au dépistage des pathologies acquises.

The score for a particular cap is the sum of the difference between its order and the numbers of the two adjacent caps (see example below). If the caps are in the correct order, the score for each cap will be two.



Record your results on the score sheet provided and plot the scores on graph (see example).

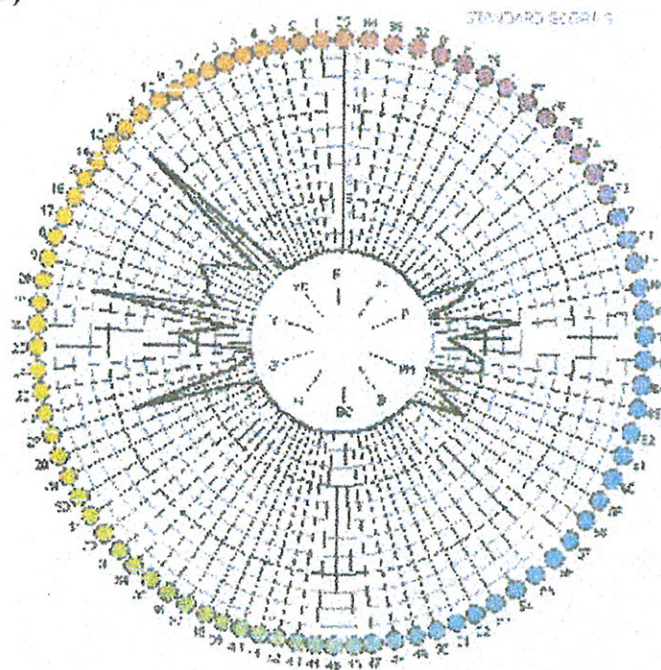


Figure 9

Il existe plusieurs autres tests quantitatifs basés sur le même principe :

- Farnsworth 15Dtest
- Roth's 28 Hue test
- Lanthony's40Hue test
- Lanthony's 15 hue desaturated test : Le plus adapté aux dyschromatopsies acquises.
- Lanthony's New Colour Test : Evaluation des zones neutres caractéristiques et de la luminosité.

➔ Les tests de dépistage pédiatrique :

Le dépistage précoce du daltonisme est important, du point de vue pédagogique (beaucoup de méthodes d'enseignement sont basées sur la couleur), et du point de vue de l'orientation professionnelle (beaucoup de métiers leur sont interdits voire difficilement accessibles).

Le dépistage se fait souvent à partir de la scolarisation (vers trois ans), mais peut s'envisager plus tôt.

Plusieurs méthodes existent, on peut classer les tests en trois catégories :

** Les tests sous forme de jeux :*

- Le test de Verriest (1981) est composé de pions colorés que l'enfant doit réunir à la façon de dominos.
- Le test de Fletcher - Hamblin où l'enfant doit sélectionner la couleur la plus proche de celle qui lui est présentée.

- Le test de Pease et Allen(1988) se compose de quatre planches rectangulaires comportant toutes un carré dans un angle. Une planche détecte les problèmes de vision rouge vert et une autre repère les déficiences pour le bleu. Chaque planche est montrée plusieurs fois avec le carré positionné soit à gauche soit à droite du dessin.

**** Les tests mécanique :***

L'optokinetic est constitué d'un cylindre autour duquel les couleurs sont peintes.

Quand le cylindre est en mouvement, les yeux indiquent si l'enfant voit ou non la couleur.

**** Les tests sous forme de planches :***

- L'Ishihara enfant sous forme de serpentins.
- Titmus et Velhalen pédiatrique, le test comporte la lettre E. L'enfant dispose d'une planche qu'il doit faire tourner pour l'orienter comme celle de l'examineur.
- L'album D'Ohkuma présente des caractéristiques colorées voisines de l'Ishihara et a l'intérêt de pouvoir être appliqué aux jeunes enfants, car il est constitué d'anneaux de Landolt.

Le test de Matsubara contient des pictogrammes que les enfants doivent nommer.

Citons encore les albums de Hahn de Bostrom-Kugelberg, le TMC, le SPP1 d'Ishikawa.

Avec toutes ces méthodes de dépistage, les faux négatifs sont exceptionnels, par contre les faux positifs ne sont pas rares. On pourra effectuer de nouveaux tests ultérieurement.

→ Les instruments de test :

L'Anomaloscope de Nagel: conçu par Nagel en 1907, c'est un appareil qui projette un petit cercle lumineux découpé en deux moitiés: l'une est fixe et jaune, l'autre est constituée d'un mélange additif ajustable de rouge et de vert.

L'ajustement des couleurs indique la déficience du sujet qui compensera en augmentant la proportion de rouge ou de vert pour obtenir le jaune : le sujet protanope augmentera le rouge, le mélange lui paraissant verdâtre ; le sujet deuteranope ajoutera trop de vert, le mélange lui paraissant rougeâtre.

D'autres anomalètres utilisent le même principe avec des teintes différentes :

TOMEY pour tester la vision du bleu.

Le spectrum color meter de Roth utilise l'équation de Moreland :
cyan 480 nm = vert turquoise 490 nm + bleu 436 nm.

2.2.4 Motilité oculaire

Elle s'examine oeil par oeil, puis les deux yeux à la fois.

→ motilité extrinsèque :

On étudie la position des globes oculaires dans les positions cardinales du regard: droit devant, à droite, à gauche, en haut à droite, en haut à gauche, en bas à gauche, en bas à droite, puis la convergence.

Peut être complété par l'étude de la diplopie au verre rouge, et le test de Lancaster.

→ motilité intrinsèque :

On étudie l'état des pupilles et les réflexes pupillaires.

2.2.5 Inspection des globes oculaires

C'est un examen direct de l'œil, à l'aide d'un éclairage focalisé. Il permet de détecter les anomalies des paupières, de la conjonctive, de détecter une exophtalmie, et d'avoir une première idée de l'état de la cornée et de la chambre antérieure de l'iris. Il visualise également les culs de sac conjonctivaux et la face interne de la paupière supérieure. Il faut rechercher des adénopathies prétragiques et sous angulo-maxillaires.

2.2.6 Lampe à fente : (ou biomicroscope)

C'est un microscope binoculaire présentant plusieurs grossissements, et permettant de voir en détails les différents éléments du segment antérieur; son système d'éclairage particulier est constitué d'une fente lumineuse dont la dimension et surtout l'orientation sont variables, ceci permet d'effectuer une coupe optique des différentes structures du segment antérieur. Un examen à la lumière bleue après instillation d'un collyre à la fluorescéine permet d'apprécier l'intégrité de l'épithélium cornéen (les ulcérations apparaissant en vert).

2.2.7 Mesure de la pression intra oculaire

Elle est réalisée à l'aide d'un tonomètre à aplanation dont le principe est de déterminer le tonus oculaire en appliquant une dépression sur la cornée. Le tonomètre est placé sur un biomicroscope. La tension oculaire normale est inférieure à 20 mmHg. On peut également utiliser un tonomètre à air pulsé, ou l'évaluer par la palpation bidigitale (importante dans le glaucome aigu par fermeture de l'angle).

2.2.8 Examen du fond d'œil (FO)

Il existe trois méthodes pour examiner un fond d'œil :

- L'ophtalmoscopie directe par l'ophtalmoscope à image droite. Simple mais limitée, ne permet pas une vision du relief.
- L'ophtalmoscopie indirecte ou ophtalmoscopie à image inversée. Une lentille convergente est interposée entre l'œil du patient et une source lumineuse, un ophtalmoscope binoculaire fixé sur le front.
- La biomicroscopie du fond d'œil: à l'aide d'une lampe à fente et une lentille d'examen. Cette méthode, de loin la plus précise, permet une analyse fine des détails du fond d'œil.

FO normal :

On repère trois éléments :

La papille, qui correspond à la réunion des fibres optiques, disque clair à bords nets, présentant une excavation physiologique, au fond de laquelle apparaissent l'artère et la veine centrales de la rétine. La macula située à proximité et en dehors de la rétine, région permettant la vision des détails. Dans la macula, il existe une zone plus sombre, la fovéa avasculaire.

III-DEFINITION DU DALTONISME

C'est la forme la plus fréquente des dyschromatopsies (trouble de la vision des couleurs).

Le daltonisme est une anomalie de la vue qui consiste dans l'abolition de la perception de certaines couleurs ,et dans l'incapacité à différencier certaines teintes de couleurs. Généralement l' anomalie se trouve dans les rouges et les verts.

Ce trouble de la vision tient son nom du physicien anglais John Dalton qui fut le premier à décrire ce phénomène.

Il s'agit d'une anomalie héréditaire récessive liée au sexe.

3.1. Historique

Le daltonisme est probablement aussi vieux que l'homme. Cependant, sa découverte est relativement récente, puisqu'il faut attendre la fin du 18^{ème} siècle et le physicien John Dalton, le père de la théorie atomique moderne pour en avoir la première description. Lui-même atteint de ce type de "cécité des couleurs", il se pencha sur le problème et effectua des recherches sur sa famille et dans la famille d'un cordonnier qui confondait certaines couleurs. En 1774, il exposa sa découverte devant la société philosophique et littéraire de Manchester.

A la même époque, Goethe à qui l'on doit : *le traité des couleurs (1810)*, avait entrepris l'étude expérimentale des effets du daltonisme en peinture.

Suite à la découverte de J.Dalton, de nombreux écrits ont rapporté des sensations chromatiques perturbées, mais cela restait des signes subjectifs.

Au milieu du 19^{ème} siècle , Johann Mendel définit les fondements de la génétique. En 1865 il rédigea un mémoire dans lequel il exposait tous les raisonnements effectués au sujet de la transmission des caractères individuels et de l'évolution des caractéristiques globales d'une population. Ce document resta totalement ignoré jusqu'en 1900 (16 ans après sa mort).

Son oeuvre fut alors enfin redécouverte. La génétique put alors, notamment sous l'impulsion de Morgan aux Etats-Unis, se constituer en science .

En 1876, Horner publia la première preuve scientifique de la transmission héréditaire du daltonisme:des études généalogiques. La similitude avec la transmission de l'hémophilie (étudiée par Lossen) fut mentionnée par Horner. "La loi de Horner", fut conclue par la découverte de Wilson (1911) : la localisation du gène pathologique du Daltonisme sur le chromosome X.

Le premier test diagnostic fût créé par Holmgren en 1876 : il s'agissait d'un test par classement comportant 125 brins de laine de couleurs différentes.

En 1917, Ishihara créa une nouvelle méthode diagnostic : Le test d'Ishihara, qui avait également l'avantage de détecter les simulateurs.

Depuis une trentaine d'année la génétique a fait d'énormes progrès ; les mécanismes des anomalies génétiques sont de mieux en mieux compris : pour le Daltonisme, les gènes responsables sont au nombre de deux, situés l'un à coté de l'autre sur le chromosome X, et codent pour les pigments des cônes L et M (iodopsine).

3.2. Fréquence

En France, le Daltonisme touche environ 9 % des hommes, et 0,5% des femmes, une telle inégalité s'explique par le mode de transmission : récessif gonosomique.

C'est donc une anomalie relativement répandue, environ 1 homme sur 10, et 1 femme sur 200.

Il est important de noter que la fréquence du Daltonisme, est moins importante en Asie (5 %), et en Afrique (3 %).

3.3. Les différents types de Daltonisme

3.3.1 Daltonisme trichromate

Il s'agit d'un dysfonctionnement partiel d'un ou plusieurs des trois photopigments des cônes (iodopsine). On parle de "trichromates anormaux".

La protanomalie est une légère anomalie de la vision du rouge, la deutéranomalie une anomalie de la vision du vert, et la tritanomalie est une anomalie partielle de la vision du bleu.

3.3.2 Daltonisme dichromate

Il s'agit d'un dysfonctionnement total d'un des photopigments.

Les protanopes : absence de fonctionnement de la iodopsine L ("aveugles" au rouge).

Les deutéranopes : absence totale de fonctionnement de la iodopsine M ("aveugles" au vert). C'est la version du Daltonisme la plus fréquente.

Les tritanopes, extrêmement rares, Dysfonctionnement de la iodopsine S ("aveugles" au bleu).

Le dysfonctionnement total de deux photopigments définit les monochromates à cônes S.

3.3.3 Daltonisme Achromate

Il s'agit de l'absence de fonctionnement des trois photopigments. Le sujet voit en noir et blanc. C'est une anomalie exceptionnelle : 1/33000.

A noter, qu'il existerait également des Quadrichromies, et même des pentachromies, c'est à dire des sujets n'ayant pas trois photopigments différents, mais quatre voir cinq photopigments différents; donc une meilleure définition des couleurs.

3.4. Génétique

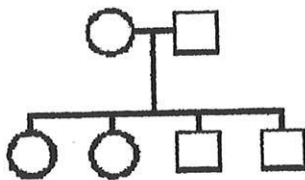
Depuis de nombreuses années on sait que le daltonisme est, au même titre que l'hémophilie dû à une anomalie génétique du chromosome X ; ce qui rend son étude plus facile car on peut calculer les taux de recombinaison.

Les locus situés sur le chromosome X correspondent à des affections sévères, c'est pourquoi le daltonisme peut être associé à d'autres pathologies : l'hémophilie, la myopathie, l'anémie hémolytique (glucose-6-déshydrogénase) mais cela reste bien heureusement assez rare.

Sa transmission est récessive et liée au sexe : les femmes étant le plus souvent porteuses saines et les hommes atteints.

