

L'œil et la vision des couleurs - CRDP de Poitou-Charentes

La perception des couleurs est liée à notre vision.

Voir un objet et percevoir sa couleur, voir en couleurs tout notre environnement, **c'est recevoir et analyser dans nos yeux la lumière provenant de cet objet ou de notre environnement.**

L'anatomie de l'œil

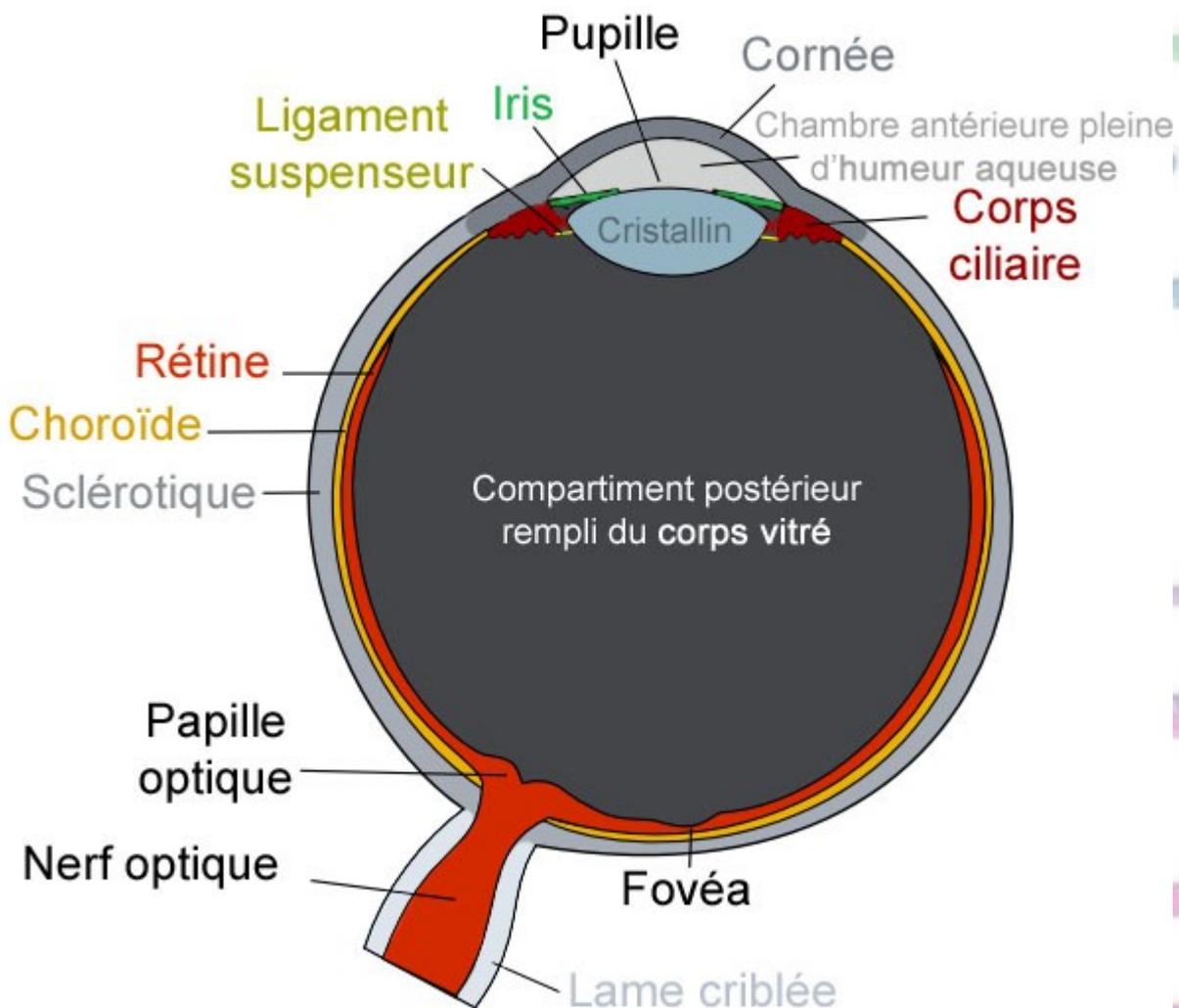


Schéma extrait de wikipedia.org

L'œil est l'organe de la vision. Il permet à un être vivant de «voir», c'est à dire d'analyser la lumière visible pour interagir avec son environnement.

