

2m 11. 2617. 7

Université de Montréal

Les conséquences de la rivalité binoculaire sur deux effets consécutifs
chromatiques

par

Frédéric Gosselin

Département de psychologie

Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Maître ès sciences (M.Sc.)
en psychologie

Mars 1998

© Frédéric Gosselin



3011-2417-9

BF
22
U54
1998
v.019

Université de Montréal

Les conséquences de la rivalité binoculaire sur deux effets consécutifs
chromatiques

par

Frédéric Gosselin

Département de psychologie

Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures

en vue de l'obtention du grade de

Maîtrise en sciences (M.Sc.)

en psychologie



Mars 1998

Frédéric Gosselin

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Les conséquences de la rivalité binoculaire sur deux effets consécutifs
chromatiques
présenté par
Frédéric Gosselin

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Jean-Paul Guilleminot
André Delorme
Jean-Yves Frigon

Mémoire accepté le : 09.06.1998

Sommaire

Notre but premier était de trouver l'emplacement relatif de la rivalité binoculaire par rapport à deux adaptations chromatiques. Une adaptation monoculaire à une plage homogène rouge produit un effet consécutif négatif dans l'œil adapté (N) et un autre positif dans l'œil non adapté (P). Nous avons réalisé une première expérience afin de nous assurer que la force de ces effets consécutifs augmente avec le temps pendant lequel l'information chromatique parvient à leur site. Nous avons présenté, à quatre sujets normaux, une plage homogène rouge à l'un de leurs yeux et une plage homogène noire à leur autre œil pendant 15, 30, 60 et 90 s. Les sujets devaient évaluer—par un procédé d'annulation chromatique—la force des effets consécutifs chromatiques suivants ces conditions de durée d'adaptation. Des régressions polynomiales ont révélé des relations linéaires positives significatives ($p < 0,05$) entre ces deux variables pour tous les sujets et pour les deux effets consécutifs à l'étude. Ensuite, nous avons effectué une seconde expérience. Dans un premier temps, nous avons présenté, pendant 60 s, à l'un des yeux des mêmes quatre sujets que ceux de la première expérience, une plage homogène rouge et, à leur autre œil, tantôt notre stimulus de suppression parvo (un réseau à onde carrée achromatique de 3 cycles/deg), tantôt notre stimulus de suppression magno (des carrés concentriques achromatiques en mouvement d'expansion). Les sujets devaient rapporter le cours de la rivalité binoculaire à l'aide de la méthode de visibilité exclusive. Dans un second temps, nous leur avons présenté des reprises de ce qu'ils avaient vu en rivalité binoculaire. Plus spécifiquement, les périodes de visibilité de la plage rouge en rivalité binoculaire étaient remplacées par la présentation de cette plage rouge

au même œil en suppression permanente ; et les périodes de visibilité du stimulus de suppression étaient remplacées par la présentation de ce stimulus de suppression au même œil en suppression permanente. Pendant les reprises, la durée totale de visibilité du rouge était donc égale à celle des conditions de rivalité binoculaire. En revanche, des analyses de la variance à mesures répétées et des tests post-hoc de Tukey ont révélé que les durées totales de présentation de la plage rouge pendant les reprises étaient significativement plus petites que pendant les conditions de rivalité binoculaire ($p < 0,05$). À la suite de chacune de ces conditions d'adaptation, les sujets ont évalué la force de N et de P. Des analyses de la variance à mesures répétées et des tests post-hoc de Tukey ont montré que la force normalisée des effets consécutifs chromatiques était significativement plus grande pendant les conditions de rivalité binoculaire que pendant les reprises. Qui plus est, une analyse de la variance à mesures répétées a indiqué que la force normalisée des effets consécutifs chromatiques n'était pas significativement différente pendant les conditions de rivalité binoculaire de la seconde expérience et pendant la condition de durée d'adaptation de 60 s de la première expérience. Il semble donc que les deux effets consécutifs chromatiques qui nous intéressent ne soient pas affectés par la rivalité binoculaire. On en conclut que soit que les sites responsables de N et de P soient antérieurs à celui de la rivalité binoculaire, soit qu'ils appartiennent à des circuits parallèles à ce dernier.

Table des matières

Sommaire.....	iii
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	viii
Liste des abréviations.....	ix
Remerciements.....	x
Dédicace.....	xi
Introduction.....	1
Expérience 1.....	21
Méthodologie.....	22
Sujets.....	22
Matériel.....	22
Procédé d'annulation chromatique.....	23
Stimuli.....	24
Procédure.....	28
Batterie de tests préliminaires.....	28
Phase de pratique et phase critique.....	30
Structure d'un essai.....	31
Résultats et discussion.....	35
Expérience 2.....	40
Méthodologie.....	41
Sujets.....	41
Matériel.....	41
Stimuli.....	42
Procédure.....	45
Structure d'un essai.....	47

Résultats et discussion.....	53
Discussion générale.....	64
Références.....	68
Appendice A: RivBin.....	77
Appendice B: régression polynomiale et calcul des aires.....	93
Appendice C: polynômes de régression pour l'expérience 1.....	98
Appendice D: polynômes de régression pour l'expérience 2.....	101

Liste des tableaux

Tableau 1: Stimuli de suppression et d'adaptation utilisés à ce jour dans des expériences visant à situer le site de la rivalité binoculaire par rapport à celui d'une adaptation.....	17
Tableau 2: Mesures globales normalisées de la force de N pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma.....	58
Tableau 3: Mesures globales normalisées de la force de N pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa.....	58
Tableau 4: Mesures globales normalisées de la force de P pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma.....	59
Tableau 5: Mesures globales normalisées de la force de P pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa.....	59
Tableau 6 : Mesures globales normalisées de la force de P de celle de N pour tous les sujets en rivalité binoculaire (RB) et en condition d'adaptation monoculaire (60 s).....	62
Tableau 7: Facteurs des termes des meilleurs polynômes et aires sous ces polynômes par sujet et par type d'essai.....	99
Tableau 8: Facteurs des termes des meilleurs polynômes et aires sous ces polynômes par sujet et par type d'essai.....	102

Liste des figures

Figure 1: Stimulus de double suppression permanente: (A) correspond au champ présenté à l'œil gauche des sujets, (B) correspond à celui présenté à leur œil droit et (C) correspond à ce qu'ils voient.....	14
Figure 2: Montage expérimental.....	23
Figure 3: Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 1.....	37
Figure 4: Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 2.....	37
Figure 5 : Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 3.....	38
Figure 6 : Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 4.....	38
Figure 7 : Durées de présentation du stimulus monoculaire rouge en fonction de la condition d'adaptation pour chaque sujet.....	55
Figure 8 : Mesures ponctuelles de la force de N prises par le sujet 1 en fonction du temps pour la condition de durée d'adaptation de 30 s de l'expérience 1 et meilleur prédicteur polynomial de ces mesures.....	95

Liste des abréviations

N: l'effet consécutif chromatique négatif (N) dans l'œil adapté à une couleur

P: l'effet consécutif chromatique positif (P) dans l'œil controlatéral à l'œil adapté à une couleur

RB-Ma: condition d'adaptation de l'expérience 2 caractérisée par de la rivalité binoculaire entre une plage homogène rouge et des carrés concentriques noirs et blancs en mouvement d'expansion (stimulus monoculaire de suppression magno)

RB-Pa: condition d'adaptation de l'expérience 2 caractérisée par de la rivalité binoculaire entre une plage homogène rouge et un réseau carré (stimulus monoculaire de suppression parvo)

CR-Ma: condition d'adaptation de l'expérience 2 caractérisée par une courte reprise (CR) de la condition d'adaptation RB-Ma

CR-Pa: condition d'adaptation de l'expérience 2 caractérisée par une courte reprise (CR) de la condition d'adaptation RB-Pa

LR-Ma: condition d'adaptation de l'expérience 2 caractérisée par une longue reprise (LR) de la condition d'adaptation RB-Ma

LR-Pa: condition d'adaptation de l'expérience 2 caractérisée par une longue reprise (LR) de la condition d'adaptation RB-Pa

Nous tenons à remercier, tout particulièrement, Monsieur André Delorme pour son aide inestimable et sa disponibilité. Mille mercis, également, à tous nos sujets pour leur générosité; à Monsieur Nicolas Gosselin pour avoir fabriqué notre indispensable menuiserie; à Madame Margo Nobert pour ses précieux conseils linguistiques; et à Monsieur Michael Strobel pour nous avoir fourni notre principal outil d'analyse statistique. Nous souhaitons mentionner, finalement, que nous avons bénéficié du support financier d'une bourse ÉS-A du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) ainsi que d'un salaire d'assistant de recherche déboursé par Monsieur Philippe Schyns.