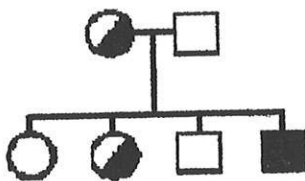
On peut l'illustrer avec les schémas suivants :

Cas d'un père et d'une mère non daltonienne



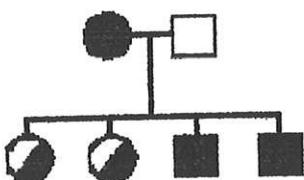
Les enfants sont tous sains

Cas d'un père non daltonien et d'une mère porteuse



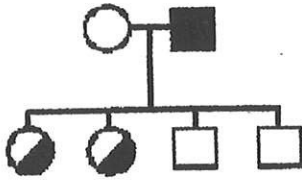
Un garçon sur deux est daltonien, et une fille sur deux est porteuse du gène du daltonisme

Cas d'un père non daltonien et d'une mère daltonienne



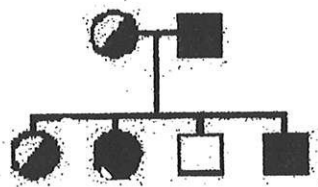
Tous les garçons seront daltoniens et toutes les filles seront porteuses du gène.

Cas d'un père daltonien et d'une mère non atteinte



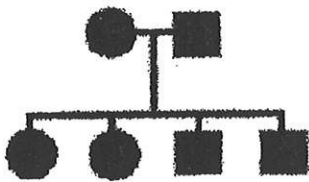
Les garçons sont sains et les filles sont porteuses dans 100% des cas.

Cas d'un père daltonien et d'une mère porteuse



Un garçon sur deux est daltonien et chez les filles : une sur deux est daltonienne et l'autre est porteuse du gène.

Cas d'un père et d'une mère daltonienne



Quel que soit l'enfant celui-ci est daltonien coûte que coûte !

Figures N° 10 et N° 11

En fait, les dyschromatopsies héréditaires sont dues non pas à un mais à plusieurs gènes.

Sur le chromosome X, il existe deux gènes situés l'un à côté de l'autre qui codent pour deux protéines différentes :

- OPN1LW : Une opsine (photopigment) responsable de la sensibilité aux longues longueurs d'ondes des cônes "L". On parle de cônes sensibles au rouge. (déficients chez les protans).
- OPN1MW : Une opsine responsable de la sensibilité aux moyennes longueurs d'ondes des cônes "M". On parle de cônes sensibles au vert. (déficients chez les deutans).

Tandis que sur le chromosome 7, on trouve le gène qui code pour le troisième type d'opsine :

- OPN1SW : photopigment, responsable de la sensibilité des cônes S, aux courtes longueurs d'ondes. (déficients chez les tritans). Les cônes contiennent sur leur segment externe des pigments, les iodopsines.

Ces iodopsines sont constituées d'une partie commune à toutes, le rétinol et d'une partie variable, l'opsine déterminant la sensibilité du cône.

Dans le cas du daltonisme, dyschromatopsie de l'axe rouge-vert il s'agit d'une mutation survenue sur le locus Xq28.

Pour les triteranopes l'anomalie se situe sur le chromosome 7, au niveau de la séquence : 7q31.3-q32.

Pour les achromates le gène pathologique est sur le chromosome 8, locus 8q21-q22.

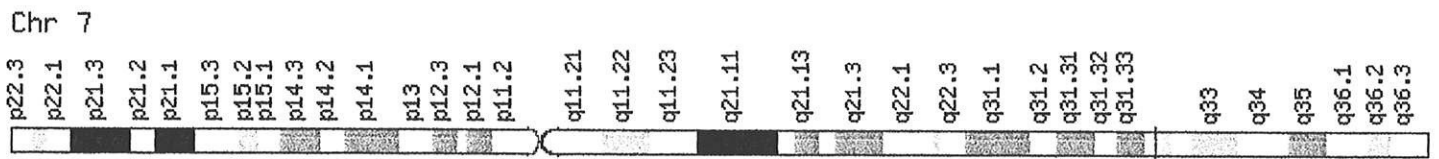
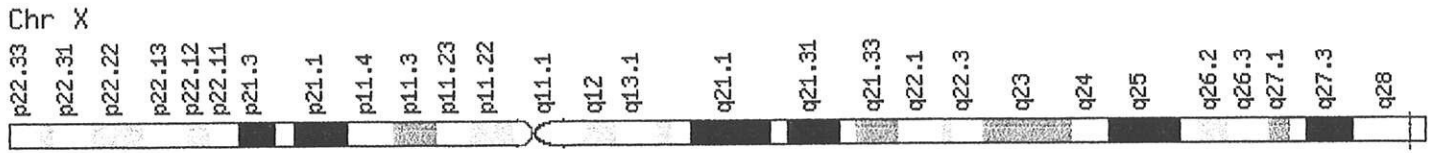


Figure N° 12

IV. PHYSIOLOGIE

4.1. Vision normale des couleurs

A partir d'un certain niveau lumineux de stimulation, la sensation visuelle devient sensation colorée. On parle de rouge pour les grandes longueurs d'onde (700 nm), jaune ou vert pour les moyennes longueurs d'onde (550nm), et bleu pour les courtes longueurs d'ondes (400nm).

Au premier étage rétinien s'effectue la première étape du codage spectral, par l'intermédiaire de trois sortes de cônes. Ces cônes se différencient par leur capacité différente d'absorption des photons, selon leurs longueurs d'onde.

C'est l'étape trichromatique. La découverte de ces trois types de cône remonte à 1967 où un biologiste du nom de Tornita enregistre expérimentalement l'activité électrique de 142 cônes de carpe, ceux-ci étant éclairés par des éclairs de lumière monochromatique dont il fait varier la longueur d'onde entre 400nm et 700nm. Il remarque donc l'existence probable de trois types de cônes différents: ceux qui ont une réponse maximale aux radiations bleues, ceux qui présentent une réponse maximale aux radiations vertes, et ceux dont la réponse maximale se fait au rouge.

Ces résultats seront confirmés plus tard par l'extraction de trois types de pigments des cônes de rétines humaines: l'un sensible au bleu, le deuxième au vert, le troisième au rouge. Ces spécificités permettent de les classer en trois catégories: Les cônes S sensibles au bleu, les cônes M sensibles au vert, les cônes L sensibles au rouge. (Short, Medium et Long).

Les signaux issus des trois classes de cônes sont ensuite pris en charge par des couples de cellules bipolaires puis des cellules ganglionnaires, et largement modulés par les cellules horizontales et amacrines qui rétroagissent sur les signaux des cônes voisins.

On explique ainsi l'organisation des champs récepteurs des cellules ganglionnaires en circulaire, à antagonisme non seulement spatial (antagonisme entre centre et périphérie), mais aussi à antagonisme spectral (antagonisme majoritairement de type rouge/vert : voie parvo et,

en de très faible proportion, de type bleu/jaune:voie Konio). L'information spectrale par antagonisme rouge -vert (voie parvo) va donc être conduite par 80% des fibres du nerf optique et fait un relais géniculé aux couches parvocellulaires.

Quant à l'information spectrale par antagonisme bleu-jaune (voie Konio), elle est véhiculée par 1 % des fibres du nerf optique et fait relais aux intercouches géniculées. Les projections des parvocellules géniculées aboutissent à la couche IVC bêta de l'aire visuelle primaire (ou striée) , où aucune sensibilité spectrale n'est retrouvée;Celles des Koniocellules sur les couches II et III de V1 dans des zones dénommées "blobs":c'est un ensemble de cellules ayant des propriétés spectrales différentielles.

Elles sont sensibles aux extrémités du spectre, respectivement aux courtes et aux grandes longueurs d'onde. Les blobs sont entourés par des cellules formant des inter-blobs à l'origine d'un antagonisme spectral inter-cellulaire.

L'aire extra-striée V2 présente aussi une alternance de bandes fonctionnelles restreintes de cellules ,dévolues au traitement des extrémités du spectre : les stries foncées étroites.

L'aire extra-striée V4 et son aire adjacente V4 alpha sont considérées comme étant le centre où se traitent plus spécialement les informations spectrales.

La mise en oeuvre d'un ensemble de zones corticales traitant spécifiquement des différents paramètres de la stimulation (mouvement, profondeur, forme), permet le déclenchement de la sensation colorée lors de l'activation d'une zone unique dite superviseur.

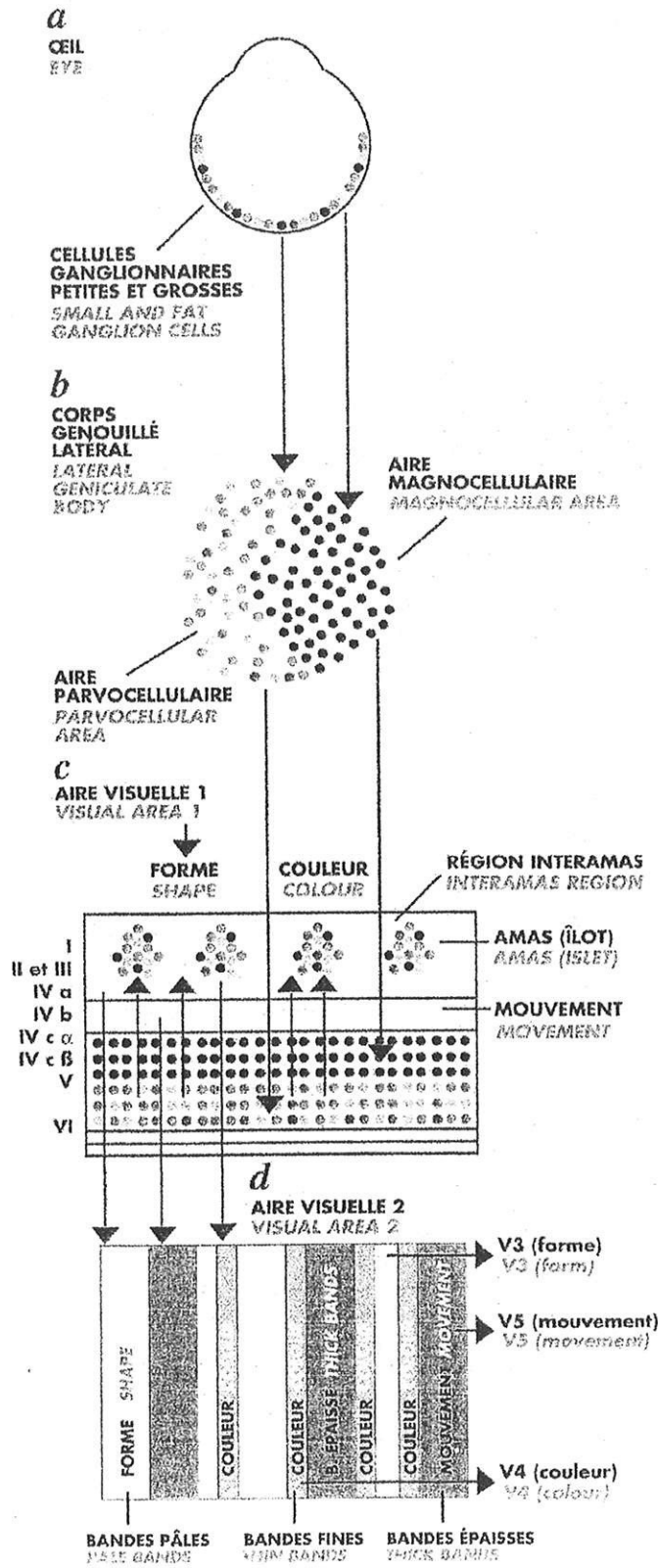


Figure 13

4.1.1 Les cônes

Au nombre de 6 Millions . Ils jouent un rôle fondamental dans la perception des couleurs dans la rétine.

Leur nom vient de leur forme. Ils sont constitués de deux segments, l'un dit "externe", et l'autre "interne", reliés par un cil connecteur.

Le segment interne contient le noyau et les organites (les mitochondries, l'appareil de Golgi,...) indispensables au fonctionnement de toute cellule.

Dans sa partie la plus distale, son pied, le segment interne possède différents types de synapses :des synapses électriques, où le transfert du message nerveux est comparable à une simple conduction électrique, assurent des relations entre photorécepteurs voisins (cônes et bâtonnets) et des synapses chimiques qui permettent la transmission du message nerveux à l'aide d'un neuromédiateur (le glutamate) dont l'expulsion de la membrane pré-synaptique à la post synaptique déclenche un influx nerveux. On peut classer les synapses chimiques en deux catégories :Les synapses "à ruban" qui connectent le photorécepteur à une dendrite de cellule bipolaire invaginée (BipI) au centre, et deux dendrites de cellules horizontales de chaque côté. Les synapses "superficielles" qui se connectent à des cellules bipolaires superficielles.

Le segment externe du photorécepteur est formé de l'empilement de plusieurs lamelles, qui sont des repliements de la membrane plasmique qui enveloppe le photorécepteur. C'est à ce niveau que se fait l'interaction avec la lumière. Les molécules impliquées, les iodopsines, sont présentes dans la membrane des lamelles.

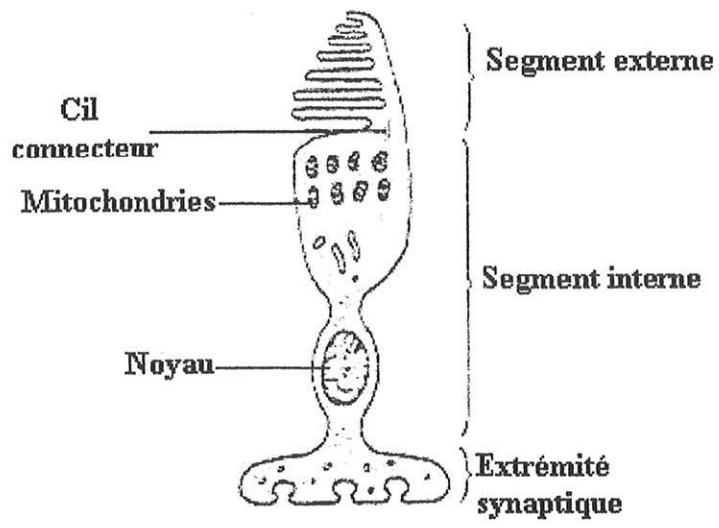


Figure 14

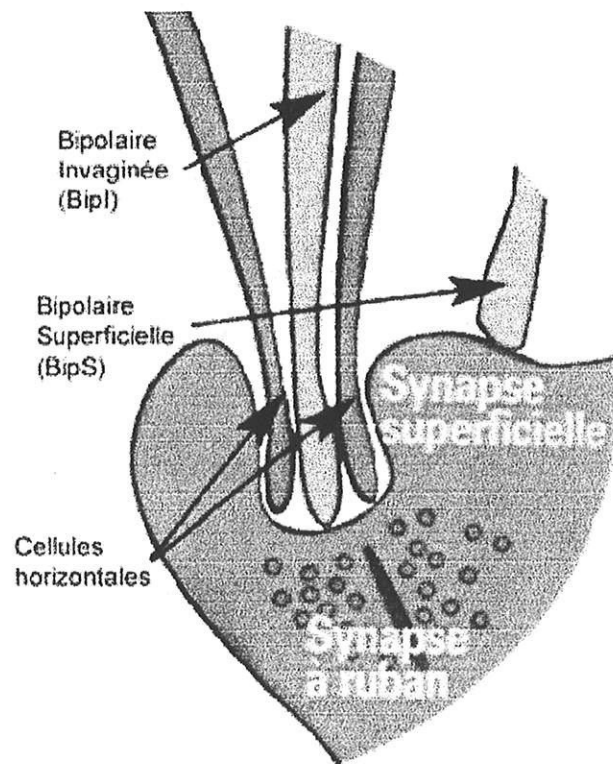


Figure 15

4.1.2 La Iodopsine

Constitue le pigment des cônes (la rhodopsine étant celui des bâtonnets).