L'œil s'adapte à la lumière ambiante. On peut ainsi percevoir avec une sensibilité équivalente en plein soleil ou sous la lumière de la pleine lune. Cette facilité d'adaptation provient de l'écartement de l'iris à la manière d'un zoom d'appareil photo.

Les tissus de l'œil

L'œil humain est constitué d'un globe oculaire, comportant :

- **La cornée** : partie extérieure du globe oculaire. Elle a l'aspect d'une lentille transparente et constitue le hublot de l'œil
- **La sclère ou sclérotique** : membrane blanche, opaque et très résistante, prolongée par la cornée, qui forme le « blanc de l'œil ». Elle en contient la pression interne et le protège contre les agressions mécaniques. En arrière, elle est traversée par le nerf optique et latéralement, par des orifices destinés aux vaisseaux et au nerfs.

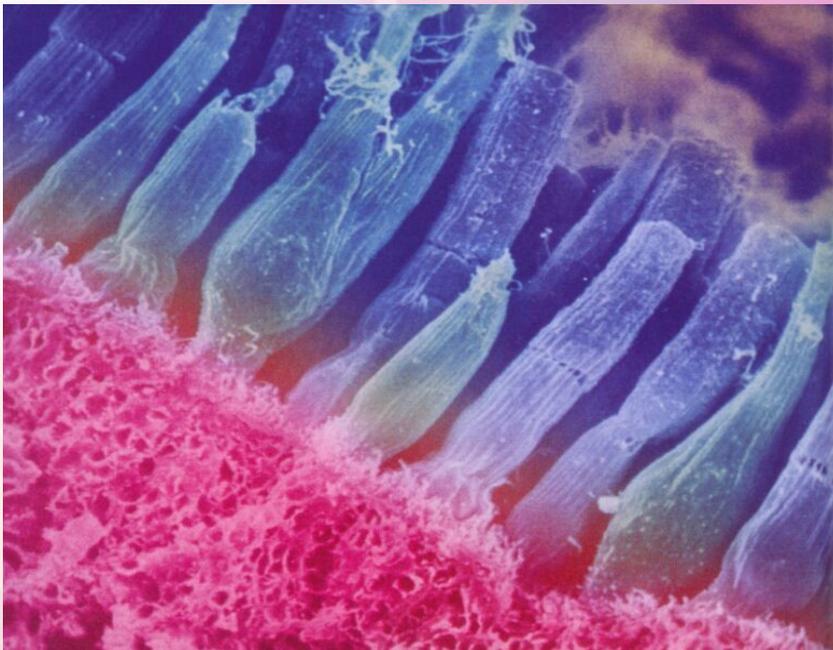
Les annexes de l'œil

- **L'orbite** : cavité osseuse recouverte d'une membrane fibreuse et élastique (la périorbite) qui protège le globe oculaire.
- **Les muscles oculomoteurs** : au nombre de 6 chez l'humain, ils permettent le déplacement du globe oculaire de droite à gauche et de haut en bas.
- **La paupière** : membrane permettant une isolation plus ou moins importante du rayonnement lumineux, le renouvellement du film de larmes et le nettoyage de la cornée. Elle assure aussi la protection de cette dernière grâce à un clignement réflexe.
- **La glande lacrymale** : située en haut et en dehors, elle secrète 60 % de nos larmes.

La perception de la couleur

Le mécanisme de perception des couleurs est un processus physiologique complexe. L'œil transforme la lumière en sensation colorée grâce à la rétine.

La rétine de l'œil comporte des cellules en forme de bâtonnets et de cônes, qui fonctionnent comme des récepteurs sensibles à la lumière et à ses radiations colorées. Ils



transforment l'énergie lumineuse en petites impulsions nerveuses et les transmettent au cerveau qui décode l'information et identifie l'intensité lumineuse (faible ou forte) et les couleurs reçues.

Cônes et bâtonnets formant la rétine de l'œil au microscope électronique à balayage.

