PERCEPTION ANORMALE DES COULEURS

AUTEUR

Thomas Salmon: Northeastern State University, États-Unis

RÉVISION PAR LES PAIRS

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, États-Unis

CE CHAPITRE INCLUT UNE RÉVISION DE:

- La perception anormale des couleurs
- L'identification des couleurs
- Les anomalies héréditaires de la perception des couleurs

PERCEPTION ANORMALE DES COULEURS

FONCTION V(Λ)

La fonction d'efficacité lumineuse [ou V(λ)] peut être altérée chez les personnes ayant une vision anormale des couleurs. Souvenez-vous que la fonction d'efficacité lumineuse, ou V(λ), est une courbe en cloche avec un large sommet à environ 555 nm. Les courbes V(λ) d'un protanope, deutéranope ou trichromate sont présentées dans la Fig. 6-3 de Schwartz, 2004.

La courbe du protanope (chez qui l'érythrolabe est manquant) est déplacée vers les plus courtes longueurs d'onde. Ce déplacement est dû à l'absence d'afférence de l'érythrolabe, sensible aux plus longues longueurs d'onde.

La courbe du deutéranope (chez qui le chlorolabe est manquant) est quasi-normale puisque l'afférence du cône M (chlorolabe) est moins importante pour la fonction V(λ) que celle du cône L.

Puisque les protanopes ont une sensibilité réduite pour les longues longueurs d'onde, comparativement aux trichromates normaux, les lumières rouges paraissent plus faibles ou moins saturées par rapport aux trichromates normaux. Les trichromates protanormaux présentent un changement similaire à celui des protanopes, quoique moindre. Les trichromates deutéranormaux ont une fonction V(λ) presque normale.

PERCEPTION ANORMALE DES COULEURS (SUITE)

DISCRIMINATION DES LONGUEURS D'ONDE

La discrimination des longueurs d'onde pour une personne ayant une perception anormale des couleurs est illustrée dans la Fig. 6-4 de Schwartz, 2004. La fonction normale de discrimination des longueurs d'onde (la capacité de détection des petits changements de longueur d'onde) est une courbe en forme de W, avec des sensibilités maximales à environ 500 et 600 nm. Les protanopes et les deutéranopes présentent tous deux une discrimination des longueurs d'onde significativement altérée (Fig. 6-4A):

- Seulement un minimum (longueur d'onde de meilleure discrimination)
- Discrimination des longueurs d'onde fortement diminuée aux autres longueurs d'onde (des valeurs plus élevées)
- Pas de discrimination des longueurs d'onde (essentiellement monochromatique) au-delà d'environ 545 nm.
- Associez ces informations aux caractéristiques d'absorption spectrale des photopigments des cônes (Figure 24-1 ci-dessous). Si une personne n'a pas les pigments du cône L ou M, elle est essentiellement monochromate au-delà des longueurs d'onde reconnues par le cône S (environ 545 nm). Les monochromates sont incapables de distinguer des longueurs d'onde seulement à partir des information de longueur d'onde. Voir la Fig. 6-5 de Schwartz, 2004.
- Les tritanopes présentent une fonction de discrimination des longueurs d'onde anormale (Voir la Fig. 6-4B de Schwartz, 2004), mais elle est relativement fiable aux longues longueurs d'onde puisqu'ils sont toujours dichromates (normal) à ces longueurs d'onde. Ils sont aussi dichromates aux courtes longueurs d'onde, mais autour de 500 nm, la sensibilité spectrale des cônes M et L est presque identique. Ceci cause une mauvaise discrimination des longueurs d'onde à ces longueurs d'onde.