DEDICACE	DEDICACE
CONQUETE	COQUETTE
BRIEVETE	BREVETEE
DESSINER	DESIGNER
PATRIOTE	PARIGOTE
BABILLER	BAILLEUR
EMIETTER	EMETTEUR
VOLATILE	VOLAILLE
ECOURTER	ECOUTEUR
INTIMITE	INIMITIE
PEUCHERE	PECHERIE
TERMINEE	TERMINEE

INTRODUCTION

“[...] un âne, placé à égale distance d'un seau d'eau et d'une botte de foin, mourrait de faim et de soif sans pouvoir se décider.”

Attribué à Buridan (Lalande, 1972, p. 57)

Il y a bientôt 350 ans, Descartes (1650) suggérait que le point de contact du corps et de l'esprit est la glande pinéale. Nous croyons, aujourd'hui, que cette glande est impliquée seulement dans la détection de changements de luminance (p. ex. Shepherd, 1983). Plus récemment, Crick (1996) proposait le site responsable de la rivalité binoculaire comme siège de la conscience.

On attribue, généralement (Levelt, 1968), les tout premiers travaux sur la rivalité binoculaire à Du Tour (1760). Celui-ci a exposé simultanément l'un de ses yeux à une plage homogène verte et son autre œil à une plage homogène rouge. Parfois, il ne voyait que la plage homogène rouge; parfois, il ne voyait que la plage homogène verte; et, parfois encore, il voyait une composition rouge et verte.

En règle générale, lorsque deux stimuli sont présentés de manière dichoptique (un stimulus est présenté à un œil d'un observateur alors qu'un second stimulus est présenté à une région rétinienne correspondante de son autre œil) à un observateur et que celui-ci voit une alternance du premier stimulus, du second stimulus et d'une mosaïque du premier stimulus et du second stimulus à intervalles irréguliers, on pose un diagnostic de rivalité binoculaire (p. ex. Levelt, 1968; Walker, 1978; Wolfe, 1986; Grossberg, 1987; Lehky, 1988; Blake, 1989; Mueller, 1990; Fox, 1991; Sengpiel, Blakemore et Harrad, 1995).

Plusieurs tentatives visant à situer le site responsable de la rivalité binoculaire dans la chaîne des processus visuels humains ont été faites.

Par exemple, Barany et Hallden (1948) ont montré que le réflexe pupillaire (p. ex. Piéron, 1990) disparaît dans l'œil inhibé pendant la rivalité binoculaire. Ogle et Wakefield (1967), Ramachandran, Rao, Sriram et Vidyasagar (1973), Blake, Westendorf et Overton (1980) et Howard (1995) ont montré que la stéréopsie (la vision de la profondeur) survit à la rivalité binoculaire; Blake, Yang et Wilson (1991) et Harrad, McKee, Blake et Yang (1994) ont montré le contraire (voir aussi Wolfe, 1986, 1988). Bradley (1982) a montré que les contours subjectifs (p. ex. Kanizsa, 1971) ne peuvent pas donner lieu à de la rivalité binoculaire. Wiesenfelder et Blake (1991) ont montré que le phénomène bêta (lorsque deux stimuli successifs de position différente semblent en mouvement) survit à la rivalité binoculaire (cependant, voir Walker et Powell, 1979). Wiesenfelder et Blake (1992) ont montré que le “retour à la normale” suite à une adaptation à un mouvement linéaire est retardé pendant la rivalité binoculaire. Et ainsi de suite.

Nous nous intéresserons, plus spécifiquement, aux tentatives de localisation du site de la rivalité binoculaire par rapport à ceux responsables d'adaptations. Blake et Fox (1974) ont été les pionniers dans ce domaine. Ils ont étudié l'emplacement relatif du site de la rivalité binoculaire et de celui de l'adaptation à des réseaux à onde sinusoïdale achromatiques (dorénavant : réseau sinusoïdal) dans la chaîne des processus visuels humains. Un réseau sinusoïdal est une image dont

l'intensité varie de façon sinusoïdale suivant l'une de ses dimensions spatiales. Une adaptation à un réseau sinusoïdal produit, normalement, un effet consécutif caractérisé par une hausse du seuil de visibilité de ce réseau sinusoïdal (p. ex. Blakemore et Campbell, 1969; Blakemore et Sutton, 1969; De Valois et De Valois, 1990).

Nous décrirons, dans ce qui suit, les expériences de Blake et Fox dans le détail parce qu'elles donnent le ton méthodologique de presque toutes celles qui ont suivi, y compris la nôtre.

Ces auteurs ont commencé par faire “le postulat très plausible selon lequel l'information spatiale est traitée de manière sérielle des yeux au cortex”¹ (p. 524). Nous reviendrons sur ce postulat plus loin. Voyons, pour le moment, où il nous conduit. De deux choses l'une: soit que le site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux précède le site responsable de la rivalité binoculaire, soit qu'il lui succède.

Si le site de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux était postérieur au site de la rivalité binoculaire, alors l'information spatiale d'une image présentée à un des yeux d'un observateur ne parviendrait au site d'adaptation que lorsque le site de la rivalité binoculaire laisse filtrer cette information spatiale; ce qui revient à dire que cette information spatiale ne parviendrait au site d'adaptation que lorsque l'image dont elle est issue

¹ “[...] the quite plausible assumption that pattern information is processed in serial fashion from eye to cortex.” (Blake et Fox, 1974, p. 524.)

est visible. En revanche, si le site de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux était antérieur au site de la rivalité binoculaire, alors l'information spatiale d'une image présentée à un œil d'un sujet parviendrait au site d'adaptation pendant toute la durée de présentation de l'image.

Puis, Blake et Fox ont fait l'hypothèse selon laquelle la durée et l'amplitude initiale de l'effet consécutif d'élévation du seuil de visibilité d'un réseau sinusoïdal sont reliées positivement à la durée pendant laquelle son information spatiale parvient au site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux. Une corroboration de cette hypothèse permettra à Blake et Fox de situer le site de la rivalité binoculaire par rapport au site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux: il leur suffira de comparer la durée et l'amplitude de l'effet consécutif d'élévation du seuil de visibilité d'un réseau sinusoïdal, obtenu en conséquence d'une adaptation pendant laquelle l'information spatiale est parvenue au site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux pendant une durée donnée (condition A), à la durée et à l'amplitude de l'effet consécutif d'élévation du seuil de visibilité du même réseau sinusoïdal résultant d'une adaptation, de même durée, en situation de rivalité binoculaire (condition B). Si ces mesures pour la condition A sont supérieures à celles pour la conditions B, cela voudrait dire que l'information spatiale n'est pas parvenue au site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux pendant toute la durée de la rivalité binoculaire. Autrement dit, cela indiquerait que le site responsable de l'adaptation réseaux sinusoïdaux est antérieur à celui responsable de la rivalité binoculaire. Et si ces mesures étaient égales pour les deux

conditions, cela montrerait que l'information spatiale est parvenue pendant toute la durée de la rivalité binoculaire. Le site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux serait, donc, postérieur à celui responsable de la rivalité binoculaire.