(Visuel extrait de intrage.insa-toulouse.fr)

- **Les bâtonnets**

Les bâtonnets sont les cellules sensibles à l'intensité lumineuse c'est-à-dire au degré de luminosité. En revanche, ils ne sont pas sensibles aux ondes colorées de la lumière. Ainsi, dans un environnement faiblement éclairé ou au clair de lune, les objets paraissent grisâtres.

- **Les cônes**

Les cônes sont les cellules qui réagissent aux ondes colorées de la lumière. Il existe trois sortes de cônes, chacune sensible à une des couleurs de base : Les cônes appelés « **S** » sont plutôt sensibles aux bleus, les cônes « **M** » plutôt aux verts et les cônes « **L** » plutôt aux rouges.

Ainsi, une lumière arrive sur la rétine et « excite » les cônes. Chaque type de cônes (**S**, **M** ou **L**) réagit en fonction de la composition de la lumière reçue. L'ensemble de ces signaux va être interprété par le cerveau pour y faire correspondre une couleur.

Exemple : Une lumière qui « excite » les cônes **M** et **L**, sensibles aux **verts** et aux **rouges** va être interprétée par le cerveau en couleur **jaune**, puisque le mélange des couleurs vert et rouge donne la couleur jaune.

Combien de couleurs distingue-t-on?

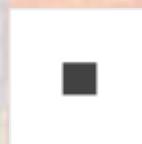
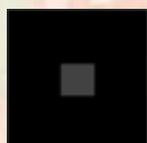
La seule valeur scientifique que nous pouvons obtenir provient de la Compagnie Internationale de l'Eclairage (CIE), l'institut de référence pour l'étude des couleurs, qui a commencé ses travaux entre les deux guerres et estime à 300 000 le nombre de nuances perceptibles.

Les conditions de la vision des couleurs

L'œil ne voit pas toujours la même couleur de la même manière. L'environnement a une forte influence sur notre vision. La perception des couleurs est souvent faussée parce que l'œil a tendance à "mesurer" et à évaluer la couleur d'un objet en fonction de la scène qui l'entoure. La perception des couleurs tient compte aussi des **contrastes**.

Le contraste de luminosité

L'œil s'adapte à l'intensité lumineuse moyenne d'une scène. Dans un environnement très clair, la pupille se ferme pour "réguler" le flux de lumière reçu. Dans l'obscurité, la pupille s'ouvre plus. Conséquence : la même couleur est perçue plus foncée sur un fond clair que sur un fond sombre. Le carré central semble d'un gris plus foncé à droite qu'à gauche.
(Visuels extraits de pourpre.com)



Le contraste de saturation

L'œil évalue la vivacité d'une couleur en fonction de la scène environnante. Une même couleur semble plus pâle si elle est entourée de couleurs soutenues que si elle est isolée dans un ensemble plus fade.

Le carré central paraît être d'un vert plus vif à droite qu'à gauche.



(Visuels extraits de pourpre.com)

Le contraste de teinte

L'œil estime également la teinte d'une couleur en fonction des teintes environnantes. Un même jaune paraît froid s'il est entouré de couleurs chaudes, et inversement.

Le "V" de gauche paraît bleu car entouré par du vert, mais à droite, plutôt vert car entouré de bleu.



(Visuels extraits de pourpre.com)

Le contraste simultané

Ce type de contraste fait intervenir les couleurs complémentaires. Quand l'œil voit une teinte, il « exige » simultanément sa couleur complémentaire. De fait, deux couleurs complémentaires juxtaposées vont se renforcer l'une l'autre.

Le damier rouge ressort plus à droite qu'à gauche parce que le cyan est complémentaire du rouge.



(Visuels extraits de pourpre.com)

Le contraste simultané explique aussi qu'un gris, un blanc ou un noir semblent légèrement teintés de la couleur complémentaire à celle qui leur est voisine.

A gauche, les rayures grises semblent froides, bleuâtres, car elles côtoient des rayures rouges (chaudes). Le gris semble être teinté de la couleur complémentaire du rouge: le cyan. A droite, ces mêmes rayures grises paraissent rosâtres car elles sont accolées à des rayures bleues (froides).



(Visuels extraits de pourpre.com)

Rappel

La couleur n'est pas la composante propre d'un objet. Elle dépend de la composition de la lumière qui l'éclaire. L'objet ne réagira pas de la même manière à la lumière du soleil et à celle diffusée par un néon. Un papier peint choisi dans un magasin pourra présenter une teinte différente une fois posée dans une pièce.