Elle est en fait, constituée de deux molécules, le rétinol et l'opsine, qui sont toutes les deux essentielles pour la vision.

Le rétinol est dérivé de la vitamine A, il a pour formule chimique $C_{19}H_{27}CHO$ il est lié à l'opsine par des liaisons $C=O$. Il est capable de s'isomériser au contact d'un photon. (photoisomérisation) ; c'est lui qui déclenche la suite des réactions responsables de la vision.

Le rétinol est commun aux bâtonnets et aux cônes .

Par contre, la partie protéique appelée opsine est différente en fonction des photorécepteurs. Elle est constituée d'un enchaînement d'acides aminés enroulés en sept hélices alpha. Le rétinol est attaché à la septième hélice de la molécule au niveau d'une lysine. Pour les bâtonnets et le cône S, l'opsine est constituée de 348 acides aminés, tandis que pour les cônes L et M elle en comporte 364.

Entre les opsines L et M, 15 acides aminés sont différents. Par contre, entre l'opsine S et M, 40% seulement de la structure est commune.

On peut donc penser que la différence d'absorption des spectres est en rapport avec la structure de ces opsines.

4.2. Dyschromatopsies héréditaires

Les anomalies héréditaires de la vision des couleurs sont dues principalement au dysfonctionnement partiel ou total d'un ou plusieurs photopigments des cônes.

Les dysfonctionnements partiels d'un ou de plusieurs des trois photopigments définissent les trichromates anormaux. Le dysfonctionnement total d'un des photopigment définit les dichromates :

4.2.1 Deutéranopes : Absence de fonctionnement du pigment M.

4.2.2 Protanopes : Absence de fonctionnement du pigment L.

4.2.3 Tritanopes : Absence de fonctionnement du pigment S.

Le dysfonctionnement total de deux pigments définit les monochromates à cônes S, l'absence de fonctionnement des trois pigments, les achromates.

4.3. Dyschromatopsies acquises

Les anomalies acquises de la vision des couleurs sont la résultante d'altérations à différents niveaux du phénomène visuel :

- Anomalies de la qualité spectrale arrivant sur la rétine par cataracte ou altération du vitré.
- Dysfonctionnement au sein même de la rétine : vasculaire (diabète), épithélial (Plaquenil), par hyperpression des milieux antérieurs (glaucome).

- Anomalies de la conduction de l'influx nerveux : La neuropathie optique dont les étiologies sont nombreuses :
 - 1) Origine toxiques Alcool, Ethambutol, styrene (anomalie réversible), médicamenteuses (Digitaliques, Viagra, Santonine...) solvants : une étude publiée en 2001 à Toronto met en évidence la relation entre une exposition pendant la grossesse à des solvants organique sur le lieu du travail et des anomalies de la vision colorée chez les enfants.
 - 2) Origine virale:névrite rétrobulbaire.
 - 3) Origine dégénérative : glaucome, dégénérescence maculaire...

- Anomalies au niveau des centres corticaux occipitaux (tumoral, vasculaire), mais dans ces cas là bien souvent le tableau neurologique est assez bruyant et la déficience colorée passe au deuxième plan.

Le dépistage de ces déficiences est surtout important pour le suivi de certaines pathologies : éthylisme chronique, diabète. Il permet également de rechercher une toxicité lors de traitement par Plaquenil par exemple ou lors d'une exposition à des solvants (Médecine du travail).

Le meilleur test de dépistage des dyschromatopsies acquises est le Farnsworth-Munsell 100-hue.

V- DYSCHROMATOPSIE ET PEINTURE

5.1. Facteurs influençant la vision des couleurs en peinture

5.1.1 La lumière

5.1.1.1 Définition

Depuis l'antiquité, l'Homme recherche l'origine de la lumière. Depuis les philosophes grecs aux disputes entre les physiciens supportant la théorie de Newton, sur la nature corpusculaire, et ceux partisans de la théorie de Descartes, sur la nature ondulatoire.

La réponse fut enfin donnée par Max Planck en 1900, et travaillée par Albert Einstein.

La lumière est d'une part une onde électromagnétique, se propageant dans l'espace et le temps. Ces ondes électromagnétiques ont la propriété de se déplacer dans le vide. Elles sont caractérisées par leur longueur d'onde λ , trajet parcouru par l'onde pendant une période, et leur fréquence ν .

Ceux-ci sont liés par la formule $\lambda = c/\nu$, où "c" est la célérité de l'onde, soit environ 300000 km.s, que l'on appelle aussi vitesse de la lumière dans le vide.

Mais la lumière visible n'est qu'une fenêtre étroite de l'ensemble des ondes électromagnétiques qui comprennent aussi : les rayons gamma, X, ultraviolets, infrarouges, les ondes radios, etc... Le spectre visible s'étend de 400 nm (violet) à 700nm (rouge).

D'autre part la lumière est en quelque sorte "granuleuse", constituée de grains d'énergie (photons). Le photon est une particule élémentaire et explique les échanges d'énergie entre la lumière et la matière.

Ces échanges expliquent l'existence de deux types d'objets :

- Les objets qui produisent de la lumière, comme le soleil, les flammes, les lampes à incandescence, dont les ondes électromagnétiques ne sont visibles que quand la température est assez élevée.

- Les objets qui ne sont visibles que s'ils sont éclairés. Ils diffusent dans toutes les directions la lumière qu'ils reçoivent, ce qui est appelé l'émission atomique ou moléculaire.

Émission atomique

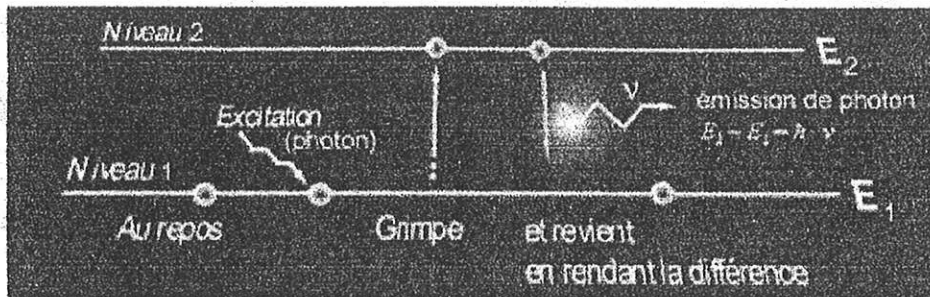


Figure 16

En fait ,un atome ou une molécule peut s'exciter par apport d'énergie de l'extérieur, dans ce cas un électron peut grimper au niveau supérieur, mais ne tardera pas à reprendre sa place d'origine, libérant ainsi un photon vers l'extérieur. Ce photon émis portera une certaine énergie proportionnelle à la fréquence de la radiation. Selon la complexité de l'atome, l'émission lumineuse pourra être constituée d'un grand nombre de longueurs d'ondes.

Une couleur est donc définie par sa longueur d'onde ,ou par un mélange de longueurs d'onde. Par exemple, un vert est une radiation monochromatique de longueurs d'onde 530nm,tandis que la lumière blanche est un spectre continu contenant toutes les longueurs d'ondes du domaine visible.

5.1.1.2 la lumière en peinture et son impact sur la couleur

La lumière et l'ombre influencent la tonalité reflétée par un objet. En effet, la lumière altère la propriété de réfléchir la couleur que possèdent les objets.

Un objet de couleur progressivement exposé à une lumière intense ,s'éclaire de plus en plus jusqu'à devenir blanc. Au contraire ,le manque progressif de lumière (ombre) assombrit la couleur sans altération véritable, et elle se dégrade jusqu'au noir absolu.

EXECUTION N° 66

Influence de la lumière et de l'ombre sur la mise en valeur des tons d'une même couleur

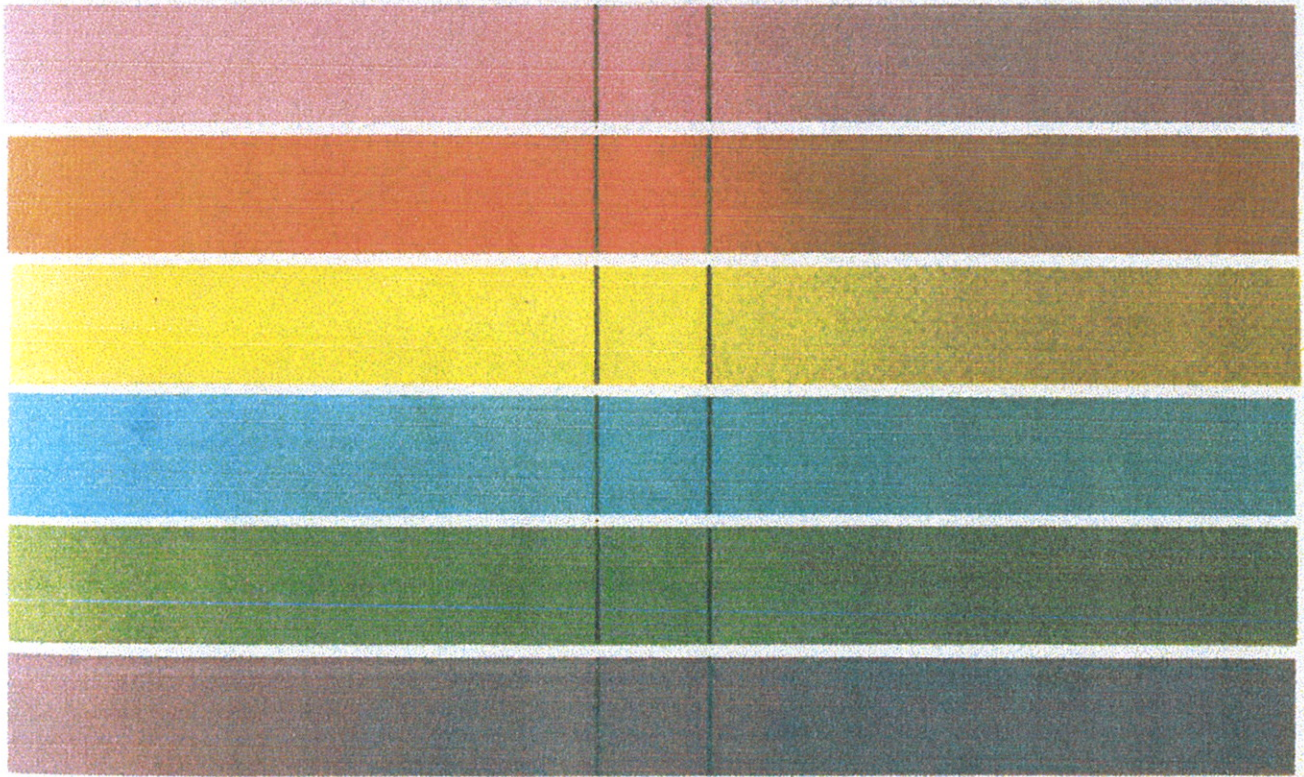


Figure 17

En fait ces variations de lumière se résument à deux phénomènes :

- L'effet Purkinje : Lorsque l'intensité de la radiation diminue, la sensibilité de l'œil pour le rouge diminue en premier ,puis finit par s'effacer, suivie par celle pour le jaune. La sensibilité maximale se déplace vers le bleu. Cette modification fait qu'au clair de lune toute coloration disparaît, l'œil ne percevant plus qu'un gris bleuté, alors qu'en réalité il y a plus de radiations rouges dans la lumière lunaire que solaire. De plus, l'œil s'accommodant assez mal pour la lumière bleue ,l'acuité visuelle diminue.
- L'effet Bezold-Brücke : Lorsque l'intensité lumineuse s'accroît considérablement, par exemple en été, en plein soleil, la sensation colorée se restreint ; le rouge et le vert se confondent avec le jaune ,le bleu-vert et le violet avec le bleu clair ; de plus les teintes résiduelles se mêlent à la lumière blanche. Cet effet explique l'appauvrissement des sensations colorées dans les grandes lumières solaires.

Ces deux phénomènes ont largement été exploités par les peintres.

C'est le cas de Joseph Mallord William Turner, peintre paysagiste Anglais (1775-1851) dont toute l'œuvre est basée sur la recherche permanente des effets de lumière. Il aimait à s'imprégner, au cours de ses nombreux voyages, de l'atmosphère changeante des lieux, des couleurs qui se transformaient selon l'heure ,la saison et les circonstances. C'est le cas dans : *Coucher du soleil sur le château de Flint* (Aquarelle -1834 env.), ou bien encore dans: *Lever de soleil* (Huile sur toile 1835/40) dans lequel Constable, fasciné, voit un tableau "peint avec des vapeurs colorées et tout aussi évanescent et aérien". Il ira même jusqu'à inverser l'ordre de Goethe (*Le traité des couleurs* ,1810), en utilisant l'orange pour suggérer l'obscurité et la nuit tombante , dans : *Ombre et obscurité : le soir du déluge* (Huile sur toile -1843) et *Lumière et couleur : le matin après le déluge* (Huile sur toile -1843). Il veut exprimer l'intuition selon laquelle les forces primordiales de la terre ,de l'air et de l'eau sont recrées par la force génératrice de la lumière.

