# ILLUSIONS, MASQUAGE ET PERCEPTION DES MOUVEMENTS

## 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:

- Site web d'oeuvres d'illusion
- Masquage
- Perception des mouvements
- Autres sujets de perception des mouvements

## SITE WEB D'OEUVRES D'ILLUSION

Plusieurs illusions démontrent que ce que nous voyons n'est pas seulement le résultat de l'image rétinienne. Ce que nous percevons dépend de l'interprétation et du traitement des images rétiniennes par le système visuel. Les ombrages, la constance de la taille, ainsi que les connaissances ultérieures et d'autres facteurs jouent un rôle important dans la perception visuelle.

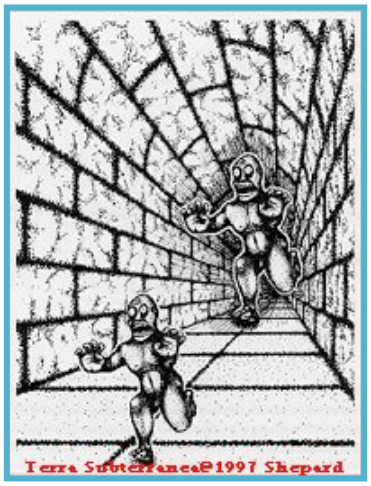


***Figure 20-1:*** *Illustration de la constance de la taille*

# SITE WEB D'OEUVRES D'ILLUSION (SUITE)

Les illusions de la constance de la taille démontrent à quel point notre système visuel modifie les données brutes de l'image rétinienne. L'illusion de la lune (Schwartz, Fig. 10-8) est un bon exemple de l'illusion de la constance de la taille. Vous devriez être capable d'expliquer l'illusion de la constance de la taille de la figure à gauche, tirée du site web d'oeuvres d'illusion suivant (http://www.illusionworks.com).

# MASQUAGE

Dans l'étude de la perception visuelle, le **masquage** est le phénomène par lequel la présence d'une image (le masque) réduit la visibilité d'une autre image (la cible). Le masque peut être présent en même temps que la cible (masquage simultané), et sa présence réduit la sensibilité du système visuel, ce qui rend la cible plus difficile à voir. Schwartz, 2004, mentionne l'exemple du phénomène de l'interaction des contours (ou «crowding») chez les patients amblyopes. Un patient amblyope a plus de difficulté à lire une lettre si elle est entourée par d'autres lettres, alors qu'une lettre isolée peut être lue plus facilement.

Dans certaines expériences, le masque est présent juste avant la cible, rendant ainsi la cible plus difficile à voir. On nomme ceci du **masquage antérieur**. Le **paramasquage** en est un exemple et consiste en l'apparition du masque juste avant la cible, et légèrement de côté. La cible sera légèrement plus dure à voir à cause de l'effet de masquage.

Dans certains cas, un masque présenté après la cible peut rendre cette dernière plus dure à voir. On nomme ceci du **masquage postérieur**. Le **métacontraste** est un exemple de masquage postérieur et consiste en l'apparition de la cible en premier, puis du masque, déplacé légèrement d'un côté. Bien qu'il soit présenté aprés la cible, le masque affecte sa visibilité. Comment est-ce possible? Consultez Schwartz, 2004, pour trouver la réponse à cette question.

D'autres exemples de masquage sont les adaptations visuelles («**after-effects**»), tels que la figure de l'ampoule («light-bulb») sur le site web des oeuvres d'illusion ou encore l'adaptation au mouvement («**motion after-effect**»). Si le système visuel s'adapte à un certain stimulus en le fixant pour un certain temps, sa sensibilité diminue pour le stimulus, et la perception opposée est renforcée. Un autre exemple est l'illusion des chutes d'eau («**waterfall illusion**»). Lorsqu'on regarde des chutes d'eau pour un certain temps, et qu'on regarde un paysage par la suite, le paysage semble bouger vers le haut.