Une pathologie de l'œil, le daltonisme

Le daltonisme est une anomalie dans laquelle un ou plusieurs des trois types de cônes de la rétine, utilisé pour la vision en couleur, est déficient. Un daltonien est une personne atteinte de ce désordre.

Il s'agit le plus généralement d'une anomalie génétique, mais elle peut se produire en cas de lésion nerveuse, oculaire, cérébrale, ou être due à certaines substances chimiques. Le daltonisme est détecté dès l'âge de trois ans. Il n'évolue pas au cours de la vie et n'est pas considéré comme une maladie.

Pour la petite histoire...

Le nom scientifique de la maladie est **dyschromatopsie**, mais elle est généralement connue d'après le nom de son découvreur, le chimiste anglais **John Dalton**. Il a en effet publié le premier article scientifique sur ce sujet en 1794, « *Faits extraordinaires à propos de la vision des couleurs* », à la suite de la réalisation de sa propre déficience.

Les caractéristiques de cette anomalie

Il existe plusieurs formes de cette déficience, la plus fréquente étant la confusion du vert et du rouge. Les autres formes de daltonisme sont plus rares, comme la confusion du bleu et du jaune, la plus rare de toutes étant la déficience totale de vision des couleurs, où le sujet ne perçoit que des nuances de gris.

La déficience **rouge-vert** atteint principalement le sexe masculin, les gènes commandant les récepteurs de ces couleurs se situant sur le chromosome X que les hommes possèdent en un seul exemplaire (XY) et les femmes en deux (XX).

Les femmes ne sont daltoniennes que si leurs deux chromosomes X sont déficients tandis que les hommes sont atteints dès lors que leur seul chromosome X l'est.

Le daltonisme **rouge-vert** est transmis d'un homme atteint à travers ses filles (qui sont les porteurs sains) jusqu'à ses petits-enfants mâles. Ses propres fils ne seront pas affectés étant donné qu'ils reçoivent son chromosome Y et pas son chromosome X déficient.

La déficience du bleu (**tritanopie**) est répartie équitablement entre hommes et femmes : le gène codant les informations du récepteur du bleu est situé sur le chromosome 7.

Les statistiques varient d'un pays à l'autre. En France, la proportion de daltoniens est d'environ 8% chez les hommes et 0,45% chez les femmes.

Bien que rare, le daltonisme complet (vision monochrome en nuances de gris) est très commune sur l'île de Ponape en Micronésie dans le Pacifique : près d'un douzième de la population en est affectée...

Deux types de déficience rouge - vert :



*Vision normale
(Visuel extrait de
tpecouleurs.free.fr)*

- **Deutéranopie** : absence des cônes « M » de réception du vert dans la rétine. Les personnes affectées sont incapables de faire la différence entre le rouge et le vert. **C'est la forme la plus commune de daltonisme**, celle-là même qui a été diagnostiquée chez John Dalton et confirmée en 1995, plus de 150 ans après sa mort, par analyse de l'ADN prélevé sur un de ses globes oculaires conservé. Les autres formes de déficience des couleurs ne sont des daltonismes que par abus de langage.



*Vision d'un deutéranope
(Visuel extrait de tpecouleurs.free.fr)*

- **Protanopie** : absence des cônes « L » de perception du rouge. Cette couleur devient indétectable par le sujet.



*Vision d'un protanope
(Visuel extrait de tpecouleurs.free.fr)*

La déficience du bleu

- **Tritanopie** : absence des cônes « S » de perception du bleu.



*Vision d'un tritanope
(Visuel extrait de tpecouleurs.free.fr)*

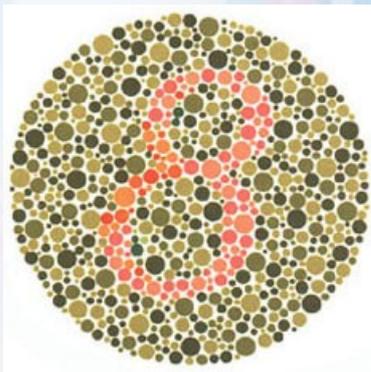
Les tests de dépistage

Plusieurs types de test sont pratiqués pour le dépistage. Les daltoniens ne percevant pas une ou plusieurs couleurs, on utilise donc des tests basés sur les couleurs qui ne sont pas perçues. On en recense plusieurs dizaines, dont le plus connu est le **test d'Ishihara**.