Un peu plus tard les *Impressionnistes*, firent des effets de lumière l'une des bases fondamentales de leur peinture : C'est le cas par exemple de Pissaro dans : *Printemps à Pontoise 1877*, ou Paul Cézanne avec : *La Montagne Sainte Victoire*, dont il réalisa de nombreuses peintures.

Mais celui qui a le plus étudié ces phénomènes de lumière est probablement Monet, Peintre Français (1840-1926), initiateur du mouvement des impressionnistes qui doit son nom à un de ses tableaux : *Impression ,soleil levant(1873)*. En fait, c'est entre 1870 et 1880 que la palette de Monet devient plus vive, et l'opposition lumière et ombre ne dépend plus tant du contraste entre tons sombres et clairs; dans ses paysages peints en plein soleil, il commence à user de bleus pour les ombres de l'herbe et des arbres, et à traduire le déclin de la lumière dans la nature par des gradations de couleurs, passant du bleu, par plusieurs verts, des jaunes-verts clairs aux jaunes. On lui doit à cette période : *Au jardin d'Argenteuil ,la Famille (1875)*, *Les coquelicots, près d'Argenteuil (1875)*.

Mais le plus intéressant dans son approche des effets de la lumière sur la couleur ce sont *les séries* que Monet entreprend en 1892. Cette mutation dans sa peinture date de son mariage avec Alice Hoschédé. Alors les longues marches à la recherche de nouveaux modèles devenant plus difficiles, le procédé des séries jusque là accidentel va devenir de plus en plus systématique. Monet s'en expliquera trente ans plus tard au cours d'un entretien avec le duc de Trevisse : "Je peignais alors des meules qui m'avaient frappé et qui faisaient un groupe magnifique, à deux pas d'ici ; un jour, je vois que mon éclairage a changé ; je dis à ma belle-fille : "Allez donc à la maison, si vous voulez bien ,et rapportez moi une autre toile". Elle me l'apporte, mais peu après, c'est encore différent ; une autre ! encore une autre ! Et je ne travaillais à aucune que quand j'avais mon effet, voilà tout. Ce n'est pas très difficile à comprendre."

Les plus connues des *séries* sont : *Les Peupliers sur L'Epte 1891*, *La cathédrale de Rouen (1894)*, plein soleil, au crépuscule , harmonie brune...où Monet représente le même édifice avec une impression de lumière reçue différente à chaque instant de la journée, *Jardin et pont Japonais (1900)*, *Les nymphéas (1904-1908)*, dont il exposa 48 représentations en mai 1909, à la galerie Durand-Ruel.

Il est donc facile de comprendre que tous ces effets de lumière jouent un rôle primordial sur la couleur, et que l'utilisation de façon préférentielle des bleus et des jaunes pour un crépuscule ne signifie pas pour autant que le peintre est Daltonien. Turner par exemple aimait à utiliser le jaune ; on découvrit dans son atelier après sa mort plus de douze tonalités différentes. De la même façon, l'idée parfois reçue que le style bicolore des Daltoniens donne à leur tableau une allure triste et automnale, a valu à John Constable (1776-1837) la réputation d'un peintre Daltonien, alors qu'il possédait une excellente maîtrise des différentes tonalités.

James Whistler (1834-1903) fut également, injustement soupçonné d'être Daltonien en raison de son goût pour les effets de crépuscule et de nuit basés sur une subtile utilisation des valeurs de gris.

Par conséquent la lumière, en fonction du moment de la journée, modifie la perception des couleurs. Ce phénomène visuel inspira de nombreux artistes mais est également source de confusion.

5.1.2 L'effet artistique

La peinture est une technique basée sur le mélange des couleurs. Les couleurs fondamentales encore appelées primaires sont au nombre de trois : Le bleu, le rouge et le jaune. Le mélange par paire de ces couleurs fondamentales permet d'obtenir trois nouvelles couleurs, dites secondaires: le violet (mélange de bleu et de jaune), le vert (mélange de bleu et de rouge), et l'orange (mélange du rouge et du jaune). En mêlant une couleur secondaire à sa voisine primaire on obtient une couleur tertiaire. De telle sorte que si l'on constitue une roue chromatique, les couleurs se répartissent ainsi. D'un côté se trouvent les couleurs dites chaudes, couleurs de feu, et de l'autre côté se trouvent les couleurs froides, couleurs davantage associées à la neige.

Si, on mélange certaines couleurs entre elles, elles donnent une couleur grisâtre.

Cela s'explique par le fait que lorsqu'on mélange les trois primaires entre elles, on obtient une couleur dite neutre. Si les trois primaires sont mélangées à proportion et intensité égales, ne virant vers aucune d'entre elles on obtient un vrai gris. Mais si une couleur domine, l'ensemble sera neutre. Les neutres et gris peuvent également être obtenus par le mélange d'une couleur avec sa complémentaire : bleu et orange par exemple. Les couleurs complémentaires sont celles qui se font face sur la roue chromatique.

Toutes ces couleurs peuvent être choisies et mélangées pour modifier l'aspect de la peinture. Leur utilisation dépend ensuite de la sensibilité propre du peintre et est complètement subjective. Ce que recherche le peintre c'est l'harmonie dans les couleurs.

Une personne ayant une vision normale jugera que le tronc d'un arbre est brun et que les feuilles sont vertes, même si la lumière dorée du soleil de fin d'après-midi jaunit les feuilles et projette des taches d'ombre violettes sur le tronc. L'artiste lui, va saisir ces nuances, et en fonction de sa sensibilité va pouvoir reconstituer la mosaïque de couleurs de n'importe quel objet. C'est ce principe que les impressionnistes adoptèrent, ce qui à l'époque fit scandale.

Par la suite, les Fauvistes (Matisse, Derain et autres Munch) ont fait de la couleur une de leurs priorités ; ils s'éloignent du "vrai" dans les paysages et les silhouettes pour mieux cerner l'effet des couleurs et des formes sur la sensation.

Mais que dire encore, quand Francis Picabia, peintre cubiste (1879-1953) réalise *Grimaldi après la pluie (L'arbre rouge) 1911-12*. La couleur devient alors la façon d'exprimer une émotion, et n'a plus grand chose à voir avec la réalité.

Parmi les mouvements du XXe siècle, le Futurisme cherche à susciter des situations nouvelles, inédites, stimulantes pour l'imagination avec une intensification du facteur couleur.

On voit bien maintenant que la couleur sert davantage à faire passer une émotion qu'à reproduire strictement la réalité d'où toute la subjectivité de son utilisation. Choix délibéré du peintre?ou véritable anomalie visuelle?, la question peut se poser devant certaines oeuvres.

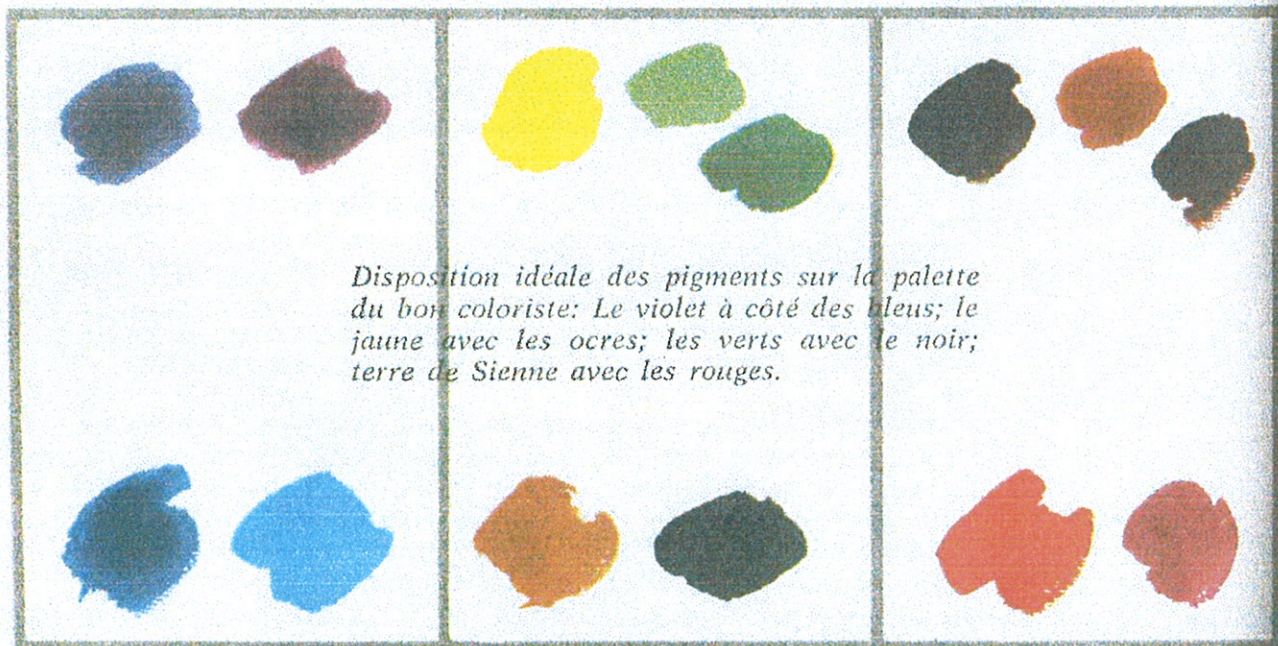
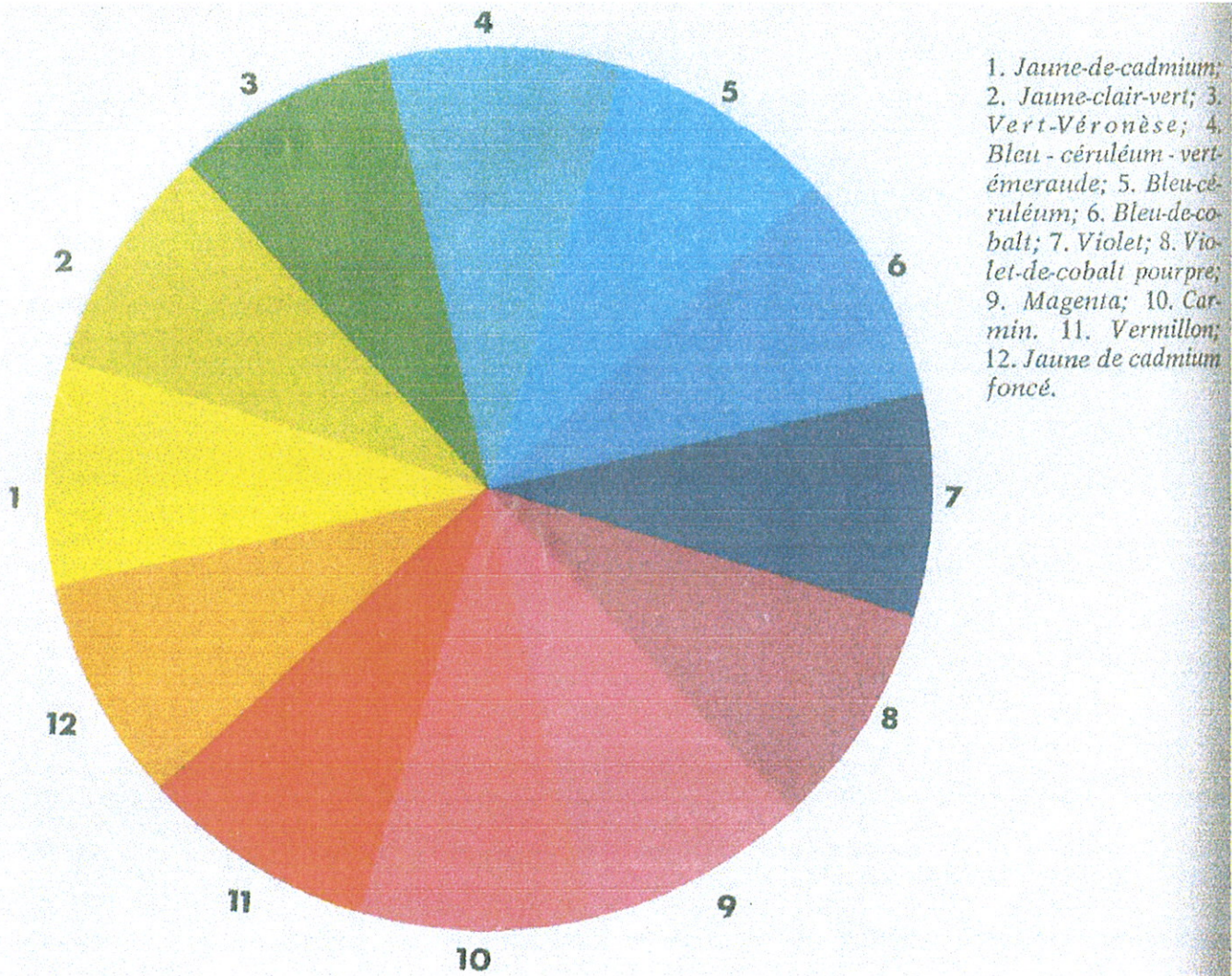


Figure 18

5.1.3 L'âge

De nombreux peintres ont exprimé leur crainte de la cécité. Pour eux, le fait de ne plus pouvoir peindre revient à les priver de ce qui est leur raison d'être.

Cependant avec l'âge, de nombreux peintres ont évolué vers une cécité sénile, ou une cataracte ce qui a, pour certains, modifié leur façon de peindre. En effet, on sait qu'avec l'âge, la vision colorée ainsi que l'acuité visuelle ont tendance à se détériorer : c'est ce que l'on appelle la cataracte sénile.