**Q. Comment expliqueriez-vous l'illusion des chutes d'eau?**

**R.** _____

# PERCEPTION DES MOUVEMENTS

## SITE WEB DE LA PERCEPTION DES MOUVEMENTS

*Le site web de la perception des mouvements (http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/George_Mather/Motion/), créé par George Mather (University of Sussex, Angleterre) fournit un bon résumé, bien qu'un peu compliqué, de la perception des mouvements (Fig. 20-2). Dans l'introduction, il mentionne que la perception des mouvements dépend de notre habileté à détecter des changements de l'illumination rétinienne selon le temps et l'espace.*

Le mouvement cause évidemment un changement spatial de l'image rétinienne. Cela signifie que l'image se déplace à un endroit différent sur la rétine (changement spatial). De plus, les sites rétiniens qui reçoivent l'image subiront un changement d'intensité en fonction du temps (changement temporal). Le système visuel ne doit alors pas seulement détecter des changements de location, mais doit aussi interpréter le changement de l'éclairement en fonction du temps, à des endroits spécifiques sur la rétine. En considérant l'illusion du lézard en mouvement, un déplacement vers la droite semblait associé avec:

- Une augmentation de l'intensité du côté droit du bord
- Une diminution de l'intensité du côté gauche du bord

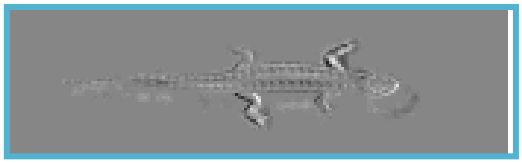

***Figure 20-2:*** *Exemple d'un lézard en mouvement tiré du site web de la perception des mouvements par George Mather*

# PERCEPTION DES MOUVEMENTS (SUITE)

Le système visuel doit ainsi interpréter l'information spatiale en terme de gradient de contrastes; c'est-à-dire, est-ce que l'éclairement rétinien augmente ou diminue à un endroit spécifique sur la rétine? Voici une citation tirée du site web:

> *Cette représentation [illustrée dans la figure 20-1, ci-haut] isole effectivement les parties de l'image qui contiennent du mouvement. Toutefois, afin de coder la direction du mouvement, nous devons combiner l'information du changement temporal avec celle du changement spatial de l'intensité le long des bords de l'image. En se référant aux deux cadres de films ci-haut, nous pouvons voir que l'augmentation de l'intensité selon le temps provient des régions de l'image qui contiennent des bords spatiaux qui sont lumineux du côté gauche et sombres du côté droit (ex.: le museau). Les diminutions avec le temps ont été associées avec des bords de polarité de contraste opposé. Ces appariements espace-temps correspondent à un mouvement de gauche à droite. Une inversion de la polarité soit dans le signal temporel ou spatial correspond à un mouvement dans la direction opposée.*

Cela était bien illustré sur la page du mouvement apparent à quatre temps. L'animation est composée de six cadres montrant une moto qui avance dans les cadres 1, 2 et 3. Après une diapositive de transition (Cadre 4), les cadres 5, 6 et 7 se mettent en jeu. Ces derniers sont semblables aux cadres 1, 2 et 3 respectivement, à l'exception de l'inversion des parties noires et blanches des images (Fig. 20-3 ci-dessous). Puisque le contraste noir/blanc aux bords est inversé, ceci inverse également la direction perçue du mouvement. Par conséquent, bien que l'image se déplace effectivement vers l'arrière dans les cadres 3 à 5, elle semble se déplacer vers l'avant. La moto semble donc être en mouvement continu vers l'avant.

***Figure 20-3:*** *Contraste et inversion du mouvement*

Le mouvement contribue significativement à notre perception de la profondeur, tel qu'illustré par **l'effet cinétique de profondeur** et par le **mouvement biologique**. Des preuves scientifiques indiquent que le mouvement biologique est traité par des neurones spécialisés dans le cerveau (Schwartz, 2004, p. 219).

## SCHWARTZ, 2004, RÉVISION DU CHAPITRE 9

La perception des mouvements est basée sur les principes de la vision temporelle. Afin de percevoir le mouvement, le stimulus doit démontrer un changement spatio-temporel de l'image rétinienne:

- Un changement de l'éclairement rétinien en fonction du temps pour un emplacement particulier sur la rétine
- Un décalage spatial de l'image à un emplacement différent sur la rétine

Par exemple, lorsqu'on observe une balle de baseball en vol dans l'espace, son image passe par un emplacement rétinien, créant un changement rapide de l'illumination de la rétine à cet endroit (changement temporel). Puis, son image apparaît sur un emplacement adjacent de la rétine (changement spatial). Il en va de même pour chaque objet en mouvement que nous voyons.

Pour la vision fovéale, sous les meilleures conditions de visibilité, la vitesse minimale pour la perception des mouvements est un mouvement angulaire d'environ 1-3 minutes d'arc par seconde. Cela peut varier considérablement en fonction des conditions d'examination.