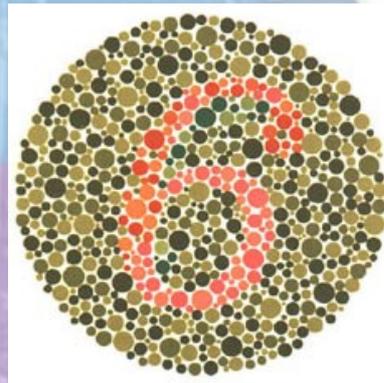
Inventé en 1917 par Shinobu Ishihara, un ophtalmologue japonais, ce test est un recueil de 38 planches qui représentent des groupes de points de couleurs. Un chiffre ou un nombre est inclus dans chaque image sous la forme d'une série de points d'une couleur légèrement différente du reste de l'image. Ce nombre peut être vu avec une vision complète des couleurs, mais pas lorsque l'on possède une telle anomalie.

Chaque nombre teste une déficience chromatique précise et, à l'inverse, l'ensemble de ces tests permet de déterminer le type de la déficience chromatique.

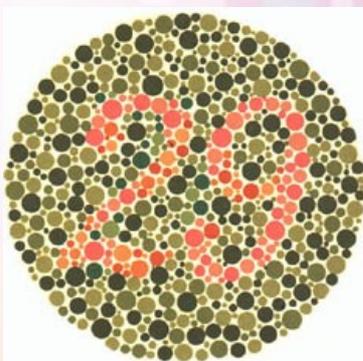
Exemple de planches du test d'Ishihara (Visuels extrait de daltoniens.free.fr). Ces planches explorent la même confusion colorée. Théoriquement, des chiffres différents de ceux perçus par les sujets normaux sont visibles en cas de déficience rouge-vert.