Ensuite, Blake et Fox ont testé cette hypothèse selon laquelle la durée et l'amplitude initiale de l'effet consécutif d'élévation du seuil de visibilité d'un réseau sinusoïdal sont reliées positivement à la durée pendant laquelle son information spatiale parvient au site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux. Ils ont présenté un réseau sinusoïdal A à l'un des yeux de leurs sujets et un champ homogène gris à l'autre œil de ceux-ci pendant \underline{X} s (condition de contrôle 1) et pendant $\underline{X}/2$ s (condition de contrôle 2). Les réseaux sinusoïdaux de ces deux conditions de contrôle sont presque toujours visibles pendant leur présentation. Il s'agit d'un phénomène que l'on nomme suppression permanente (p. ex. Ridder, Smith, Manny, Harwerth et Kato, 1992). Le fait que les réseaux sinusoïdaux sont vus pendant toute la période de leur présentation implique que, pendant cette période, l'information spatiale qu'elles contiennent parvient au site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux sans être censurée par la rivalité binoculaire. L'effet consécutif que Blake et Fox ont obtenu suite à une adaptation de \underline{X} s durait significativement plus longtemps et possédait une amplitude initiale significativement plus importante que celui qu'ils ont obtenu suite à une adaptation de $\underline{X}/2$ s. En d'autres mots, leur hypothèse a été corroboré par les faits.

Blake et Fox ont procédé, finalement, à leur expérience critique, expérience qui repose sur ces derniers résultats empiriques et sur les réflexions qui ont précédé l'exposition de ces résultats. Ils ont présenté un réseau sinusoïdal A à l'un des yeux de leurs sujets (stimulus d'adaptation) et un réseau sinusoïdal B—orthogonal au réseau sinusoïdal A—à l'autre œil de leurs sujets (stimulus de suppression) pendant X s. Cette paire de stimuli a induit une forte rivalité binoculaire, si bien que le réseau sinusoïdal A a été visible un peu moins de la moitié de son temps de présentation. Qui plus est, les sujets ont rapporté une élévation du seuil de visibilité du réseau sinusoïdal A comparable à celle qu'ils avaient rapportée dans la condition de contrôle 1. Cela veut dire que l'information spatiale du réseau sinusoïdal A est parvenue au site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux pendant X s. Autrement dit, l'effet consécutif d'élévation du seuil de la visibilité du réseau sinusoïdal A est fonction de son temps de présentation en situation de rivalité binoculaire et non de sa durée de visibilité. Blake et Fox ont conclu que le site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux est antérieur à celui responsable de la rivalité binoculaire.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les conclusions de ces auteurs reposent sur le postulat selon lequel le système visuel serait organisé de manière sérielle. Or, ce postulat est loin de faire l'assentiment général. Selon Livingstone et Hubel (1987, 1988, 1995), par exemple, le système visuel serait composé de deux systèmes sériels relativement indépendants: le système parvo, auquel sont attribuées la perception de la forme et la perception de la couleur, et le système magno, auquel sont attribuées la perception binoculaire (p. ex. la rivalité

binoculaire) et la perception du mouvement. Bien entendu, ces deux systèmes finissent par se rejoindre à un niveau élevé du traitement du signal visuel. Deux facteurs pouvant contribuer à la rivalité binoculaire—les contrastes chromatiques et les contrastes lumineux—appartiennent au système parvo alors qu'un autre facteur pouvant contribuer à la rivalité binoculaire—le mouvement—appartient au système magno.

Qu'advierait-il des conclusions de Blake et Fox si l'organisation de la chaîne des processus visuels était une inconnue? Cette inconnue peut prendre deux valeurs: deux sites responsables de processus visuels sont soit en série, soit en parallèle. Si le site responsable d'adaptation aux réseaux sinusoïdaux appartenait à un circuit parallèle à celui responsable de la rivalité binoculaire, alors l'information spatiale d'un réseau sinusoïdal présenté à un œil d'un sujet parviendrait au site responsable d'adaptation aux réseaux sinusoïdaux pendant toute la durée de cette présentation. Cet état de chose est, donc, impossible à discriminer—suivant ce seul résultat—de celui où le site d'adaptation aux réseaux sinusoïdaux est antérieur au site responsable de la rivalité binoculaire. O'Shea et Crassini (1981) ont fait remarquer, cependant, qu'une double dissociation entre la rivalité binoculaire et une quelconque adaptation indiquerait un parallélisme. Toutefois, aucun auteur n'a effectué ce test critique.

Puisque Blake et Fox n'ont observé aucune relation entre temps de visibilité, d'une part, et durée et amplitude initiale de l'effet consécutif d'élévation du seuil de visibilité du réseau sinusoïdal, d'autre part, nous sommes réduits à deux possibilités (sur un total de trois): soit que le site

responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux soit antérieur à celui responsable de la rivalité binoculaire, soit que le site responsable de la rivalité binoculaire appartienne à un circuit parallèle à celui du site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux.

Un seul emplacement relatif du site responsable de la rivalité binoculaire par rapport à un site responsable d'une adaptation ne nous apprend pas grand chose sur l'emplacement du site responsable de la rivalité binoculaire dans la chaîne des processus visuels humains. Dire du livre les Nombres, par exemple, qu'il vient après le livre la Genèse dans le Pentateuque, ne nous avance pas tellement. Par contre, dire de ce même livre qu'il succède aux livres l'Exode, la Genèse et le Lévitique, et qu'il précède le livre le Deutéronome, c'est mieux. C'est précisément par l'accumulation d'emplacements relatifs du genre de celui du site de la rivalité binoculaire et du site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux que les chercheurs espèrent préciser, de plus en plus, l'emplacement du site de la rivalité binoculaire dans la chaîne des processus visuels (voir Blake et Fox, 1974; Lehmkuhle et Fox, 1975; White, Petry, Riggs et Miller, 1978; Wade et Wenderoth, 1978; Lack, 1978; Blake et Overton, 1979; Wade, 1980; O'Shea et Crassini, 1981; Blake et Bravo, 1985; Wiesenfelder et Blake, 1990; van der Zwan, Wenderoth et Alais, 1993; van der Zwan et Wenderoth, 1994).

On peut tirer (par inversion des quantificateurs) une règle générale de positionnement relatif de la démarche de Blake et Fox. On retrouve d'ailleurs cette règle générale sous une forme embryonnaire chez certains des auteurs dont il sera question ci-dessous (surtout Wiesenfelder et

Blake, 1990; van der Zwan et al., 1993; et van der Zwan et Wenderoth, 1994). Si la force d'un effet consécutif quelconque résultant d'une adaptation monoculaire de X s en situation de rivalité binoculaire n'est pas différente de celle du même effet consécutif résultant d'une adaptation monoculaire de la même durée, alors soit que le site responsable de cette adaptation appartienne à un circuit parallèle à celui du site responsable de la rivalité binoculaire, soit que le site de cette adaptation soit antérieur au site de la rivalité binoculaire, soit que la force de l'effet consécutif ne soit pas reliée positivement à la durée pendant laquelle l'information visuelle pertinente parvient au site responsable de l'adaptation pendant l'adaptation; sinon le site responsable de cette adaptation est postérieur au site responsable de la rivalité binoculaire.

D'autres recherches que celles de Blake et Fox ont permis de mettre en évidence des sites responsables d'adaptations qui—tout comme le site responsable de l'adaptation aux réseaux sinusoïdaux—sont antérieurs au site de la rivalité binoculaire, ou bien appartiennent à un circuit parallèle à celui de la rivalité binoculaire. Toutes les mesures suivantes des effets consécutifs sont fonction du temps de présentation plutôt que du temps de visibilité des stimuli d'adaptation en situation de rivalité binoculaire: l'amplitude de l'effet consécutif de mouvement linéaire (p. ex. un réseau sinusoïdal immobile semble se mouvoir linéairement en sens opposé au stimulus d'adaptation) (Lehmkühle et Fox, 1975); l'amplitude et la durée des images consécutives (Lack, 1978); l'amplitude de l'effet McCullough (White et al., 1978); l'amplitude de l'effet consécutif d'inclinaison, ou tilt after-effect (p. ex. un réseau sinusoïdal semble incliné en sens inverse de celui du stimulus d'adaptation) (Wade et Wenderoth, 1978); le transfert

interoculaire de l'effet consécutif de l'élévation du seuil de visibilité d'un réseau sinusoïdal (analogue à celui dans l'œil adapté mais de moindre amplitude) (Blake et Overton, 1979); et la durée et la vitesse apparente du transfert interoculaire de l'effet consécutif obtenu suite à une adaptation à un mouvement linéaire d'un réseau sinusoïdal (analogue à celui de l'œil adapté mais de moindre amplitude) (O'Shea et Crassini, 1981).