# PERCEPTION DES MOUVEMENTS (SUITE)

## MOUVEMENT STROBOSCOPIQUE OU MOUVEMENT ILLUSOIRE

Il est possible de créer une illusion de mouvement en faisant clignoter séquentiellement l'image d'un objet à deux emplacements adjacents de la rétine. Cela satisfait aux exigences de la perception du mouvement énumérées ci-haut. On parle alors de **mouvement stroboscopique**, ou de **phénomène phi**.

Cela est illustré dans la figure 9-1 de Schwartz, 2004. Un flash de lumière survient, puis un autre flash de lumière survient à côté. Si la deuxième image survient à 60-200 msec après la première, elle produira l'illusion d'un mouvement. Ce principe est utilisé afin de créer une apparence de mouvement dans les enseignes lumineuses ou les néons. Ceci est aussi la base pour les films, la télévision et les images générées par ordinateur. Une image est décalée dans l'espace à un emplacement adjacent de la rétine avec ces paramètres temporels.

Une bonne démonstration du mouvement stroboscopique peut être trouvée sur le site web «Joy of Visual Perception». Consultez le lien suivant: http://www.yorku.ca/eye/balls.htm

## ADAPTATION AU MOUVEMENT («AFTER-EFFECT» DU MOUVEMENT)

Si une personne fixe un patron en mouvement, le système visuel s'adapte au mouvement. Si le patron arrête soudainement de bouger, les bandes stationnaires paraîtront se déplacer dans la direction opposée. Ceci illustre les principes du masquage et de l'adaptation, tel qu'expliqué dans le chapitre 8 de Schwartz. Ceci est un autre exemple d'une **adaptation au mouvement**, et il y en a plusieurs autres sur le site web des oeuvres d'illusion. Un autre exemple est celui de la chute d'eau, tel que mentionné ci-haut.

Il est intéressant de noter que l'adaptation au mouvement est *transférée binoculairement*. Si vous observez la cible avec un œil, vous pouvez avoir un effet d'adaptation avec l'autre œil! Ceci prouve l'existence de détecteurs spécialisés de mouvement au sein du cortex visuel ou de centres supérieurs dans le cerveau. Vous devriez vérifier ce principe en effectuant la démonstration de l'adaptation au mouvement, disponible sur le site web, de façon monoculaire et en vérifiant si l'effet est bel et bien visible avec l'autre oeil.

## VOIE MAGNOCELLULAIRE

Des études démontrent que certaines régions du cortex visuel et des centres d'ordre supérieur se spécialisent dans l'analyse du mouvement. Elles reçoivent l'afférence primaire des **voies magnocellulaires**, qui sont des voies neuronales importantes pour la vision temporelle et la perception du mouvement. Les voies magnocellulaires débutent au niveau des cellules ganglionnaires qui reçoivent surtout un signal afférent des cônes de la rétine périphérique. Cette voie est distincte d'une autre voie – la **voie parvocellulaire** – qui traite principalement l'information venant de la fovéa. Les voies magno et parvocellulaires voyagent en parallèle de la rétine, à travers le CGL, puis jusqu'au cortex visuel. À cet endroit, l'information visuelle semble être traitée par une aire située dans le lobe pariétal, connue sous le nom d'**aire temporale médiane (MT)**, ou encore d'aire **V5**. La voie du cortex visuel primaire (V1) à V5 est connue sous le nom de voie pariétale et est importante pour la perception du mouvement.

Les neurones magnocellulaires dans la rétine (couche des fibres nerveuses) sont ceux qui sont les plus susceptibles aux dommages glaucomâteux. Ceci explique pourquoi les tests visuels qui mettent l'emphase sur les fonctions magnocellulaires, tel que le scintillement (ou flicker) de haute vitesse, la sensibilité temporelle ou le mouvement, peuvent être utilisés pour dépister le glaucôme.

# PERCEPTION DES MOUVEMENTS (SUITE)

## CINÉMATOGRAMMES À POINTS ALÉATOIRES

La perception des mouvements a été étudiée en utilisant des patrons sinusoïdaux qui se déplacent à différentes vitesses à travers un écran. C'est une forme de mouvement relativement simple, puisque ça implique un changement de l'illumination rétinienne à un seul et même endroit, ou encore le déplacement d'une image simple d'un endroit à un autre sur la rétine. On nomme cela **mouvement de premier ordre**.