MÉTHODE DE COLLECTE DE DONNÉES

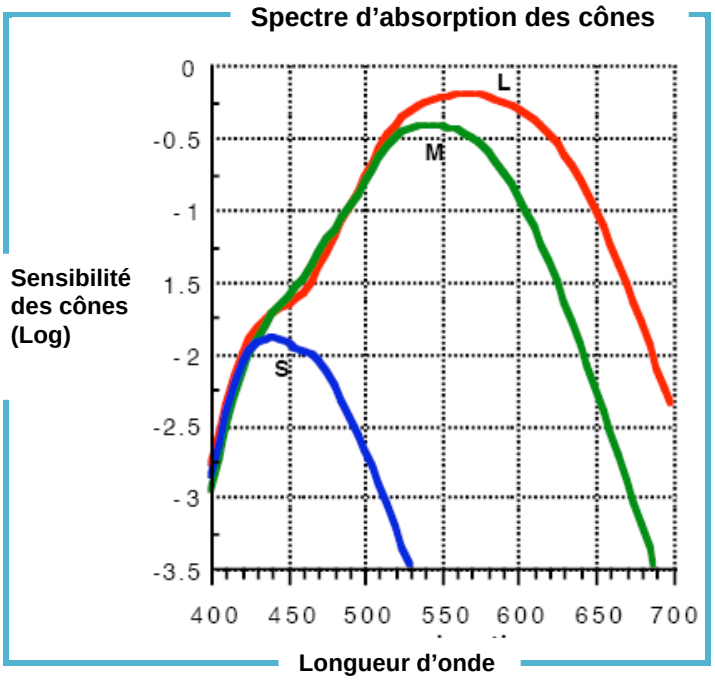

Figure 24-1: *Spectre de sensibilité normal pour les cônes L, M & S*

CONFUSION DES COULEURS

En raison de l'altération de leur capacité à discriminer des longueurs d'onde, les dichromates confondent certaines couleurs. Un patron spécifique de confusion des couleurs caractérise chacun des dichromates. Ceci est illustré par les axes de confusion des couleurs dans le diagramme de chromaticité CIE montré dans la Figure 24-2 et dans la Fig. 6-6 de Schwartz, 2004.

MÉTHODE DE COLLECTE DE DONNÉES (SUITE)

Toutes les couleurs présentes sur le même axe paraissent être la même couleur pour un dichromate. Notez que les axes de confusion des couleurs convergent en un point **co-ponctuel** (points P, D et T, Figure 24-2)

- Le protanope confond des couleurs telles que le bleu-vert (492 nm) avec le rouge (700 nm).
- Le deutéranope confond le bleu-vert (498 nm) avec le mauve-rougeâtre (Voir les figures de Schwartz)

Puisque les protanopes et les deutéranopes sont essentiellement monochromates au-delà de 545 nm, ils partagent un axe de confusion des couleurs allant de 545 nm jusqu'au point co-pontuel en passant par le rouge (600-700 nm). Puisque les protanopes et les deutéranopes confondent facilement le rouge et le vert, les deux anomalies sont souvent représentées comme le daltonisme rouge-vert.

Les tritanopes confondent le violet (400 nm) avec le jaune (570 nm). On parle souvent de daltonisme bleu-jaune.

Notez quelles couleurs paraissent blanches pour les différents dichromates: environ 492 nm pour les protanopes, 498 nm pour les deutéranopes et 569 nm pour les tritanopes. Ces longueurs d'onde sont les **points neutres**.

Q. Croyez-vous qu'il soit sécuritaire de construire un feu de circulation avec les longueurs d'onde dominantes suivantes: rouge (650 nm), jaune (570 nm), vert (550 nm)?

A. _____

L'anomalie des couleurs la plus fréquente est la **deutéranomalie**. Pourquoi serait-il donc mieux de faire des feux de circulation avec une lumière verte bleu-vert plutôt que vert pur?

La confusion des couleurs nous aide à comprendre comment créer un test de vision des couleurs, tel qu'un test pseudo-isochromatique. Créez simplement une figure faite de points dans un ensemble de points. Les points construisant la figure et le fond devraient être faits de couleurs se trouvant sur un axe de confusion des couleurs.

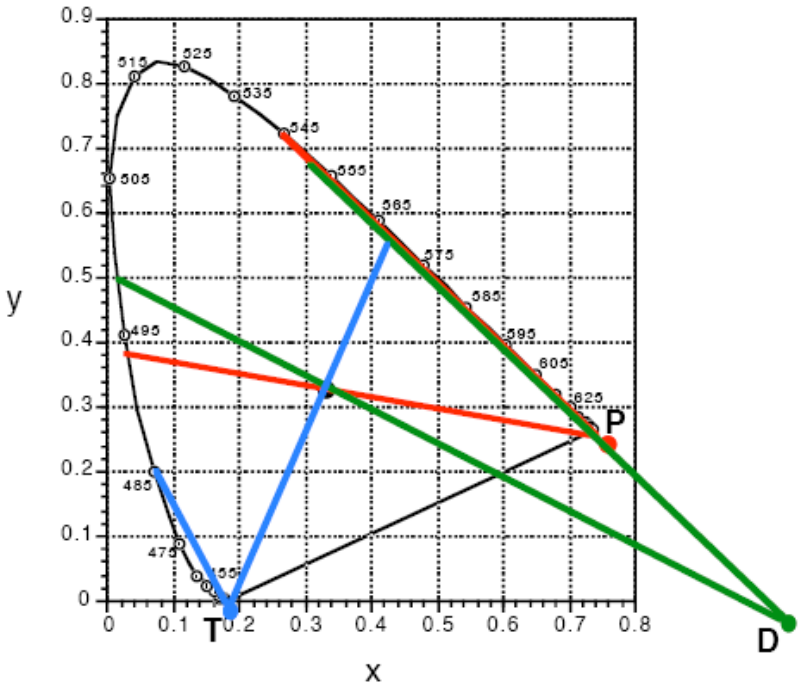

Figure 24-2: *Les points co-ponctuels et quelques-uns des axes de confusion des couleurs. Voir Schwartz pour plus de détails.*

MÉTHODE DE COLLECTE DE DONNÉES (SUITE)

SATURATION SPECTRALE RELATIVE

La figure 6-7A de Schwartz, 2004, montre la saturation relative des différentes longueurs d'onde. Pour un trichromate normal, le jaune (~570 nm) semble être la couleur la moins saturée. La fonction de saturation spectrale relative pour les protanopes et les deutéranopes est déplacée vers les plus courtes longueurs d'onde et la valeur de saturation minimale s'approche de zéro. Cela signifie que ces longueurs d'onde ne peuvent être distinguées du blanc ou du gris.