D'autres recherches ont révélé, quant à elles, des sites responsables d'adaptation postérieurs à celui responsable de la rivalité binoculaire. Les mesures suivantes des effets consécutifs sont fonction du temps de visibilité des stimuli d'adaptation davantage que de leurs temps de présentation en situation de rivalité binoculaire: l'amplitude et la durée de l'effet consécutif de mouvement de rotation (p. ex. le stimulus d'adaptation immobile semble tourner en sens inverse de la rotation de ce même stimulus lors de l'adaptation) (Lack, 1978); la force d'un certain effet consécutif (la réduction de la force d'une illusion: suite à une observation prolongée, l'apparence d'un réseau à onde triangulaire achromatique [dorénavant : réseau triangulaire], une image dont l'intensité varie de façon triangulaire suivant l'une de ses dimensions spatiales, se met à osciller entre celle d'un réseau à onde carrée achromatique [dorénavant : réseau carré], une image dont l'intensité varie de façon rectangulaire suivant l'une de ses dimensions spatiales, et celle d'un réseau triangulaire [Leguire, Blake et Sloane, 1981]) résultant d'une adaptation à la phase d'un réseau carré (Blake et Bravo, 1985); la durée et la vitesse de l'effet consécutif de mouvement de spirale (p. ex. une spirale immobile semble tourner en sens inverse de la spirale d'adaptation) (Wiesenfelder et Blake, 1990); la durée et la vitesse apparente de l'effet

consécutif de l'adaptation au mouvement d'un treillis à onde sinusoïdale achromatique (dorénavant: treillis sinusoïdal), la somme de deux réseaux sinusoïdaux d'orientations différentes en mouvement linéaire, (p. ex. un réseau sinusoïdal semble se mouvoir linéairement en sens inverse à une combinaison des mouvements des deux réseaux sinusoïdaux du treillis sinusoïdal d'adaptation) (van der Zwan et al., 1993); et l'amplitude de l'effet consécutif d'inclinaison résultant d'une adaptation à des contours subjectifs (van der Zwan et Wenderoth, 1994).

Notre but premier est de situer le site responsable de la rivalité binoculaire par rapport à celui de deux effets consécutifs chromatiques. Nous réaliserons à cette fin des expériences analogues à celles de Blake et Fox (1974).

Il existe, principalement, quatre effets consécutifs résultant d'une adaptation à un stimulus chromatique: (1) l'image consécutive (p. ex. Delorme 1982), (2) l'effet McCullough (McCullough, 1965), (3) l'effet consécutif résultant d'une adaptation chromatique monoculaire et (4) son transfert interoculaire (Delorme, 1989; Beauchemin, 1992; Beauchemin, Faubert, Delorme et Bérubé, 1993; Delorme, 1994; Delorme et Gosselin, 1995).

Nous avons déjà mentionné brièvement les deux premiers effets consécutifs chromatiques. Lack (1978) a fait usage du premier dans son expérience et White et al. (1978) ont fait usage du second dans les leurs.

Une image consécutive est produite par une adaptation monoculaire ou binoculaire à une forme colorée fixée des yeux. Elle consiste en un biais chromatique négatif (p. ex. une plage blanche semble de couleur complémentaire à la couleur d'adaptation). Suite à la fixation d'une croix au centre d'un carré rouge, par exemple, nous devrions voir un carré cyan (la couleur complémentaire du rouge) sur une plage blanche.

L'effet McCullough est, typiquement, produit par la présentation binoculaire successive et répétitive d'un réseau à onde carrée horizontal de couleur A, et d'un réseau à onde carrée vertical de couleur B. Les stimuli ne possèdent aucun point de fixation. L'effet McCullough consiste en un double biais négatif contingent à l'orientation des réseaux d'adaptation. Supposons, par exemple, que le premier réseau à onde carrée soit bleu et que le second soit rouge. Par suite d'une adaptation à ces réseaux, un réseau à onde carrée vertical achromatique devrait paraître cyan (la couleur complémentaire du rouge) et un réseau à onde carrée horizontal achromatique devrait sembler orangé (la couleur complémentaire du bleu).

Les deux derniers effets consécutifs chromatiques résultent d'une adaptation monoculaire sans point de fixation à une plage colorée (Delorme, 1994). On parvient à observer ces deux effets en présentant, de façon dichoptique, les stimuli représentés à la figure 1 A et B.

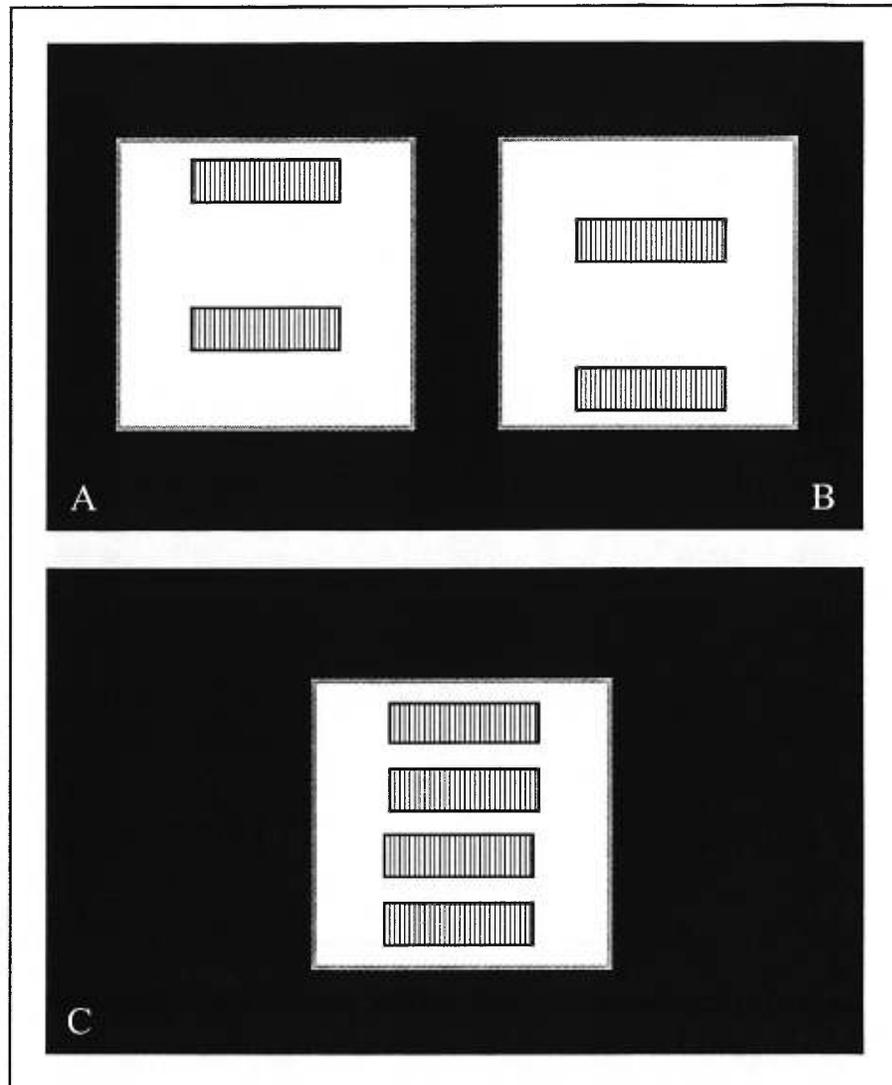


Figure 1. Stimulus de double suppression permanente: (A) correspond au champ présenté à l'œil gauche des sujets, (B) correspond à celui présenté à leur œil droit et (C) correspond à ce qu'ils voient.