Un type de mouvement plus complexe a été étudié à l'aide des **cinématogrammes de points aléatoires** (Fig. 20-4). Ces derniers sont illustrés dans les figures 9-3 et 9-4 de Schwartz, 2004. Les stimuli comprennent plusieurs petits points qui bougent selon des directions aléatoires, sauf pour un sous-ensemble qui se déplace selon une direction commune. Les points qui se déplacent ensemble ont une **cohérence du mouvement**. Afin de tester le **seuil de cohérence du mouvement** d'une personne, le pourcentage de points qui bougent de manière cohérente est augmenté graduellement jusqu'à ce que le sujet perçoive le sous-ensemble des points qui se déplacent dans la même direction.

Afin de percevoir la cohérence du mouvement, le système visuel doit intégrer le mouvement perçu de plusieurs points à différents endroits en un même mouvement commun. Cela est plus complexe que le mouvement de premier ordre. On nomme ceci **perception du mouvement global** ou encore **mouvement de second ordre**. L'introduction du site web de la perception du mouvement illustre et explique bien cela.

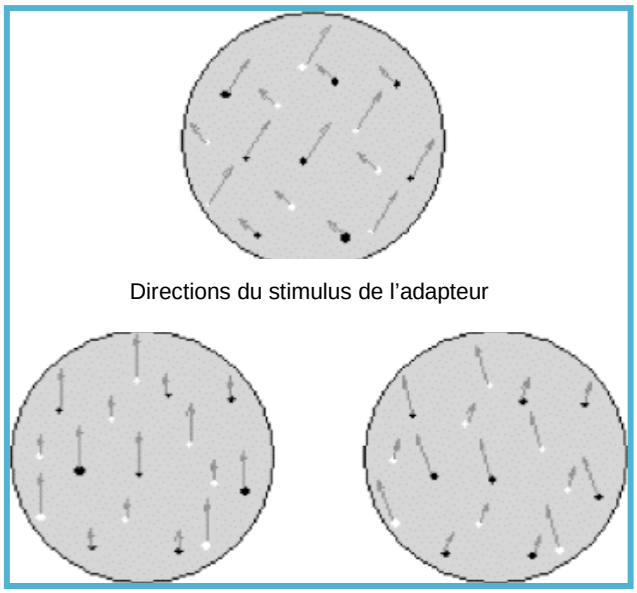


***Figure 20-4:*** *Exemples de cinématogrammes à points aléatoires. (http://www.journalofvision.org/6/12/10/article.aspx)*

Les cinématogrammes à points aléatoires peuvent aussi être utilisés afin de mesurer le seuil de déplacement minimal, ou le mouvement minimal des points qu'une personne puisse détecter, ou encore le seuil de déplacement maximal qui est le déplacement maximal qui permet une perception des mouvements (Schwartz, 2004 Fig. 9-4).

# AUTRES SUJETS DE PERCEPTION DES MOUVEMENTS

Schwartz mentionne des études qui démontrent une différence dans la perception des mouvements en condition photopique et scotopique. «Des études psychophysiques démontrent que les objets semblent bouger plus lentement (environ 25% plus lentement) en condition scotopique (bâtonnets), qu'en condition photopique (cônes).» (Schwartz p. 220)

On mesure normalement l'acuité visuelle à l'aide d'une échelle immobile, mais l'acuité visuelle peut varier lorsque la cible est en mouvement, selon la vitesse à laquelle elle se déplace. Pour les objets qui bougent assez lentement afin de permettre le maintien de la fixation fovéale à l'aide du mécanisme de poursuites lentes, les acuités visuelles dynamique et statique sont à peu près semblables. Pour les mouvements plus rapides, l'acuité visuelle diminue car les yeux ne sont pas capables de maintenir une fixation fovéale adéquate. Cela est illustré dans la figure 9-6 de Schwartz. L'examination et l'entraînement visuel de l'**acuité visuelle dynamique** sont importants pour les athlètes.

Si votre fixation se déplace d'un objet à l'autre, vos yeux effectuent un mouvement oculaire nommé **saccade**. Si vous prenez une photo-vidéo et déplacez rapidement votre regard d'un objet à un autre, la scène entière bouge. Lorsque vos yeux effectuent une saccade, la scène visuelle balaie les rétines, mais vous ne percevez pas son mouvement. Étonnamment, la scène visuelle demeure stable. Cela s'explique par la suppression automatique de l'afférence visuelle des rétines par le système visuel pendant la brève durée de la saccade. On appelle ce phénomène **suppression saccadique**. Cela stabilise la perception visuelle en dépit du mouvement rapide fréquent des yeux.

## PERCEPTION DE LA PROFONDEUR

(Schwartz, 2004 Chapitre 10) – Lisez et étudiez le chapitre 10.

## LECTURES RECOMMANDÉES/OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

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