Cette cataracte fut supposée chez de nombreux artistes célèbres ayant eu une longue existence, et ce d'autant plus qu'il existait dans leur peinture une tendance au jaunissement dans la gamme de leur couleurs.

La cataracte sénile est de loin, la plus fréquente des pathologies dues à l'âge modifiant la vision des couleurs. Il s'agit d'une opacification du cristallin qui apparaît vers l'âge de 65 ans et augmente progressivement avec le temps. Elle est responsable d'une baisse de l'acuité visuelle, et d'une altération de la vision des formes et des couleurs.

Dans la littérature, on trouve le cas de plusieurs peintres affectés par cette pathologie, certains cessant de peindre : C'est le cas de Sophonisba Anguissola (1532-1665) portraitiste officielle à la cours de Philippe II, qui abandonna la peinture à l'âge de soixante dix ans. D'autres au contraire ont continué de peindre et leur peinture s'en trouva profondément modifiée.

L'exemple le plus connu est celui de Claude Monet. C'est à l'âge de soixante et onze ans que le peintre découvrit qu'il était atteint de cataracte : "Il y a trois jours en me mettant au travail, j'ai constaté avec terreur que je ne voyais plus rien de l'œil droit. J'ai tout planté là pour aller bien vite me faire examiner par un spécialiste qui m'a déclaré que j'avais la cataracte et que l'autre oeil était légèrement atteint aussi". Confidence issue de sa correspondance avec Gustave Geoffroy, ami et biographe de Monet.

Son acuité visuelle va ensuite baisser jusqu'en 1923, date à laquelle il se fait opérer de la cataracte de l'œil droit par le docteur Coutela. En fait, c'est la baisse de la vision de son oeil gauche due à une myopie (1/10), qui le décida à se faire opérer. S'en suivit une période d'aphakie de l'œil droit, à laquelle il ne semble s'être adapté qu'en 1925, quand il écrivit à ses amis : "j'ai retrouvé ma vraie vue".

L'évolution de la peinture de Monet pendant cette période ,est le reflet de sa vision, et elle est particulièrement intéressante à étudier sur les "séries". Pour pallier sa baisse d'acuité, il peint grand:*Grandes décorations* entreprises à cette époque. Dans la série des *Ponts Japonais* les détails disparaissent.

Les modifications de sa perception des couleurs se font également sentir:Avant la maladie, les couleurs froides prédominent dans les séries précoces des *Ponts Japonais* et des *Allées du Jardin*; tandis que les couleurs chaudes prédominent dans les séries tardives. C'est la phase d'évolution de la cataracte nucléaire, due au filtre jaune que constitue le cristallin. Ensuite , l'opération provoque un basculement dans des gammes très froides, deuxième partie de la série *Maison vue du jardin aux roses*. En fait, l'effet de l'ablation du cristallin supprime le filtre jaune pathologique mais également l'action physiologique du cristallin. Il en résulte que les courtes longueurs d'ondes qui atteignent la rétine sont plus nombreuses que pour un sujet normal ,il lui faut un temps d'adaptation.

Après vingt ans d'évolution de sa maladie, Monet retrouva une vision colorée proche de l'initiale.

Les dégénérescences maculaires sont également à l'origine de troubles de la vision des couleurs chez certains peintres : Steffan Johann-Gottfried (1815-1905), Steer Philip , peintre Anglais (1860-1942)...

Etant donné la fréquence de la pathologie ,et son incidence croissante avec l'âge, la cataracte peut être soupçonnée chez bon nombre de peintres dont les tableaux ont tendance à "jaunir" à la fin de leur carrière.

5.1.4 La perspective

Il s'agit de plusieurs techniques de dessin tendant à rendre aux objets aux scènes, aux paysages, toute leur profondeur et leur volume. Il n'existe pas une méthode unique, mais plusieurs techniques élaborées au fil des siècles et des civilisations qui ont toutes contribué à la perspective.

Les Egyptiens et les Assyriens de l'Antiquité représentaient correctement leur monde sur un plan. Les personnages étaient vus à la fois de face de profil et de trois quarts, leur taille variant avec leur rang social.

Les Grecs étudièrent les premiers les notions de fuite et de projection pour rendre l'illusion de profondeur aux bâtiments dans leur décors peints.

Ensuite, il faut attendre le début du XVe siècle et l'architecte Florentin Filippo Brunelleschi pour avoir la démonstration de ce qui allait devenir bientôt la perspective linéaire occidentale.

Par la suite de nombreux artistes et architectes se penchèrent sur le problème : Léon Battista Alberti (1404-1472) architecte Florentin, Paolo Ucello (1397-1475), Albrecht Dürer (1471-1528) célèbre peintre allemand, l'espagnol Diego Vélasquez (1599-1660).

Mais c'est à Léonard De Vinci (1452-1519) que l'on doit les plus grands progrès. Il étudia les liens complexes entre la perspective et notre vision naturelle.

Donc, il existe de nombreuses techniques de perspective. On citera : La perspective curviligne, la perspective naturelle, la perspective linéaire avec un ou plusieurs points de fuite, la perspective aérienne... Autant de techniques à disposition du peintre pour rendre des effets variés.

Celle qui nous intéresse, c'est la perspective des couleurs. En effet, il est possible par le choix des couleurs de donner une perspective à un paysage.

A une certaine distance, l'atmosphère terrestre dépouille les objets de leurs couleurs, modifiant celles-ci et leur donnant une teinte bleutée. Les peintres du XVII e siècle utilisaient cette méthode pour peindre leurs paysages:le premier plan était peint en tons bruns, le second plan en vert/jaune et l'arrière plan en bleu. On parle aussi de perspective d'atmosphère pour définir cette utilisation des couleurs.

De plus, pour créer une perspective, on peut utiliser également le contraste entre des couleurs chaudes et froides pour séparer différents plans.

En définitive, l'utilisation de la couleur dans le cadre de la perspective se fera selon le choix du peintre à vouloir donner un effet de perspective différent, ou bien à vouloir attirer l'attention sur telle ou telle partie du tableau.

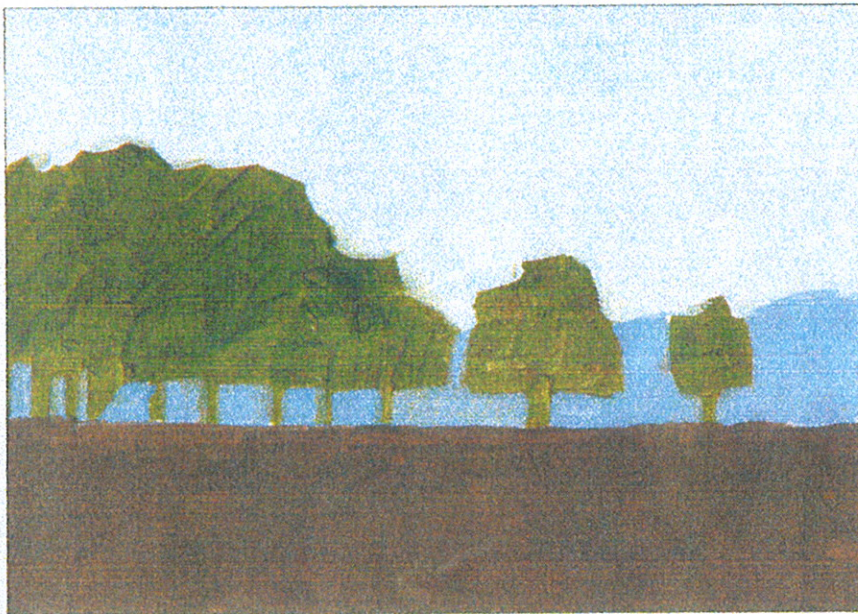
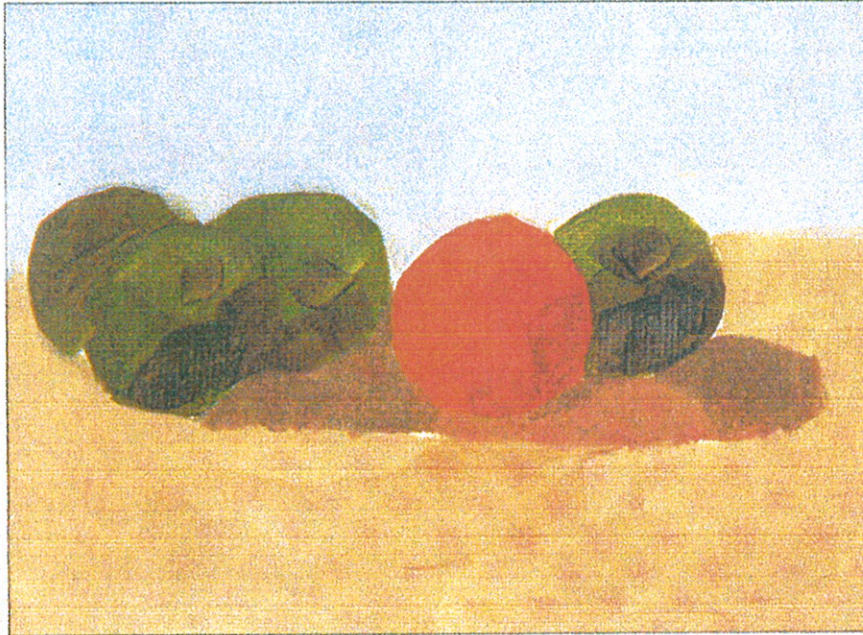


Figure 19

5.2. Difficultés du peintre Daltonien

Comme on peut l'imaginer aisément, le fait de ne pas distinguer certaines couleurs va poser de grandes difficultés au peintre daltonien. Cependant il ne va pas pour autant peindre un ciel violet, un arbre rouge, une pelouse bleue. En fait, la difficulté résulte de l'impossibilité à différencier des nuances de couleurs (Ex: un violet sépia d'un pourpre).

Le fait est que le daltonien peint avec moins de nuances, donc moins de couleurs. Il s'attache plus aux formes, aux ombres, à la lumière.

La couleur est définie par trois attributs sensoriels: la tonalité, la saturation (degré de coloration) et la clarté. Chez le Daltonien, seule la tonalité est altérée, il ne confondra pas un orange avec un jaune parce que le premier lui semble jaune délavé et le second jaune vif. Le fait de classer par ordre de saturation différents violets ne lui posera pas de problème, par contre glissez un bleu subrepticement et les erreurs apparaîtront.

Le Docteur P. LANTHONY a étudié la vision des Daltoniens et aboutit au schéma suivant : l'ensemble des couleurs vues par un sujet normal peut être placé sur un cercle chromatique. Partant du rouge situé à 12 heures et tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, on passe successivement par l'orange, le jaune, le vert, le bleu, le violet avant de revenir au rouge par les pourpres. Pour un Daltonien complet, le cercle coloré se présente de façon différente : l'ensemble des tonalités est remplacé par deux tonalités seulement: le jaune que le sujet perçoit à la place des couleurs chaudes (orange, jaune-vert, jaune), et le bleu à la place des couleurs froides. Entre les deux il existe des zones achromatiques (blanches ou grises).

Ces données expliquent les erreurs des Daltoniens, ils confondent les couleurs selon des lignes de confusions sur le cercle: rouge et bleu-vert qu'ils voient gris, bleu et Magenta qu'ils voient toutes les deux bleues...

Le résultat est qu'un Daltonien qui veut peindre un motif orange, hésite entre trois couleurs sur sa palette : le orange qui est la couleur "réelle", le jaune la couleur perçue et le jaune-vert la couleur confondue.

Dans le cas des trichromates anormaux, les erreurs sont moins nombreuses, et ne concernent que quelques tonalités, mais ont un retentissement sur leur technique picturale.

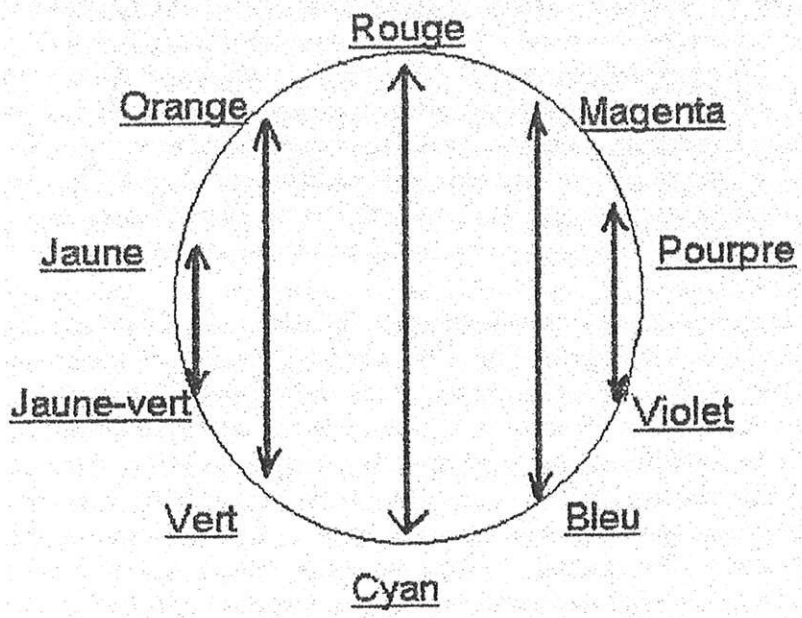


Figure 20

5.3. Manœuvres d'évitement des peintres Daltoniens

Tout porte à croire selon le schéma précédent que les erreurs des peintres Daltoniens peuvent être quantifiées. Il existe 2 chances sur 3 pour le peintre de faire une erreur dans sa zone de confusion. Or il n'en est rien. Les peintres Daltoniens sont extrêmement difficiles à repérer. Pourquoi ?

En fait le peintre Daltonien utilise plusieurs méthodes pour éviter de faire des erreurs.

Une étude effectuée à l'Université de Melbourne en septembre 2002 sur un artiste amateur deuteranope, a permis de mieux comprendre les méthodes de contournement du problème : utilisation de la palette de façon méthodique, classement et étiquetage des tubes...