Les deux rectangles achromatiques hachurés présentés à l'œil gauche (voir figure 1A) d'un observateur suppriment de façon permanente—en raison, probablement, de la force de suppression de leurs contours (p. ex. Crovitz et Lockhead, 1967)—la région homogène correspondante du stimulus achromatique présenté à son œil droit; et, de

façon analogue, les deux rectangles achromatiques hachurés présentés à l'œil droit (voir figure 1B) de cet observateur suppriment de façon permanente la région homogène correspondante du stimulus achromatique présenté à son œil gauche. Aussi, l'observateur voit-il un stimulus semblable à celui représenté à la figure 1C.

Suite à la présentation d'une plage rouge à l'œil gauche d'un observateur, par exemple, le premier rectangle hachuré de la figure 1C et le troisième—en partant du haut—lui paraîtraient de couleur cyan; et le deuxième rectangle hachuré et le quatrième lui sembleraient rouges.

Comme l'a fait remarquer Delorme (1994), on peut aisément rendre compte de N à l'aide de la théorie trichromatique de la couleur de Young-Helmholtz (p. ex. Helmholtz, 1852). Cette théorie propose que le système visuel chromatique humain est trichromatique. Selon elle, le système visuel humain comporterait trois types de récepteur chromatique possédant, chacun, une fonction de sensibilité spectrale en forme de cloche. Ces trois fonctions de sensibilité spectrale seraient déphasées les unes par rapport aux autres. Ainsi, le premier type de récepteur répondrait principalement aux courtes longueurs d'onde (p. ex. les bleu-violet), le deuxième type de récepteur répondrait principalement aux longueurs d'onde moyennes (p. ex. les verts) et le dernier type de récepteur répondrait principalement aux longues longueurs d'onde (p. ex. les rouges). Les longueurs d'onde auxquelles les récepteurs répondent de façon optimale sont dites fondamentales.

La théorie de Young-Helmholtz prévoit, finalement, que lorsqu'une région rétinienne donnée est excitée par un stimulus de couleur A cela entraîne une adaptation qui se caractérise par une "fatigue" temporaire des récepteurs chromatiques stimulés par la couleur A de cette région. Par la suite d'une adaptation monoculaire à une plage rouge, par exemple, une plage blanche prend une couleur cyan de longueur d'onde spécifiante complémentaire à celle du rouge de l'adaptation parce que les récepteurs spécifiques au bleu et au vert répondent davantage à la stimulation que ceux spécifiques au rouge. Cette explication de N est l'explication classique des images consécutives (p. ex. Brown, 1965).

Nous ne disposons pas, pour l'instant, d'une théorie aussi satisfaisante de P. Cependant, Delorme (1994) a suggéré que cet effet consécutif positif résulte d'une inhibition des processus antagonistes controlatéraux au niveau cortical. Durant l'adaptation monoculaire à une plage rouge, par exemple, les unités ipsilatérales réagissant au rouge inhiberaient les unités semblables controlatérales. Il se produirait, ensuite, un relâchement d'inhibition entraînant une hausse de la sensibilité des unités réagissant au rouge controlatérales serait accrue.

Nous nous servons de ces deux derniers effets consécutifs chromatiques pour nos expériences. Ils sont particulièrement intéressants parce qu'ils sont produits de la même façon. Cela nous permet donc de faire—pour ainsi dire—d'une pierre deux coups.

Le tableau 1 décrit brièvement les stimuli de suppression et d'adaptation utilisés à ce jour dans les expériences visant à situer le site

de la rivalité binoculaire relativement à celui d'une adaptation. Les systèmes dans le schème développé par Livingstone et Hubel (1987, 1988, 1995) auxquels appartiennent ces stimuli y sont également mentionnés. Un astérisque accolé aux auteurs d'une expérience indique que le site de l'adaptation qu'ils ont employée s'est révélé postérieur à celui de la rivalité binoculaire.

Tableau 1

Stimuli de suppression et d'adaptation utilisés à ce jour dans des expériences visant à situer le site de la rivalité binoculaire par rapport à celui d'une adaptation.

	Suppression	Adaptation
Blake et Fox (1974)	Parvo (un réseau sinusoïdal horizontal)	Parvo (un réseau sinusoïdal vertical)
Lehmkuhle et Fox (1975)	Magno (une alternance de deux réseaux sinusoïdaux horizontaux et déphasés de π rad)	Magno (un réseau sinusoïdal vertical en mouvement apparent)
White et al. (1978)	Magno (un stimulus achromatique à contenu spatio-temporel élaboré)	Parvo (une alternance de deux réseaux carrés chromatiques: l'un vert et horizontal, l'autre magenta et vertical)
Wade et Wenderoth (1978, expériences 1)	Parvo (un réseau carré vert horizontal)	Parvo (un réseau carré incliné)

Wade et Wenderoth (1978, expériences 2)	Parvo (un réseau carré horizontal)	Parvo (un réseau carré vert incliné)
Lack (1978, couleur)	Parvo (un réseau carré)	Parvo (une forme colorée)
Lack (1978, mouvement de rotation)*	Parvo (un réseau carré)	Magno (du bruit visuel achromatique en rotation)
Blake et Overton (1979)	Parvo (un réseau sinusoïdal horizontal)	Parvo (un réseau sinusoïdal vertical)
O'Shea et Crassini (1981)	Magno (une alternance de deux réseaux sinusoïdaux horizontaux et déphasés de π rad)	Magno (un réseau sinusoïdal vertical en mouvement apparent)
Blake et Bravo (1985)*	Parvo (réseau carré horizontal)	Parvo (réseau sinusoïdal vertical)
Wiesenfelder et Blake (1990)*	Parvo (un stimulus achromatique complexe et statique)	Magno (une spirale achromatique en rotation)
van der Zwan et al. (1993)*	Magno (un moiré achromatique dynamique)	Magno (un treillis sinusoïdal)
van der Zwan et Wenderoth (1994)*	Magno (un moiré achromatique statique)	Parvo (un stimulus achromatique donnant lieu à des contours subjectifs)

Il n'existe aucune donnée sur l'effet d'une variation du stimulus de suppression sur une adaptation donnée. Nous nous proposons—comme but secondaire—de tester l'effet d'une telle variation. Six des sept expériences s'étant soldées par un verdict d'antériorité (ou de parallélisme) ont fait usage de paires de stimuli de suppression et d'adaptation appartenant au même système, et (3) trois des cinq expériences s'étant soldées par un verdict de postériorité ont utilisé des paires de stimuli de suppression et d'adaptation appartenant à des systèmes différents. Nous utiliserons ces modestes observations pour guider nos choix de stimuli de suppression. Nous utiliserons, dans l'une de nos conditions, un stimulus de suppression parvo (un réseau carré) et, dans l'autre, un stimulus de type magno (des carrés concentriques achromatiques en mouvement d'expansion). Comme stimulus d'adaptation, nous utiliserons un stimulus parvo (une plage rouge homogène).

Dans notre première expérience, nous testerons l'hypothèse voulant que des mesures globales de la force de N et de celle de P soient fonctions de la durée pendant laquelle l'information chromatique parvient aux sites responsables des adaptations dont résultent chacun de ces deux effets. La force de tous les effets consécutifs dont nous avons parlé augmente de concert avec la durée de l'adaptation dont ils résultent. Il semble que ce soit un mécanisme assez universel (p. ex. van der Zwan et al., 1993).

Notre seconde expérience prendra appui sur les résultats de la première (suivant Blake et Fox, 1974). Elle aura pour but de découvrir si—en situation de rivalité binoculaire entre deux stimuli monoculaires: l'un rouge (parvo), l'autre achromatique (soit parvo, soit magno)—l'information chromatique parvient aux sites responsables de N et de P, respectivement, pendant la période de visibilité d'un stimulus monoculaire rouge ou, encore, pendant sa période de présentation.

Nous utiliserons une méthode quelque peu inusitée pour parvenir à nos fins. Dans un premier temps, nous mesurerons la force des effets en rivalité binoculaire tout comme l'ont fait Blake et Fox (1974). Dans un second temps, nous présenterons ce que les sujets ont vu pendant la période de rivalité binoculaire en reprise. Plus spécifiquement, les périodes de visibilité de la plage rouge en rivalité binoculaire seront remplacées par la présentation de cette plage rouge au même œil en suppression permanente; et les périodes de visibilité du stimulus de suppression seront remplacées par la présentation de ce stimulus de suppression au même œil en suppression permanente.