*Vision normale : 8
Déficience rouge-vert : 3*



*Vision normale : 6
Déficience rouge-vert : 5*



*Vision normale : 29
Déficience rouge-vert : 70*

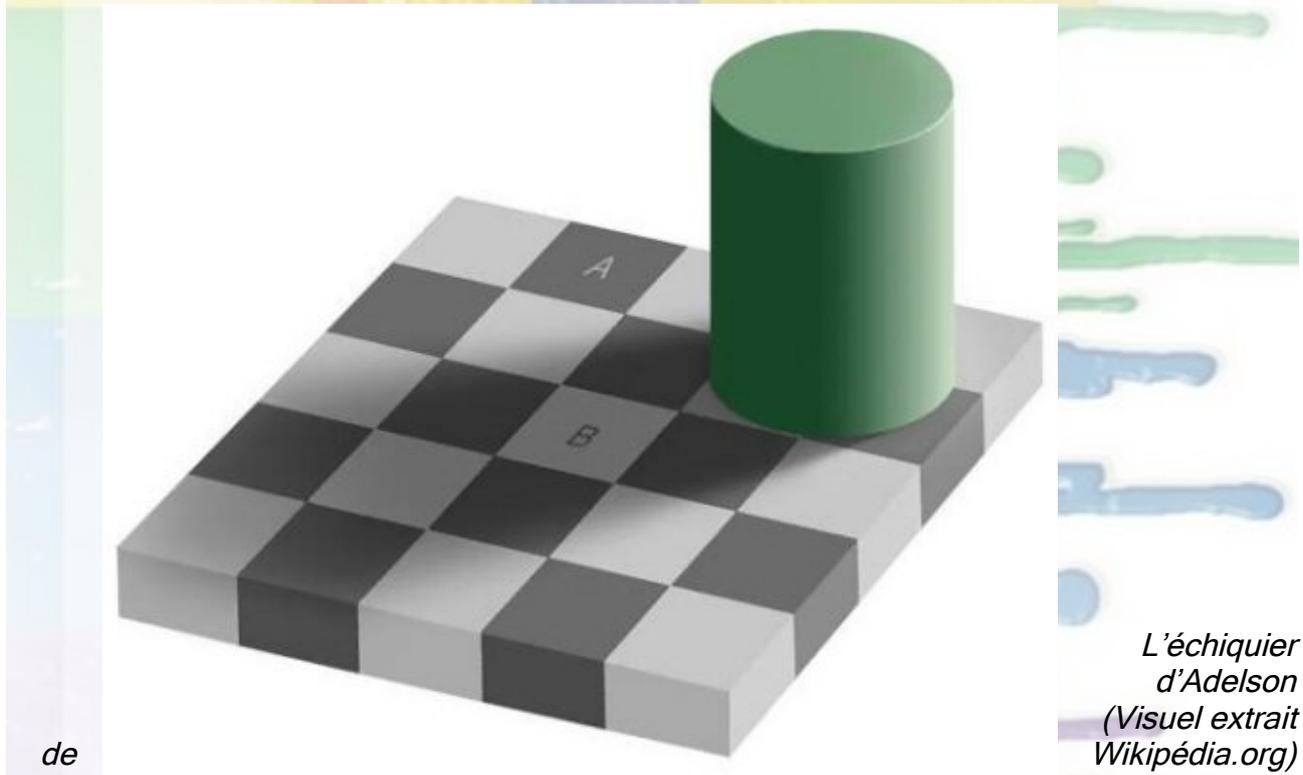


*Vision normale : 57
Déficience rouge-vert : 35*

Les illusions d'optique et de couleurs

L'illusion d'optique se rapporte à tout phénomène qui trompe le système visuel humain (sensation par l'œil et perception par le cerveau) en laissant croire quelque chose qui n'est pas présent ou erroné. Les illusions d'optiques peuvent survenir naturellement ou être créées par des astuces visuelles.

L'échiquier d'Adelson



Sur cet échiquier, les cases **A** et **B** semblent de couleurs différentes. Elles sont pourtant du même gris.

La couleur d'une zone est évaluée par rapport aux couleurs environnantes. Ainsi, la case **A** donne la sensation d'être plus foncée parce qu'elle est entourée de couleurs plus claires. Au contraire, la case **B** donne l'impression d'être plus claire parce qu'elle est entourée de couleurs plus foncées. Il faut ajouter à cette illusion le dégradé de l'ombre portée qui permet une transition de l'espace éclairé vers l'ombre.

L'effet Stroop

Il ne s'agit pas d'une illusion à proprement parler, mais c'est une expérience qui montre comment le cerveau analyse les couleurs parallèlement au langage écrit.

Expérience

Il s'agit d'un ensemble de noms de couleurs classiques (rouge, vert, jaune, bleu...) inscrits sur une page. Ces mots sont colorés. L'intérêt est de nommer les couleurs de ces mots, et non pas les mots eux-mêmes.

Le tableau ci-dessous présente 25 mots. Chaque mot est coloré de sa propre couleur : le mot "rouge" est inscrit en rouge, le mot "bleu" est inscrit en bleu, etc. L'intérêt consiste à mesurer le temps nécessaire pour citer les 25 couleurs.

ROUGE	VERT	BLEU	JAUNE	ROSE
ORANGE	BLEU	VERT	BLEU	BLANC
VERT	JAUNE	ORANGE	BLANC	BLEU
BRUN	ROUGE	BLEU	JAUNE	VERT
ROSE	JAUNE	VERT	BLEU	ROUGE

Le second tableau ci-dessous présente aussi des noms de couleurs colorés. En revanche, le nom et la couleur ne concordent plus. Par exemple, le mot "rouge" est écrit en bleu, le mot "blanc" est écrit en vert, etc. Le principe reste le même : il faut nommer la couleur du mot et pas le mot lui-même en disant "bleu" si le mot "rouge" est écrit en bleu.

ROUGE	VERT	BLEU	JAUNE	ROSE
ORANGE	BLEU	VERT	BLEU	GRIS
VERT	JAUNE	ORANGE	BLEU	GRIS
BRUN	ROUGE	BLEU	JAUNE	VERT
ROSE	JAUNE	VERT	BLEU	ROUGE

Explication

Il y a deux théories expliquant les résultats de cette expérience :

Théorie de la vitesse d'analyse: il y a interférence parce que les mots sont lus plus vite que ne sont nommées les couleurs.

Théorie de l'attention sélective : l'interférence surgit parce qu'il faut plus d'attention pour nommer les couleurs que pour lire les mots.