De plus une étude de son travail a montré que ses premières oeuvres tendaient à être monochromes, mais que, au fil du temps, il devenait capable avec une palette limitée de réaliser de nombreux effets colorés.

Une anomalie de la vision des couleurs est un sérieux handicap dans les activités artistiques faisant appel à la couleur mais ne constitue pas une barrière insurmontable.

Environ 10 % de la population masculine Européenne est touchée par cette anomalie de la vision colorée. Il y a donc tout lieu de penser que la proportion est, et était la même dans les écoles d'art. Alors comment expliquer qu'il existe si peu d'œuvres rapportées à des peintres Daltoniens ?

En fait, il existe probablement plusieurs raisons :

- Depuis sa naissance, ou plus précisément depuis l'acquisition du langage, l'enfant daltonien apprend les couleurs, non pas comme il les voit, mais comme on lui dit qu'elles sont. Et, c'est ainsi qu' on lui inculque des "correspondances" entre une tonalité et un fruit par exemple. Il gardera ces notions toute sa vie et elles modifieront considérablement sa vision colorée. Par la suite il pourra faire le cheminement inverse et reconnaîtra la couleur que lui-même voit comme grise et que "tout le monde" voit rouge. Le peintre daltonien pourra ainsi éviter la plupart des erreurs.

- Cependant ,tout artiste Daltonien éprouvera des difficultés dans les tonalités moins tranchées entre un gris-bleu et un violet... Devant ces difficultés, le plus souvent inconsciemment, l'artiste montrera une prédilection pour le dessin et la couleur sera pour lui secondaire. Il s'orientera davantage vers le dessin, la gravure, la sculpture. C'est le cas de Paul Manship (1885-1966), dont le frère était peintre, et qui avait aussi commencé la peinture qu'il abandonna après avoir pris conscience de sa déficience pour devenir un sculpteur de renom.
- Les Daltoniens qui persistent à peindre ,utilisent certaines méthodes pour éviter de commettre trop d'erreurs ; ils utilisent les dénominations des teintes inscrites sur les tubes ,ils rangent leurs couleurs dans un ordre invariable, ils ont recours à une aide extérieure : un sujet à vision normale dans leurs entourage. On retrouve même dans l'histoire de l'art certains peintres qui ,conscients de leur déficience faisaient peindre leurs toiles. C'est le cas de l'artiste Florentin Baccio Bandinelli (1493-1560), mieux connu pour ces sculptures et auteur du groupe d'Hercule et Cacus (Place de la Seigneurie -Florence) ; l'Historien Giorgio Vasari dit de lui, "qu'il est certain que les dessins de Baccio étaient d'une extrême beauté mais qu'il maniait les couleurs maladroitement".
- La bonne connaissance des combinaisons de tons peut également être utilisée par le peintre Daltonien afin de faire moins d'erreurs. Il sait qu'en mélangeant un bleu et un rouge,il obtient un violet;Ou bien en mélangeant un ocre avec un vert-jaune il obtient un vert -pomme... Les ouvrages pour apprendre les techniques picturales, ainsi que le bon usage de la couleur ne manquent pas de nos jours et sont autant d'aides précieuses pour éviter les fautes.

On peut cependant penser qu'il était moins aisé de contourner le problème il y a quelques siècles ,à l'époque de la renaissance, car les peintres utilisaient des pigments pour faire leurs propres couleurs. Mais les Daltoniens prenaient conscience de leur déficit et devaient s'orienter vers d'autres disciplines artistiques.

En définitive, l'étude seule d'une oeuvre ne suffit pas à prouver un daltonisme. Un peintre peut utiliser un style bicolore ,ou bien basé sur la clarté, voire excentrique. Cela ne prouve pas qu'il est daltonien.

Par conséquent ,des investigations autres que le seul examen de l'œuvre doivent être utilisées pour rechercher un peintre Daltonien.

5.4. Impressionnisme et Daltonisme

Promoteurs d'un des mouvements artistiques les plus exaltants du XIXe siècle, Monet, Renoir, Pissarro et leurs compagnons, ont cependant lors de leur première exposition en 1874 essuyé de nombreuses railleries. Leurs sujets ainsi que leur technique nouvelle furent décriés par les critiques de l'époque.

L'explication que donna Dalton des déficiences de la vision colorée fut pour les critiques une aubaine: Ainsi quand les couleurs d'un tableau ne correspondaient pas aux critères de l'époque (par exemples si les couleurs étaient trop extravagantes ,ou bizarres), le peintre se voyait vite affublé du qualificatif de daltonien !

Or ,une peinture impressionniste était justement ,une peinture qui refusait de se conformer aux pratiques traditionnelles du clair-obscur en vigueur jusque-là. Une peinture qui se soustrayait aux éclairages conventionnels de l'atelier, et pour laquelle le sujet du tableau n'était plus qu'un prétexte. Le peintre impressionniste travaillait au "grand-air". La lumière solaire colorait son atmosphère.

Le principe de la dissociation des tons, sur lequel est basée la technique impressionniste, est le résultat d'un raisonnement, d'un certain nombre de lois. Rubens, Goya... en eurent le pressentiment . Turner dans son étude de la lumière et de la couleur est de ceux qui s'en approcha le plus.

Toutefois, avant l'impressionnisme, aucun peintre n'avait érigé ce procédé technique en doctrine. Personne n'avait envisagé la possibilité qu'un tableau puisse être le résultat satisfaisant d'une vision strictement chromatique, rendue non par le mélange des couleurs mais par leur juxtaposition à l'état pur.

Strindberg parlant de la peinture de Sisley la décrivait comme : "incolore, exsangue, en un mot albinos".

Dans l'esprit des critiques à l'époque, impressionnisme et daltonisme étaient étroitement liés. Un certain Vassy déclarait : "je crois, en mon âme et conscience, que les disciples de M.Manet sont affligés de Daltonisme"

D'autres critiques étaient un peu moins affirmatifs:Mantz : "Devant les oeuvres de certains membres du groupe, on est tenté de croire à un trouble physique de l'œil, à des singularités de la vision qui feraient la joie des Docteurs en ophtalmologie."

Pissarro écrivit à son fils:"Nous sommes atteints de la Maladie des peintres, le Daltonisme, la maladie des peintres qui voient bleu".

Le critique le plus virulent fut Louis Leroy, dans *le Charivari*, le journal amusant du 25 avril : "Que représente cette toile? Voyez au livret :

"Impression ,soleil levant.

"Impression, j'en étais sûr. Je me disais aussi, puisque je suis impressionné il doit y avoir de l'impression là-dedans...et quelle liberté, quelle aisance dans la facture ! Le papier à l'état embryonnaire est encore plus fait que cette machine-là!"

Il alla jusqu'à donner la recette de ce "barbouillage" : "Salissez de blanc et de noir les trois-quarts d'une toile, frottez le reste de jaune, piquez au hasard des taches rouges et bleues, vous aurez *une impression* de printemps."

Pourtant, n'en déplaise à M. Leroy l'un des plus importants courants de peinture était né : L'Impressionnisme. Encore appelé : "La nouvelle peinture", le paysage n'était plus le seul modèle du peintre, désormais on pouvait peindre des portraits, des nus, mais aussi des peintures d'histoire.

5.5. Les peintres Daltoniens célèbres

La recherche de peintres daltoniens s'avère difficile pour plusieurs raisons. Le daltonisme est une déficience de la vision colorée dans l'axe Rouge-vert dont le sujet prend rapidement conscience et pour laquelle il va mettre tout en oeuvre afin que cela ne se voit pas. Les méthodes pour camoufler son handicap sont nombreuses, comme nous l'avons vu précédemment.

Beaucoup d'artistes daltoniens, conscients de ce handicap choisissent un autre moyen d'expression artistique : le dessin, la sculpture, les gravures...

Le fait qu'aucun peintre daltonien ne soit identifié comme tel est peut être dû également au fait qu' aucun d'eux n'a jamais atteint une notoriété suffisante, à cause de sa difficulté à obtenir une grande diversité de nuances dans les couleurs.

Aucun peintre majeur n'était daltonien ? C'est une hypothèse possible. Cependant étant donné la grande variété de techniques et les nombreux facteurs influençant la vision des couleurs, il est très difficile de l'affirmer.

Le style des peintres daltoniens est basé sur la clarté. Leurs peintures sont parfois bicolores utilisant les tonalités qu'ils voient le mieux :le jaune et le bleu.

D'autre fois ils adoptent une peinture polychrome, avec de grands contrastes.

Partant de ces constatations, les erreurs et les injustices ont été fréquentes : C'est par exemple le cas de John Constable (1776-1837) que l'on a parfois qualifié de daltonien à cause de son style souvent bicolore et l'allure automnale de certains de ses tableaux.

C'est pourquoi, on ne peut pas faire le diagnostic de daltonisme à partir d'un tableau. Il faut d'autres éléments de recherche : Tests de la vision des couleurs, écrits...

Cependant, le cas de quelques artistes daltoniens est connu et illustre bien leurs difficultés :

* **Charles Meryon** (1821-1868) peintre français, né à Paris, il était le fils illégitime d'une danseuse de l'opéra de Paris et d'un physicien anglais.

Son père ne le reconnut que plusieurs années après, et lui permit de porter son nom. Ce manque d'affection, Charles en souffrit toute sa vie. Il entretenait cependant une correspondance avec son père. Dans ses lettres, il décrira ses difficultés à utiliser les couleurs.

A 16 ans il entra dans la marine et y resta une dizaine d'années, au cours desquelles il illustra les nombreux endroits exotiques où il fit escale (Brésil, Nouvelle Zélande, Australie, Tahiti).

A 25 ans, il quitta la marine et entra aux beaux-arts. Au cours de ses voyages il avait fait de nombreux dessins dont il se servira plus tard pour ses travaux.

Il écrivit à son père : "Je suis fatigué de la profession que j'ai exercé jusqu'à maintenant ,et je suis encore jeune pour faire autre chose. Je me prépare à me dévouer entièrement à mes études d'art, et je sacrifie tout à cette fin. Je ne sais pas ce qui se passe en moi. Peut être que je deviendrai misérable mais je vous assure que si je ne le fais pas, je le regretterai toute ma vie". C'est une décision sans appel, comme peu d'artistes en ont pris.

Meryon étudia au Louvre et devint un des pupilles du célèbre artiste néoclassique : Jacques Louis David.

En 1848, il acquit une reconnaissance officielle en exposant ses dessins au salon annuel qui est la clef du succès artistique de l'époque.

Mais Meryon ne fut jamais capable de faire, à partir de ses dessins, une peinture à l'huile. Il prit alors conscience de son défaut de vision des couleurs. Ses dessins avaient cependant attiré l'attention d'un graveur: Eugène Bléry. Les deux artistes vécurent et travaillèrent ensemble pendant deux ans. En 1849, Meryon commença à travailler sur sa plus célèbre série de gravure : *Eaux fortes sur Paris*.

Le passage à la gravure s'est donc fait de façon naturelle, sans drame moral.

La vision anormale des couleurs de Charles Meryon ne fut pas découverte lors de son admission dans la marine. Le test des couleurs ne faisait pas partie de l'admission à l'époque.

Pendant ses premières années d'étude de l'art, il utilisait les couleurs sépias.

Dans sa correspondance avec son ami Foley il revient souvent sur sa perception des couleurs : "J'ai bien certainement dans la vue un défaut d'organisation qui fait que certaines couleurs bien différentes pour tout le monde se confondent pour moi et particulièrement le jaune et le rouge". A vingt ans il écrit à son père : "j'ai commencé l'aquarelle ce mois-ci ;Je suis content de mes progrès quoiqu'il existe chez moi un défaut inné dans la vue qui me fait confondre certaines couleurs quand elles sont très étendues d'eau. J'espère cependant que l'habitude et la pratique feront disparaître ce vice."

En 1846 il dit : "Le défaut dont je te parle est tel que souvent, je préfère les belles gravures noires, dans lesquelles je peux voir les dégradés d'ombre, mieux qu'en peinture".

De ses oeuvres peintes il ne reste pas beaucoup de traces. Le British Museum conserve un document intéressant, dessin au crayon et à la sanguine, exécuté probablement vers l'âge de huit ans ; on remarque que les deux couleurs, le noir du crayon et le rouge de la sanguine sont utilisées comme si l'enfant ne voyait pas de différence entre elles:un toit est rouge, l'autre noir ; l'herbe est en touffes mélangées rouges et noires.

Le document le plus intéressant est un pastel réalisé en 1857 conservé au Louvre et intitulé:*Le vaisseau fantôme*. Le choix de Meryon révèle la déficience typique de l'artiste et sa préférence pour le bleu et le jaune. Le ciel a un aspect inhabituel, il est jaune-orange et la mer est entièrement bleue, il lui manque la composante verte. Malgré sa déficience de perception des couleurs Meryon était capable de dépeindre les contrastes des lumières et d'ombres.

Charles Meryon présenta vers trente-cinq ans, des troubles psychiques à type de délire mélancolique qui nécessitèrent plusieurs internements . IL mourut à l'âge de quarante-sept ans.

* Paulanship (1885-1965) artiste Américain. Né à Saint Paul (Minnesota) en 1885. Son père, ainsi que son frère étaient peintres. Paul Manship, lui-même avait commencé la peinture, mais prenant rapidement conscience de sa déficience chromatique, il abandonna le pinceau pour devenir sculpteur. Cette attitude, est souvent retrouvée chez beaucoup d'artistes daltoniens:renoncer à la peinture, mais pas à l'art. En plus ,le daltonisme souvent confère au sculpteur un réel avantage. Etant donné sa mauvaise vision des couleurs l'artiste attache plus d'importance aux contrastes d'ombres et de lumières et s'y applique davantage.