Comme nous ne savons rien de l'effet d'une variation des stimuli de suppression sur la rivalité binoculaire, il est difficile de formuler une quelconque hypothèse sur les résultats de notre seconde expérience.

EXPÉRIENCE 1

Méthodologie

Le but de l'expérience 1 était de tester l'hypothèse voulant que des mesures globales de la force de l'effet consécutif résultant d'une adaptation monoculaire (N) et de celle de son transfert interoculaire (P) soient fonctions de la durée pendant laquelle l'information chromatique parvient aux sites responsables des adaptations dont résultent chacun de ces deux effets.

Sujets

Quatre sujets volontaires, trois hommes et une femme, âgés de 21 à 30 ans, ont participé à notre expérience. Sur ces quatre sujets, deux avaient participé à des expériences préliminaires à celle-ci ainsi qu'à une expérience sur la rivalité binoculaire et les images consécutives (Delorme et Gosselin, 1995). Nos sujets possédaient tous une vision chromatique normale; ils étaient tous en mesure de voir de la profondeur dans un stéréogramme à points aléatoires; et ils étaient tous capables de voir N et P (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédure, Batterie de tests préliminaires). Nos sujets n'ont pas été rémunérés pour leur participation à cette expérience. Nous avons sauvegardé leurs données dans des répertoires identifiés par des nombres arbitraires afin d'assurer leur confidentialité.

Matériel

La présentation des stimuli et l'acquisition des données étaient contrôlées par RivBin, un programme pour les ordinateurs Macintosh 680X0 (Gosselin, 1995; voir APPENDICE A: RIVBIN). Les stimuli étaient présentés sur un écran Trinitron couleur haute résolution (480 *

640 pixels). Un stéréoscope de Brewster (un stéréoscope à prismes) fixé devant l'écran et un séparateur vertical garantissaient une présentation dichoptique de nos stimuli. Une mentonnière permettait d'immobiliser la tête des sujets devant le stéréoscope. Ceux-ci répondaient par l'entremise d'une souris d'ordinateur (voir figure 2).



Figure 2. Montage expérimental.

Procédé d'annulation chromatique

Nous avons utilisé un procédé d'annulation chromatique pour prendre des mesures ponctuelles de la force de N et de P (Hurvich et Jameson, 1951). Par “mesures ponctuelles”, nous entendons des mesures faites à un certain moment défini par un point sur la droite réelle du

temps. Ce procédé a été employé à deux reprises dans un contexte analogue au nôtre (Beauchemin, 1992; Beauchemin et al., 1993).

Suite à une adaptation monoculaire au rouge de son œil droit, par exemple, un sujet devrait voir, avec ce même œil, une plage lumineuse objectivement achromatique (l'observateur standard de la CIÉ est, ici, notre référence "objective"), teintée de cyan et, avec son autre œil, une plage lumineuse objectivement achromatique, teintée de rouge (Delorme, 1989; Beauchemin, 1992; Beauchemin et al., 1993; Delorme, 1994; Delorme et Gosselin, 1995). Le procédé d'annulation chromatique consiste à neutraliser cette teinte subjective rouge (ou cyan) du stimulus monoculaire lumineux objectivement achromatique tout en maintenant la luminance constante. Cette manipulation chromatique revient à augmenter la pureté, ou la saturation, d'un rouge objectif (ou d'un cyan objectif) complètement désaturé, au départ, en changeant ni sa luminance, ni sa longueur d'onde spécifiante.

Plus un effet consécutif chromatique est "fort", plus la saturation du rouge (ou du cyan) objectif nécessaire afin d'éliminer l'impression chromatique sera grande. Cette saturation est notre mesure ponctuelle de la force d'un effet consécutif chromatique.

Stimuli

Nous avons utilisé deux types de stimuli pour cette première expérience: (1) un stimulus d'adaptation au rouge et (2) trois stimuli test.

Tous nos stimuli monoculaires étaient présentés sur un fond homogène achromatique minimalement éclairé (1 nit) (dorénavant: noir). Ils étaient composés de deux carrés d'environ 10° par 10° délimités par un cadre fin achromatique (5 nits) (dorénavant: gris). Ces cadres avaient pour but—surtout en condition de rivalité binoculaire—de faciliter la superposition dichoptique des deux régions des stimuli. Blake et Boothroyd (1985) ont montré que la fusion binoculaire avait préséance sur la rivalité binoculaire. Aucun de nos stimuli monoculaires n'était doté d'un point de fixation.

Notre stimulus d'adaptation au rouge était constitué de deux stimuli monoculaires homogènes: l'un rouge maximalement éclairé (11 nits) (dorénavant: rouge), l'autre noir.

Rappelons que notre objectif était de produire une adaptation chromatique en situation de suppression permanente. Si nous avons choisi d'adapter nos sujets à la couleur rouge, c'est parce que le contraste ipsilatéral de cette couleur et d'une plage achromatique semble posséder une force de suppression controlatérale supérieure à celle du contraste ipsilatéral de n'importe quelle autre longueur d'onde spécifiante et d'une plage achromatique (Hollins et Leung, 1978; Rodgers et Hollins, 1982; Stalmeier et de Weert, 1988; Ooi et Loop, 1994; O'Shea et Williams, 1996).

Les portions chromatiques des stimuli d'adaptation utilisés jusqu'à présent afin de produire N et P (Delorme, 1989; Beauchemin, 1992; Beauchemin, Faubert, Delorme et Bérubé, 1993; Delorme, 1994) étaient

de dimensions supérieures (p. ex. 25° par 40 ° dans le cas de Beauchemin, 1992) à celles des nôtres (10° par 10 °). Si nous avons opté pour des petits stimuli plutôt que pour des grands, c'est, principalement, parce qu'il est beaucoup plus facile de supprimer de façon permanente les premiers que les seconds (Yu et Blake, 1992; Delorme et Gosselin, 1995).

Quand les deux stimuli monoculaires du stimulus d'adaptation au rouge occupent des régions rétiniennes correspondantes d'un sujet, ce dernier voit, inscrit dans un cadre, une plage homogène rouge, pour l'essentiel, et une plage homogène achromatique, à l'occasion.

Nos stimuli test étaient constitués de deux stimuli monoculaires presque identiques. L'un des stimuli monoculaires était composé d'une plage homogène achromatique maximale éclairée (11 nits) (dorénavant: blanc) comprenant les contours noirs de deux rectangles hachurés (1,5 cycle/deg) de dimension 3° par 7°; l'autre stimulus monoculaire était composé d'une plage homogène chromatique de luminance maximale (11 nits) et de saturation ajustable comprenant les contours noirs de deux rectangles hachurés (1,5 cycle/deg) de dimension 3° par 7°. Les rectangles du premier stimulus monoculaire étaient parfaitement déphasés par rapport à ceux du second (voir figure 1 A et B).

Le stimulus monoculaire à saturation ajustable servant à l'évaluation de la force de N était toujours présenté à l'œil adapté. Il était constitué d'une plage homogène rouge de saturation ajustable. Le

stimulus monoculaire à saturation ajustable servant à l'évaluation de la force de P était toujours présenté à l'œil controlatéral à l'œil adapté. Il était constitué d'une plage homogène cyan de saturation ajustable. Ce stimulus test a été utilisé à maintes reprises afin d'étudier N et P (Delorme, 1989; Beauchemin, 1992; Beauchemin, Faubert, Delorme et Bérubé, 1993; Delorme, 1994; Delorme et Gosselin, 1995).