- Pour le protanope, la fonction de saturation descend à zéro à ~492 nm.
- Pour le deutéranope, elle descend à zéro à ~498 nm.
- Le point neutre pour le tritanope est à ~569 nm.

Les longueurs d'onde où les couleurs paraissent blanches sont appelées le **point neutre** (mentionné ci-haut).

La figure 6-7B de Schwartz, 2004 montre que les trichromates anormaux présentent un déplacement similaire dans leur fonction de saturation relative, mais n'ont pas de point neutre.

IDENTIFICATION DES COULEURS

Les dichromates et les trichromates anormaux peuvent avoir de la difficulté à identifier la couleur des objets puisqu'ils basent leur identification des couleurs sur d'autres facteurs appris par expérience, tel que le contexte, la forme d'un objet, la luminance relative, etc. Par exemple, ils peuvent facilement identifier la couleur de différents fruits.

En absence de ces indices, et lorsqu'ils sont obligés de se baser seulement sur la longueur d'onde, ils feront probablement des erreurs. La figure 6-8 de Schwartz, 2004 montre une bande de couleurs représentant comment le spectre pourrait paraître pour les personnes avec une vision des couleurs normale ou anormale. La largeur des bandes représente l'étendue des longueurs d'onde qui paraissent être la même couleur. Là où la discrimination des longueurs d'onde est la meilleure, les bandes sont étroites.

TRICHROMATE NORMAL

- Spectre complet de violet à rouge
- Deux régions de très bonne discrimination des longueurs d'onde ~500 et 600 nm.

PROTANOPE

- Monochromate au-delà de 545 nm
- Mauvaise saturation des couleurs (presque blanc) autour de 492 nm
- Mauvaise discrimination des courtes longueurs d'onde – toutes semblent bleues
- Le spectre est coupé à environ 650 nm en raison de l'absence de l'érythrolabe

DEUTÉRANOPE

- Monochromate au-delà de 545 nm et mauvaise saturation des couleurs (presque blanc) autour de 498 nm.
- Mauvaise discrimination des courtes longueurs d'onde – toutes semblent bleues.
- Le spectre s'étend jusqu'à 700 nm comme pour les normaux.

La protanomalie se situe entre la trichromatie et la protanopie. La deutéranomalie se situe entre la trichromacie normale et la deutéranopie.

ANOMALIES HÉRÉDITAIRES DE LA PERCEPTION DES COULEURS

- Les anomalies protan et deutan (rouge-vert) sont transmises de façon récessive sur le chromosome X
- Le défaut sera exprimé seulement lorsque deux chromosomes X'X' sont présents (femme; rare) ou si le chromosome X' est associé avec un chromosome Y (X'Y; homme, plus commun).
- Ainsi, les anomalies des couleurs rouge-vert affectent majoritairement les hommes (8% des hommes), alors que l'incidence chez les femmes est d'environ 0.4%.
- Bien que l'anomalie n'est pas exprimée chez une femme avec un génotype X'X, elle peut encore la transmettre à ses enfants.
- Tous les hommes qui ont hérité d'une anomalie des couleurs ont hérité du gène anormal de leur mère

Révisez la figure 6-9 de Schwartz, 2004, dans le but d'être capable de prédire le patron d'hérédité de chaque cas.

Parmis les quatre anomalies rouge-vert (protanopie, deutéranopie, protanomalie, deutéranomalie), la plus commune est la deutéranomalie (incidence de 5% chez les hommes). Les autres ont une incidence de 1% chacune (Tableau 6-2 de Schwartz, 2004).

La tritanopie et la tritanomalie héréditaires sont très rares (incidence de 0.005% chez les hommes) et se transmettent de façon autosomale dominante.

ACHROMATOPSIE

Dans cette atteinte, les patients n'ont aucune perception des couleurs et ont aussi habituellement d'autres anomalies visuelles sévères incluant une faible acuité visuelle, du nystagmus et de la photophobie. Il en existe différents types:

- **Monochromatie par bâtonnets** (achromatie typique) – Atteinte héréditaire très rare (autosomal récessive) caractérisée par la présence de bâtonnets seulement. Le patient aura une faible acuité visuelle, du nystagmus, de la photophobie et une perception anormale des couleurs
- **Monochromatie du cône bleu** (dysfonction des cônes congénitale incomplète ou monochromatie des cônes) – atteinte héréditaire rare (récessive liée au chromosome X), le patient a des bâtonnets et des cônes S seulement
- **Monochromatie du cône vert** – le patient a des bâtonnets et des cônes M seulement. Très rare.
- **Monochromatie du cône rouge** – le patient a des bâtonnets et des cônes L seulement. Très rare.

LECTURES RECOMMANDÉES/OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004