Paul Manship fréquenta l'institut des arts de Minneapolis et à l'âge de vingt ans il partit à Philadelphie où il fut assistant sculpteur tandis qu'il étudiait à l'Académie des arts de Pennsylvanie. En 1909 il reçut le prestigieux prix de Rome. Il partit se familiariser avec l'art grec et romain à Rome .Manship retourna aux Etats-Unis en 1912 ,où il fut immédiatement reconnu pour ses bronzes au style dépouillés.

En 1933, il créa pour la fontaine du Rockefeller Center Plaza (New-York), son oeuvre probablement la plus connue : *Prometheus*.

Après la deuxième guerre mondiale, il fut nommé président de la National sculpture Society.

Le daltonisme, n'exclut pas une carrière artistique et, dans le cas de Manship, d'atteindre une notoriété importante.

* Le cas de **Van Gogh** (1853-1890) est également très intéressant à rapporter.

L'hypothèse que Vincent Van Gogh avait une vision colorée perturbée, surtout à la fin de son oeuvre entre 1886 et 1890 où il existe une prédominance de jaune dans sa palette, est assez répandue. On l'attribue à plusieurs causes, aucune n'est réellement prouvée.

La liste des diagnostics évoqués chez le peintre est longue.

Vincent Van Gogh souffrait probablement de troubles neuropsychiatriques. Une maladie maniaco-dépressive a souvent été mentionnée pour expliquer l'épisode de son oreille. Un soir, la veille de Noël 1888, il menace son ami Gauguin avec un rasoir, puis bouleversé, il se coupe l'oreille gauche. Il fut, à plusieurs reprises, hospitalisé à Arles et à l'asile de Saint Remy. Des crises d'épilepsies furent diagnostiquées. Il faut ajouter à cela, quelques maladies infectieuses et la prise de substances toxiques.

Plus récemment, l'hypothèse d'une maladie métabolique, une porphyrie a été évoquée. Elle expliquerait en effet les manifestations neurologiques, les désordres mentaux et sa souffrance psychique. De plus l'histoire de la famille de Van Gogh, suggère le facteur héréditaire de la maladie. Cependant, il n'existe pas de preuve évidente d'une porphyrie.

Une coloration jaune domine dans beaucoup de tableaux de Van Gogh. Par exemple dans : *le café de nuit* 1888, mais aussi dans : *le fauteuil de Gauguin* 1888... L'explication, la plus souvent évoquée pour expliquer sa vision jaune est la prise de digitaliques. On sait en effet que Vincent Van Gogh prenait des digitaliques, pour traiter son épilepsie. A l'époque les digitaliques avaient d'autres indications que cardiaques.

Son médecin, le docteur Paul Gachet était pourtant bien au courant des effets secondaires des digitaliques et de leurs dangers puisqu'il écrit : "Nous connaissons maintenant suffisamment bien les effets physiologiques de ces plantes pour avoir peur de leurs dangers, un surdosage peut provoquer des syncopes par bradychardie et des arrêts cardiaques". On peut donc penser qu'il en administrait avec précaution à Van Gogh.

De plus le Docteur Gachet, étant un adepte de l'homéopathie, l'artiste pourrait n'en avoir pris alors qu'à dose infinitésimale.

Une autre hypothèse pour sa vision jaune des couleurs est l'utilisation de santonine, en vogue à l'époque pour les troubles gastro-intestinaux. La santonine est un médicament vermifuge extrait du *semen-contra*, aujourd'hui abandonné en raison de sa toxicité.

On sait également par sa correspondance avec son frère Théo, qu'il avait un penchant pour l'absinthe et autres drogues.

Le cocktail de ces substances aurait pu contribuer à sa vision jaune, c'est en tout cas ce que pensent Arnold et Lotus (*Xanthopsie et la palette jaune de Van Gogh-1995*).

Mais l'hypothèse la plus vraisemblable reste la primauté pour le peintre des choses esthétiques.

VI-HYPOTHESES

6.1 Daltonisme et psychisme

La vision des couleurs résulte de trois phénomènes: physique, neurophysiologique, et psychologique.

Chaque couleur a un effet psychologique différent sur l'homme. Les couleurs peuvent être stimulantes ou calmantes ; en tout cas elles ne sont jamais un élément indifférent.

Une nouvelle hypothèse a été avancée par Alan Cowey, neurologue de l'université d'Oxford en juin 1998, lors du 4ème congrès international sur la cartographie fonctionnelle du cerveau humain : Il ne s'agirait pas d'un problème de détection mais plutôt de conscience. Le patient voit sans savoir qu'il voit.

L'étude d'Alan Cowey, porte sur des patients achromates. Cette vision anormale des couleurs est parfois le résultat d'une atteinte herpétique cérébrale.

Lorsque qu'on fait un électroencéphalogramme à ces patients à qui l'on présente divers stimuli colorés, on observe une réponse dans le cortex visuel primaire.

Il a également fait fixer à ces patients un point rouge au centre d'un écran. Puis de part et d'autre de la cible un point rouge et un point vert apparaissent. En mesurant le mouvement de l'œil, le chercheur a remarqué que le sujet regardait presque invariablement le point vert en premier. Comme si l'œil et le cerveau percevaient que ces deux points avaient deux couleurs différentes, sans que le sujet en ait conscience.

On pensait qu'il n'existait qu'un centre de la vision dans le cerveau. On sait maintenant que le problème est beaucoup plus complexe.

En conclusion si les daltoniens perdent la perception de la couleur, d'autres parties du cerveau peuvent encore traiter l'information, reconnaître la couleur.

6.2. Vision crépusculaire

En 1998, Verhulst et Maes avancent une nouvelle hypothèse : *Les daltoniens ont un avantage dans la vision de nuit*. Ils fondent leur hypothèse sur l'analyse de données venant d'une séance de travaux pratiques, où des étudiants avaient mesuré leur seuil d'adaptation au noir.

Mais leur étude comportait un certain nombre de défauts: Non seulement les tests n'étaient pas effectués dans des conditions rigoureusement similaires, mais les étudiants connaissaient le but de l'expérience.

C'est pourquoi en 2001, Matthew P. Simunovic, Benedict C. Regan et J.D. Mollon décidèrent de renouveler l'expérience.

Leur méthode consista à examiner des sujets déficients dans les rouge, vert, des sujets monochromates, et des sujets à vision normale. Pour chaque sujet, ils mesurèrent le temps d'adaptation au noir, le champ visuel dans l'obscurité, et les performances de perception dans le noir. Enfin ils comparèrent les résultats entre les différents groupes.

Leur conclusion est qu'il n'existe pas de différence significative entre les déficients en rouge et vert et le groupe témoin. Seul un petit groupe de monochromate a une meilleure adaptation que les sujets contrôlés. Mais leurs performances dans l'obscurité, et leurs champs visuels ne sont pas différents de façon significative de ceux des sujets normaux.

Pourtant dans l'histoire du daltonisme, de nombreuses fois cette hypothèse avait été avancée.

Un daltonien décrit par Nicholl en 1818 parlant de sa propre expérience disait : "Le seul avantage que je trouvais à cette vision particulière, c'est que je voyais les objets situés à grande distance dans le noir mieux que quiconque, je découvrit plusieurs années après que c'était dû à ma vision défectueuse des couleurs".

On a également rapporté, que certains monochromates dans des îles du Pacifique étaient particulièrement adeptes de la pêche de nuit.

Alors faut-il abandonner complètement cette hypothèse ? En fait, on pourrait peut être la reformuler ainsi : *Les protanes ont ils un avantage lors de la vision crépusculaire ?*

On sait que les trois types de cônes ont une sensibilité maximum pour des couleurs différentes correspondant à des longueurs d'ondes différentes.

- Les cônes S (pour Short = courte longueur d'onde), qui contiennent en majorité le pigment sensible au bleu.
- Les cônes M (pour Medium = moyenne longueur d'onde), qui contiennent une forte concentration de pigments sensibles au vert.
- Les cônes L (pour Long = grandes longueurs d'onde), porteurs du pigment sensible au rouge.

On sait également qu'au crépuscule (Effet Purkinje), lorsque l'intensité lumineuse diminue, la sensibilité de l'œil pour le rouge diminue en premier, puis finit par s'effacer ; puis vient celle au vert ; puis enfin au bleu.

Or, un sujet protane, "aveugle au rouge", saute donc la première étape de la vision crépusculaire : la diminution de la sensibilité de l'œil pour le rouge. Donc, lorsque les autres doivent adapter leur vision à la diminution d'intensité lumineuse, le protane, lui, voit toujours comme en plein jour ! Il ressent cet avantage pour la conduite le soir : "entre chien et loup", mais son avantage s'estompe rapidement.

Dans l'expérience de Simunovic, Regan et Mollon, l'adaptation au noir est mesurée en plaçant dès le départ le sujet dans des conditions d'obscurité et en lui faisant observer des sources lumineuses d'intensité variable.

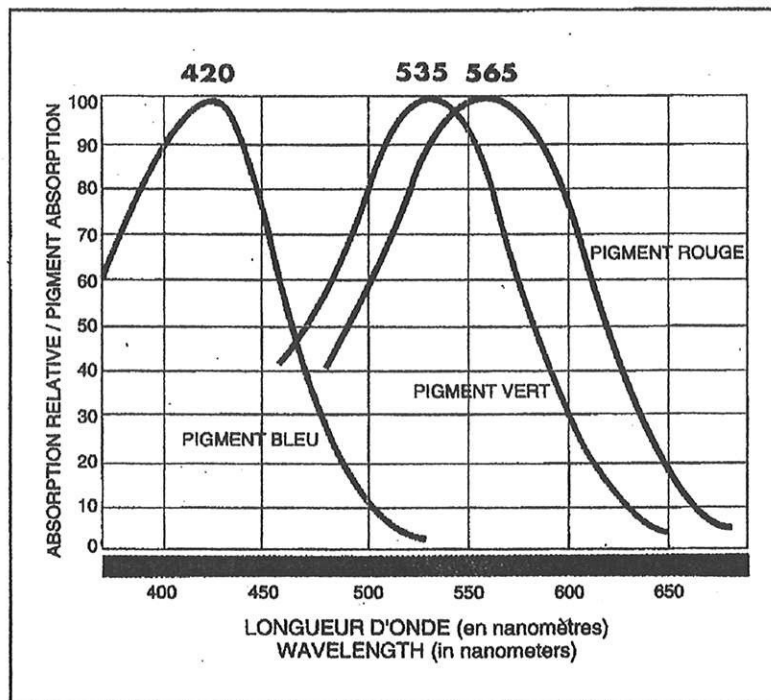


Figure 21

6.3. Colorimétrie

A l'heure du numérique et de l'internet, l'étude de la peinture pourrait bien être révolutionnée.

En effet, l'analyse colorimétrique des tableaux numérisés est maintenant possible.

L'équipe *Traitement et interprétation des images* de l'école Supérieure des Télécommunications (ENST) de Paris a mené conjointement avec le Laboratoire de Recherche des Musées de France une étude sur plusieurs tableaux du Louvre.

Cette étude numérique de la peinture offre de nombreuses possibilités. Elle permet d'obtenir des données qualitatives et quantitatives sur les couleurs (en tant que stimuli lumineux) élaborées par le peintre sur sa palette pour peindre son tableau.

A l'aide de cette méthode, on imagine que l'on pourra mieux détecter les peintres daltoniens, du moins si on considère la couleur en tant que phénomène physique. Mais la couleur résulte d'un triple processus: physique mais aussi neurophysiologique complexe et psychologique.

VII-CONCLUSION

Les dyschromatopsies sont relativement fréquentes ,et doivent faire l'objet d'une recherche systématique dès le plus jeune âge. La découverte d'une anomalie de la vision colorée peut permettre une meilleure orientation professionnelle ,et doit être prise en compte dans l'apprentissage scolaire de l'enfant .

Cette pathologie mineure peut cependant constituer un handicap pour le patient. A l'heure actuelle il n'existe pas de traitement spécifique du daltonisme, le seul étant le port de lentilles ou de lunettes colorées.

En peinture, le daltonisme constitue, donc , un handicap important. Bon nombre d'artistes daltoniens renoncent à la peinture, pour se consacrer à d'autres disciplines. Cependant, il ne semble pas que se soit un obstacle insurmontable.

Comme dans beaucoup d'autres pathologies ophtalmologiques, le daltonien s'ingénue à contourner son handicap par différents moyens.

Toutefois, il ne semble pas qu'il existe de peintres majeurs atteints par cette anomalie de la vision bien qu'il paraisse difficile d'en apporter la preuve.

L'art reste toutefois une question de sensibilité ; Chaque individu ressent l'atmosphère d'un tableau de façon différente .

Pour le peintre, la peinture n'est pas seulement la réalisation d'une oeuvre picturale à partir de toutes les techniques en vigueur à son époque ; elle est heureusement d'abord avant tout un moyen d'expression.

Les artistes daltoniens sont capables de percevoir des sensations chromatiques, là ou d'autres dépourvus de sens artistique ne ressentiront rien.

Léonard de Vinci disait : "L'art est chose mentale".