Quand les deux stimuli monoculaires des stimuli test occupent des régions rétiniennes correspondantes d'un sujet, ce dernier voit, inscrit dans un cadre, quatre rectangles hachurés sur un fond homogène. Le stimulus d'évaluation de la force de N permet au sujet de faire jouer la saturation d'un rouge objectif dans l'œil adapté au rouge et, par suite, d'éliminer toute couleur subjective dans les deux rectangles hachurés présentés à cet œil en référence au fond du stimulus. Quant au stimulus d'évaluation de la force de P, il permet au sujet d'ajuster la saturation d'un cyan objectif dans l'œil controlatéral à l'œil adapté et, par suite, d'enrayer toute trace de couleur subjective dans cet œil en référence au fond du stimulus. Ces deux stimuli test permettent de prendre des mesures ponctuelles de N et de P (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédé d'annulation chromatique). Nous utiliserons aussi un troisième stimulus test dans lequel le stimulus monoculaire à saturation ajustable (n'importe lequel) sera toujours complètement désaturé (blanc). Nous parlerons alors de stimulus test neutre.

Procédure

L'expérience durait environ 4 heures. Elle était composée de trois phases: une batterie de tests préliminaires, une phase de pratique et une phase critique.

Batterie de tests préliminaires

Nous faisons passer trois tests préliminaires à nos sujets.

Premièrement, nous leur faisons passer le test de Ishihara (1960). Celui-ci permet de révéler les anomalies de la vision chromatique les plus usuelles telle la protanopie (ou daltonisme). Tous les sujets testés avaient une vision chromatique normale.

Deuxièmement, nous vérifions si nos sujets étaient capables de voir de la profondeur dans un stéréogramme à points aléatoires (p. ex. Julesz, 1967). Ce test permet de mettre en évidence certains problèmes de la vision binoculaire; il est administré de façon routinière aux participants aux expériences sur la rivalité binoculaire (p. ex. van der Zwan et al., 1993). Tous les sujets testés parvenaient à voir de la profondeur dans un stéréogramme à points aléatoires.

Troisièmement, nous vérifions si nos sujets étaient en mesure de voir N et P. Nous ajustons, d'abord, la hauteur de la chaise sur laquelle ils étaient assis de sorte que leur menton repose confortablement sur une mentonnière; puis, nous ajustons la hauteur d'un stéréoscope de Brewster intercalé entre eux et un écran d'ordinateur à celle de leurs yeux; nous ajustons, enfin, la hauteur de l'écran d'ordinateur de manière à ce que la

portion centrale de nos stimuli (c'est-à-dire les stimuli monoculaires) soit vue par nos sujets. La suite de ce test préliminaire se déroulait dans la pénombre. Les sujets fusionnaient verticalement deux carrés de fixation gris ($0,5^\circ$ par $0,5^\circ$) en faisant varier la distance qui les séparait. Cet ajustement s'effectuait au moyen d'une souris d'ordinateur. Lorsque les deux carrés de fixation paraissaient parfaitement superposés aux sujets, ceux-ci appuyaient sur le bouton de la souris d'ordinateur. Cette manœuvre visait à trouver l'indice de fusion de tous les stimuli présentés pendant ce test préliminaire. L'indice de fusion de deux points colinéaires aux yeux correspond à l'angle qu'il faut entre ces points pour qu'ils occupent des régions rétiniennes correspondantes. Cet indice de fusion dépend de l'horoptère qui dépend, lui-même, de la position angulaire des yeux (p. ex. Ogle, 1964). Puis venaient les présentations successives et conditionnelles des stimuli suivants (les carrés de fixation disparaissaient aussitôt l'indice de fusion trouvé): le stimulus test neutre suivi du stimulus d'adaptation au rouge, puis, à nouveau, du stimulus test neutre. Nous demandions à nos sujets de nous avertir si le cadre fin qu'ils voyaient se dédoublait (c'est-à-dire si les stimuli monoculaires ne paraissaient plus superposés au sujet), à n'importe quel moment, pendant la présentation de nos stimuli. Le cas échéant, nous faisons une pause de quelques minutes, puis, nous reprenions ce test préliminaire depuis le début. Ensuite, notre stimulus test neutre était présenté aux sujets. Nous leur demandions si les quatre rectangles paraissaient de la même couleur que le fond. Si les sujets répondaient par la négative à cette question, nous faisons une pause de quelques minutes, puis, nous reprenions ce test préliminaire depuis le début; cela permettait de nous assurer que les sujets n'étaient en proie à des résidus d'effets consécutifs chromatiques.

Si les sujets répondaient par l'affirmative, nous leur présentions le stimulus d'adaptation au rouge pendant 30 s. Finalement, nous présentions, à nouveau, notre stimulus test neutre à nos sujets. Nous leur demandions alors de quelle(s) couleur(s) paraissait teinté chacun des quatre rectangles hachurés. Si leur réponse était conforme à celle des sujets capables de voir N et P (voir INTRODUCTION, Effets consécutifs chromatiques), nous les retenions pour la suite de l'expérience. Tous les sujets testés étaient en mesure de voir N et P.

Phase de pratique et phase critique

Le reste de l'expérience se déroulait entièrement dans la pénombre. Il consistait en une phase critique d'exactly 16 essais, précédée d'une phase de pratique d'au moins huit essais.

Chaque essai durait environ 3 minutes. Des pauses de plus de 5 minutes séparaient les essais les uns des autres². Pendant les essais, les sujets regardaient constamment l'écran d'ordinateur à travers le stéréoscope, le menton posé sur la mentonnière, le tout préalablement ajusté (voir Méthodologie, Procédure, Batterie de tests préliminaires); entre les essais, ils pouvaient prendre une posture plus confortable.

Nous décrivons la structure d'un essai en détail plus loin; nous nous contenterons, pour le moment, d'en donner la forme globale. Un essai

²Dans les expériences dont nous avons parlé en introduction, la durée de ces pauses variait entre 45 s (O'Shea et Crassini, 1981) et 5 minutes (p. ex. Blake et Fox, 1973).

était défini par une condition de durée d'adaptation chromatique au rouge (15, 30, 60 ou, encore, 90 s) et par une condition d'évaluation d'un des deux effets consécutifs chromatiques (soit N, soit P). Nous avons donc un total de huit essais possibles.

Les essais de la phase de pratique étaient pigés au hasard parmi les huit essais possibles. Nous soumettions nos sujets à huit essais, au moins, pendant cette phase de l'expérience. Tant et aussi longtemps que nos sujets n'avaient pas le sentiment d'avoir maîtrisé le procédé d'annulation chromatique (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédé d'annulation chromatique), nous les soumettions à de nouveaux essais de pratique. Ensuite, nous passions à la phase critique. Pendant celle-ci, nous présentions deux fois, à nos sujets, chacun des huit essais possibles. La moitié de nos sujets ont, d'abord, été soumis aux huit essais caractérisés par une évaluation de la force de P. Ces huit essais étaient présentés dans des ordres aléatoires. Bien entendu, il en allait de même pour les huit essais caractérisés par une évaluation de la force de N.

Structure d'un essai.

Chaque essai débutait par une prise de mesure de l'indice de fusion de nos stimuli (pour plus de détails voir section EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédure, Batterie de tests préliminaires). Les stimuli monoculaires de tous les stimuli présentés à nos sujets pendant cet essai étaient séparés horizontalement par cet indice de fusion.

Nous demandions aux sujets de nous avertir si le cadre fin des stimuli se dédoublait, à n'importe quel moment, pendant l'essai. Le cas

échéant, nous faisons une pause de quelques minutes, puis, nous reprenions l'essai depuis le début. D'abord, notre stimulus test neutre était présenté aux sujets. Nous faisons cela afin de nous assurer qu'il n'y avait pas de trace d'effet consécutif chromatique chez nos sujets (pour plus de détails voir section EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédure, Batterie de tests préliminaires). S'il n'y en avait pas, nous leur présentions alors le stimulus d'adaptation au rouge pendant 15, 30, 60 ou, encore, 90 s.

La tâche des sujets consistait, pendant cette phase de l'essai, à fixer le centre de la région encadrée de façon approximative afin de “concentrer” l'adaptation chromatique à la fovéa mais, néanmoins, de bouger leurs yeux de temps à autre pour éviter la formation d'images consécutives ainsi que pour diminuer la probabilité d'occurrence de l'effet Troxler (Troxler, 1804; Crovitz et Lockhead, 1967; Hollins, 1980). Cet effet est caractérisé par une disparition périodique des impressions rétinienne périphériques lorsque les yeux sont immobiles. Bien qu'ils soient phénoménologiquement semblables, il ne faut pas confondre l'effet Troxler et la rivalité binoculaire (Levelt, 1967).