VIII-BIBLIOGRAPHIE

- 1- SARAUX H.,BIAIS B. - Précis d'ophtalmologie. - Paris : Masson & Cie,1969.- 977p.
- 2- JACQUARD Albert - Structure Génétiques des Populations. - Paris : Masson & Cie,1970.- 400p.
- 3- MARMOR Michael F.,RAVIN James G.-The Eye of the Artist.-St Louis, Missouri : Mosby,1997.- 229p.
- 4- LANTHONY Philippe, - Les Yeux des Peintres.- Lausanne, Suisse : L'Age de L'Homme,1999.-165p. (collection Hypothèse)
- 5- CASTAIGNE Alain, GODEAU Bertrand, LEJONC Jean-Louis, SCHAEFFER Annette - Sémiologie médicale.-3e éd.- Evreux : Kapp, Lahure et Jombart 1992.-561p.
- 6- KOWALISKI P. -Vision et mesure de la couleur.-2e éd.-Paris:Masson, 1990.-252 p.
- 7- PIRENNE M.H. ,CROUZY R. -L'œil et la vision. -Paris:Edition Gauthier-Villars,1972.-275p.
- 8- GOLDSCHILD M.,BAUDOIN C. -Médicaments et oeil.-Impact Internat, 1996, 15, p.439-441
- 9- BURTIN T. LUMBROSO L. - Cataracte.- Impact Internat, 1996, 15, p.383-389
- 10- COLLEGE DES OPHTALMOLOGISTES UNIVERSITAIRE DE FRANCE. -Enseignement d'ophtalmologie deuxième cycle-Limoges, 2002,181p.
- 11- DE FIORE Angelo, DE FIORE Gaspard, MATERZANINI M.Luisa ,et al. -TURNER. -Paris:Edition Fabbri, 1988. -32 p. (Collection Regards sur la peinture ; 29)

- 12- COGNAT Raymond -Impressionnisme ,les origines de l'art moderne. In : Art du XVIIIe siècle:France-Angleterre -Espagne/éd.parAlpha,1980. -p.237-319. (collection Histoire de l'art -La grande aventure des trésors du monde; 8)
- 13- WILDENSTEIN Daniel,-Claude Monet.-Pully, Suisse : J.F Gonthier ,1974.
95 p.(collection Les Impréssionnistes)
- 14- KELDER Diane-The great book of french Impressionism.-New York:
Abbeville Press ,1980.-243 p.
- 15- VAUDOYER Jean-Louis -Les impréssionnistes -Paris:Flammarion, 1953.-
72p. (collection le grand art en livre de poche)
- 16- ARNAULT Marie Christine, GUENETTE Magalie, HELIES Dominique , et al.
-Guide du peintre- Paris : Larousse-Bordas , 1998.-344 p.
- 17- LETHEL Etienne - Apprenez la peinture-Paris,Gründ:1990.-156p.
- 18- LLOBERA Joseph, OLTRA Romain -Savoir peindre- Espagne:Afha : 1967 .-313 p.
- 19- COURTHION Pierre -Les impressionnistes- Amsterdam:EditionsTime-Life ,1990.-184 p.
- 20- HOUSE Uohn -MONET-2e éd; Paris, E.C.A.:1993 -125 p.
- 21- Du Romantisme au Réalisme. Impréssionnisme et Néo-impréssionnisme (I) / éd.Pont
des Arts .-Barcelone : e.f.s.a.,1997. -26p.(collection Histoire Universelle de l'Art;1)
- 22- Impressionnisme et Néo-impressionnisme (II) - Symbolisme et art nouveau -
L'architecture au XIXe siècle / éd.Pont des Arts .-Barcelone : e.f.s.a., 1997.
-57 p.(collection Histoire Universelle de l'Art;2)
- 23- Avant-gardes, Fauves , Cubisme , Futurisme / éd. Pont des Arts.
-Barcelone:e.f.s.a.,82 p.(collection Histoire Universelle de l'Art;3)

- 24- CASTROS André, RONDEAU G. -Georges Seurat , pointillisme et nouvelles conceptions du lobe occipital- Point de vue, 1995, 32, p.49-58
- 25- PEYRE Henri.-La lumière, la couleur, ou comment rendre l'impression d'éloignement en peinture. Site disponible sur: [http:// www.meublepeint.com/le rendu d éloignement.htm](http://www.meublepeint.com/le_rendu_d_eloignement.htm) (Page consultée le 06 décembre 01)
- 26- LEKHAL H., EFFELSEN E. -la perception des couleurs par l'œil. Site disponible sur:<http://bioinformatics.org /oeil-couleur.html> (Page consultée le 9 octobre 2002)
- 27- THOMSON W.D.et al. -100 Hue .In Université de Londres, Grande-Bretagne . Site disponible sur : <http://www.city.ac.uk/optics/visualperception/100 hue test.html> (Page consultée le 7 décembre 2001)
- 28- LANTHONY P. -Le dépistage de l'enfant daltonien. Site disponible sur : <http : www.scco.asso.fr/symposiums/1997/depistage enfant .htm> (Page consultée le 03 Février 2002)
- 29- BRETTEL Hans, CHIRON Alain, SCHMITT Francis, et al. -Projet de recherche et perspectives.(En ligne).In:Site de l'école nationale supérieure des télécommunications de Paris. Disponible sur : <http: //www.enst.fr/ura/ura-OPERA-3-3.html> (Page consultée le 06 décembre 2001)
- 30- Faculté de Médecine de la Pitié-Salpêtrière -Les qualités chromatiques. (En ligne). Disponible sur : <http://www.chups.jussieu.fr/ext/ceb/vision/svqc.htm> (Page consultée le 07 décembre 2001)
- 31- WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE -Gene Card for gene. (En ligne). In:National center of biotechnology information. Site disponible sur : <http : //bioinfo.weizmann.ac.il/cards-bin/carddisp?OPN1SW> (Page consultée le 22 novembre 2002)

- 32- SIMUNOVIC M.P.,REGAN B.C.,MOLLON J.D.-Is color deficiency an advantage under scotopic conditions ? -Investigative Ophthalmology & Visual Science , Décembre 2001, 42, 13, p.3357- 3364
- 33- ARNOLD W.N ,LOFTUS L.S.-Xanthopsia and Van Gogh's yellow palette -Eye 1991, 5, 5, p.503-10
- 34- RAVIN J.G., ANDERSON N., LANTHONY P. -An artist with a color vision defect : Charles Meyron-Survey of ophthalmology,1995,39,5,p.403-408
- 35- COLE B.L.,NATHAN J. -An artist with extreme deuteranomaly -Clin Exp Optom, Septembre 2002, 85, 5, p.300-305
- 36- LEID J.,LANTHONY P.,ROTH A.et al.-Les dyschromatopsies (En ligne). In: Collège National des Enseignants de Biophysique et de Médecine Nucléaire. Site disponible sur : <http://www.chups.jussieu.fr/ext/ceb.enseignement/ateliers/dyschromatopsie.htm> (Page consultée le 03 Février 03)
- 37- TILL C., WESTALL C.A., ROVET J.F., et al.- Effects of maternal occupational exposure to organic solvents on offspring visual functioning:a perspective controlled study.-Teratology , septembre 2001, 64, 3, p.134-141
- 38- TRIEBIG G.,STARK T.,IHRIG A., et ad.-Intervention study on acquired color vision deficiencies in styrene-exposed workers.-J Occup Environ Med,Mai 2001, 43, 5, p.494-500
- 39- LANTHONY P. -Art et ophtalmologie-In:SNOF.Site disponible sur : <http://www.snof.org/art/art.html> (Page consultée le 03 Mai 2001)
- 40- GRALL Y. -Bref historique de la vision des couleurs- In : Collège National des Enseignants de Biophysique et de Médecine Nucléaire. Site disponible sur: http://www.cnebmj.jussieu.fr/enseignement/ateliers/hist_vc1.htm

- 41- WALL M ,DONZIS PB-Luminance contrast and colour contrast related errors in pseudoisochromatic plate identification. Eye 1997, 11, 5, p.713-6
- 42- JAEGER W.-Horner's law. The first step in the history of the understanding of X-linked disorders.Ophthalmic Pediatric Genetic juin 1992, 13, 2, p.49-56
- 43- SCHACHTER F.,FOULON M.,POULAIN M.-Daltonism and genetics of aging . In : Compte rendu de l'académie des sciences ,série III, avril 2001, 324, 4, p.327-33
- 44- MERLEAU-PONTY -L'œil et l'esprit-Paris:Gallimard,1964 ,93 p.
- 45- TUIL E., GANEM-ALDOU C., - Ophthalmologie, Med-Line, 1992,174 p.

TABLE DES FIGURES

N°1	Description de l'œil humain	19
N°2	Les voies optiques	24
N°3	La structure de la rétine	23
N°4	Echelle d'acuité visuelle de Monoyer	27
N°5	Echelle d'acuité visuelle de Parinaud	28
N°6	Test d'Ishihara - Planche 1	33
N°7	Test d'Ishihara - Planche 7	33
N°8	Test d'Ishihara - Forme pédiatrique	33
N°9	Test de Farnworth (100 Hue)	35
N°10	Transmission du Daltonisme 1	44
N°11	Transmission du Daltonisme 2	45
N°12	Les gènes du daltonisme	47
N°13	Physiologie de la Vision des couleurs	50
N°14	Cône	52
N°15	Synapse d'un cône	52
N°16	Emission atomique	57
N°17	Influence de la lumière sur la couleur	58
N°18	Cercle chromatique	63
N° 19	Perspective et couleur	67
N°20	Théorie du Docteur Lanthony : les lignes de confusions	69
N° 21	Longueurs d'ondes des couleurs	82

TABLE DES MATIERES

<u>I-INTRODUCTION</u>	p 18
<u>II-RAPPEL ANATOMIQUE DE L'OEIL</u>	p 19
2.1 Description de l'œil humain	p 19
2.1.1 l'œil	p 19
2.1.1.1 situation générale	p 20
2.1.1.2 les trois tuniques	p 22
2.1.2 La structure de la rétine	p 23
2.2 Examen de l'œil	p 26
2.2.1 Acuité visuelle	p 26
2.2.2 Champ visuel	p 29
2.2.3 L'examen de la vision des couleurs	p 30
*Le test d'Ishihara	p 30
*Les tests par classement	p 34
*Les tests de dépistage pédiatrique	p 36
*Les instruments de test	p 38
2.2.4 Motilité oculaire	p 38
2.2.5 Inspection des globes oculaires	p 39
2.2.6 Lampe à fente	p 39
2.2.7 Mesure de la pression intra oculaire	p 39
2.2.8 Examen du Fond d'œil	p 40

III-<u>DEFINITION DU DALTONISME</u>	p 41
3.1 Historique	p 41
3.2 Fréquence	p 42
3.3 Les différents types de daltonisme	p 43
3.3.1 Daltonisme trichromate	p 43
3.3.2 Daltonisme dichromate	p 43
3.3.3 Daltonisme Achromate	p 43
3.4 Génétique	p 44
 IV <u>PHYSIOLOGIE</u>	 p 48
4.1 Vision normale des couleurs	p 48
4.1.1 Les cônes	p 51
4.1.2 La Iodopsine	p 53
4.2 Dyschromatopsies héréditaires	p 54
4.2.1 Deutéranope	p 54
4.2.2 Propanope	p 54
4.2.3 Tritanope	p 54
4.3 Dyschromatopsies acquises	p 54

<u>V-DYSCHROMATOPSIE EN PEINTURE</u>	p 56
5.1 Facteurs influençant la vision des couleurs en peinture	p 56
5.1.1 La lumière	p 56
5.1.1.1 Définition	p 56
5.1.1.2 La lumière en peinture et son impact sur les couleurs ...	p 57
* Effet PURKINGE	p 59
* Effet Bezold Brücke	p 59
5.1.2 L'Effet artistique	p 61
5.1.3 L'âge	p 64
5.1.4 La perspective	p 65
5.2 Difficultés du peintre daltonien	p 68
5.3 Manœuvres d'évitement des daltoniens	p 70
5.4 Impressionnisme et Daltonisme	p 72
5.5 Les peintres Daltoniens célèbres	p 73
<u>VI-HYPOTHESES</u>	p 79
6.1 Daltonisme et psychisme	p 79
6.2 Vision crépusculaire	p 80
6.3 Colorimétrie	p 82
<u>VII-CONCLUSION</u>	p 83
<u>VIII-BIBLIOGRAPHIE</u>	p 84

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

RESUME :

Le daltonisme est la forme la plus fréquente des dyschromatopsies (environ un homme sur dix dans les pays occidentaux, et une femme sur deux cents). Il s'agit d'une anomalie génétique récessive liée au sexe, une mutation a lieu sur l'un des gènes codant pour les photopigments des cônes sensibles au rouge ou au vert (iodopsines L ou M).

Son dépistage doit s'effectuer le plus tôt possible dès trois ans; il existe plusieurs outils de dépistage dont les plus fréquemment utilisés sont : le test d'Ishihara et le 100 Hue.

Bien qu'il s'agisse d'une anomalie relativement fréquente, les peintres daltoniens sont difficiles à détecter. Les raisons en sont multiples.

Les facteurs influençant la vision des couleurs sont variés : la lumière, la personnalité du peintre, son âge, l'effet recherché.

L'interprétation de la peinture reste très subjective. Il n'existe pas de sémiologie picturale permettant de reconnaître un daltonien à son œuvre. Le daltonien conscient de ses difficultés va tout mettre en œuvre pour les contourner. Charles Meryon est l'exemple type du comportement du peintre daltonien, prenant conscience de son handicap, il se convertit à la gravure.

Le daltonisme pourrait cependant être un avantage pour la vision crépusculaire. Quoi qu'il en soit, la peinture reste une forme d'expression artistique totalement personnelle. Plus que chromatique, elle est « cosa mentale ».

MOTS CLES :

- Dyschromatopsies.
- Daltonisme.
- Iodopsine.
- Gènes.
- Facteurs influençant la vision des couleurs.
- Peinture.

Dyschromatopsia and pictorial art.

SUMMARY :

The most frequent colour deficiency is Daltonism (one in ten for men, one in two hundred for women in western countries).

It's a matter of recessive genetic anomaly connected with sex, a mutation occurs in one of the genes coding photopigment cones sensitive to red or green (iodopsine L or M).

Colour blindness screening must be carried out at the earliest, at the age of three years. Tests more used are: Ishihara test and 100 Hue.

Colour-blind painters are hard to detect although it's a frequent anomaly. Many reasons to that: Colours vision depends on various factors: the light, the painter's age and personality, and the artistic purpose.

Painting interpretation remains essentially subjective. There isn't any pictorial semiology to name a colour-blind painter from his work.

Conscious of his handicap the colour-blind will do everything to get round it. Charles Meryon is a good example of a colour-blind painter: He gives up painting for engraving. Some colours deficiencies could be an advantage in dusk conditions.

Whatsoever, painting is a totally personal way of artistic expression. More than chromatic it is « cosa mentale ».

KEY WORDS :

- Dyschromatopsia.
- Iodopsine.
- Colour-blindness.
- Genes.
- Colour perception influent factors.
- Painting.