Un essai se terminait par la présentation de l'un des stimuli d'évaluation de la force des effets consécutifs chromatiques. La tâche des sujets consistait, pendant cette phase de l'essai, à prendre des mesures ponctuelles de la force de l'effet consécutif approprié. Nous avons utilisé, à cette fin, le procédé d'annulation chromatique (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédé d'annulation chromatique).

Nous avons employé la méthode de réglage avec des séries croissantes et décroissantes pour optimiser la précision de nos mesures. Nous demandions à nos sujets d'effectuer des mesures ponctuelles de la force de N et de P alternativement croissantes et décroissantes. Pour prendre les mesures les mesures croissantes, les sujets passaient d'une situation "chromatique subjective" à une situation "achromatique subjective", alors que, pour prendre les mesures décroissantes, ils passaient d'une situation "achromatique subjective" à une situation "chromatique subjective". Cela nous donnait une borne inférieure: les sujets devaient augmenter infimement la saturation du rouge objectif (ou du cyan objectif) du stimulus monoculaire ajustable du stimulus d'évaluation de la force de N (ou de P) pour que l'effet chromatique subjectif disparaisse en référence au fond du stimulus; et une borne supérieure: les sujets devaient diminuer infimement la saturation du rouge objectif (ou de cyan objectif) du stimulus monoculaire ajustable du stimulus d'évaluation de la force de N (ou de P) pour que l'effet chromatique subjectif réapparaisse en référence au fond du stimulus.

La force de N et celle de P s'estompent avec le temps (p. ex. Delorme, 1989; Beauchemin, 1992; Beauchemin et al., 1993; Delorme, 1994; Delorme et Gosselin, 1995). La force de ces effets consécutifs chromatiques est donc fonction du temps. Aussi, pour nous permettre d'évaluer cette fonction, nos sujets devaient-ils effectuer plusieurs mesures ponctuelles alternativement croissantes et décroissantes de N et de P à travers le temps.

Pendant cette phase de l'essai, les sujets devaient déplacer la souris d'ordinateur de droite à gauche et appuyer sur le bouton de la souris aussitôt que l'effet consécutif chromatique (soit N, soit P) disparaissait—en référence au fond du stimulus—pour effectuer une mesure ponctuelle croissante; puis, ils devaient déplacer la souris d'ordinateur de gauche à droite et appuyer sur le bouton de la souris aussitôt que l'effet consécutif chromatique (soit N, soit P) réapparaissait—en référence au fond du stimulus—pour effectuer une mesure ponctuelle décroissante. Avec le temps, les mouvements des sujets devenaient de plus en plus courts. Nous leur demandions: (1) d'effectuer environ une mesure ponctuelle par seconde, (2) de ne pas sursaturer le stimulus, (3) de répondre aussitôt que la couleur apparaissait ou disparaissait (en référence au fond du stimulus) dans les deux rectangles appropriés et (4) de toujours utiliser le même critère de décision au cours de l'expérience (p. ex. Van der Zwan et al., 1993). Si les sujets manquaient à l'une de ces consignes, l'essai était repris depuis le début.

Les mesures de saturation (en pourcentage) faites par nos sujets et le moment de leur saisie étaient enregistrés automatiquement par RivBin (Gosselin, 1995; voir APPENDICE A: RIVBIN).

Un essai se terminait lorsque le subjectif rencontrait l'objectif, pour ainsi dire. Un essai prenait fin, en d'autres mots, lorsque les sujets ne voyaient plus de couleur, en référence au fond du stimulus, dans les deux rectangles hachurés du stimulus de suppression permanente ajustable et que ceux-ci étaient objectivement achromatiques.

Résultats et discussion

La seule variable indépendante de l'expérience 1 est le type d'essai (celui-ci est défini, nous le rappelons, par une condition de durée d'adaptation au rouge et par des mesures de la force soit de N, soit de P); la seule variable dépendante de cette expérience est l'ensemble des mesures ponctuelles croissantes et décroissantes de la force de N et celles de la force de P effectuées par nos sujets.

La première étape de l'analyse de nos données a pour but de dériver des mesures globales de la force de N et de celle de P: nous utiliserons, suivant Beauchemin (1992), l'aire sous le meilleur prédicteur polynomial des données pour un certain sujet et pour un type d'essai donné. La méthode statistique qui s'impose ici est la régression polynomiale (APPENDICE B: RÉGRESSION POLYNOMIALE ET CALCUL DES AIRES).

Nous avons reproduit les facteurs des polynômes qui constituent les meilleurs prédicteurs des mesures de nos sujets par type d'essai à l'appendice C (APPENDICE C: MEILLEURS POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE 1).

Tous ces polynômes sont du premier degré. Ils satisfont tous au critère des plus stricts de Draper et Smith ($p < 0,05$) servant à décider si un polynôme est un bon prédicteur (voir APPENDICE B: RÉGRESSION POLYNOMIALE ET CALCUL DES AIRES). De plus, aucun des coefficients de détermination multiples (R^2) de ces polynômes n'est

inférieur à 0,90; ce qui revient à dire qu'aucun de ces polynômes n'explique moins de 90% de la variance des données.

La seconde étape de notre analyse vise à vérifier si, pour chaque sujet, ces mesures globales de la force de N et de celle de P sont fonctions de la durée pendant laquelle l'information chromatique parvient aux sites responsables des adaptations dont résultent chacun de ces deux effets (voir Introduction). À cette fin, nous procéderons à de nouvelles régressions polynomiales.

À la colonne “aires” du tableau 7 de l'appendice C (APPENDICE C: MEILLEURS POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE 1), nous donnons les mesures globales de la force de N et de celle de P pour toutes les conditions de durées d'adaptation et pour tous les sujets. Aux figures 3, 4, 5 et 6, nous avons représenté, pour chacun de nos quatre sujets, les diagrammes de dispersion des mesures globales de la force de N et celles de la force de P en fonction des durées d'adaptation.

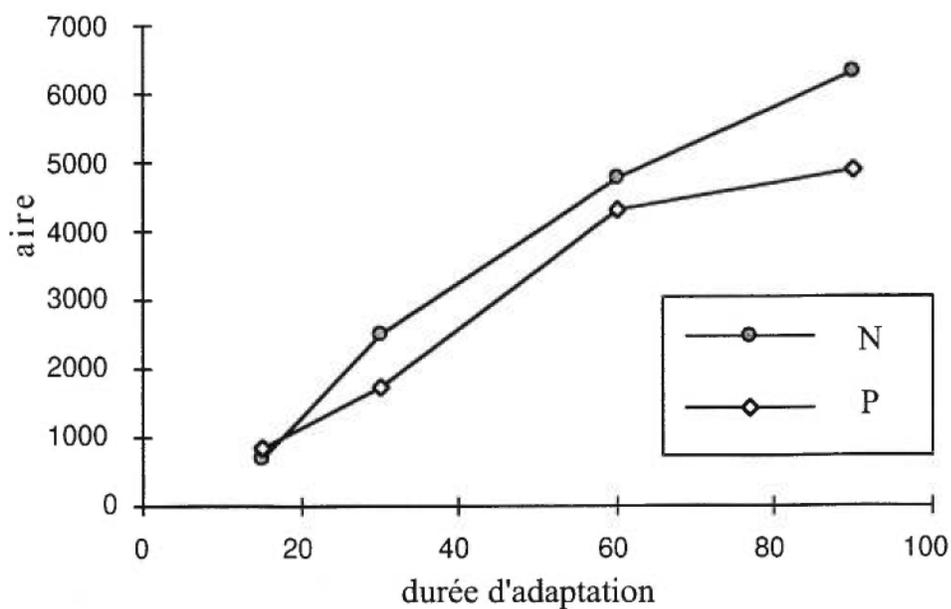


Figure 3. Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 1.

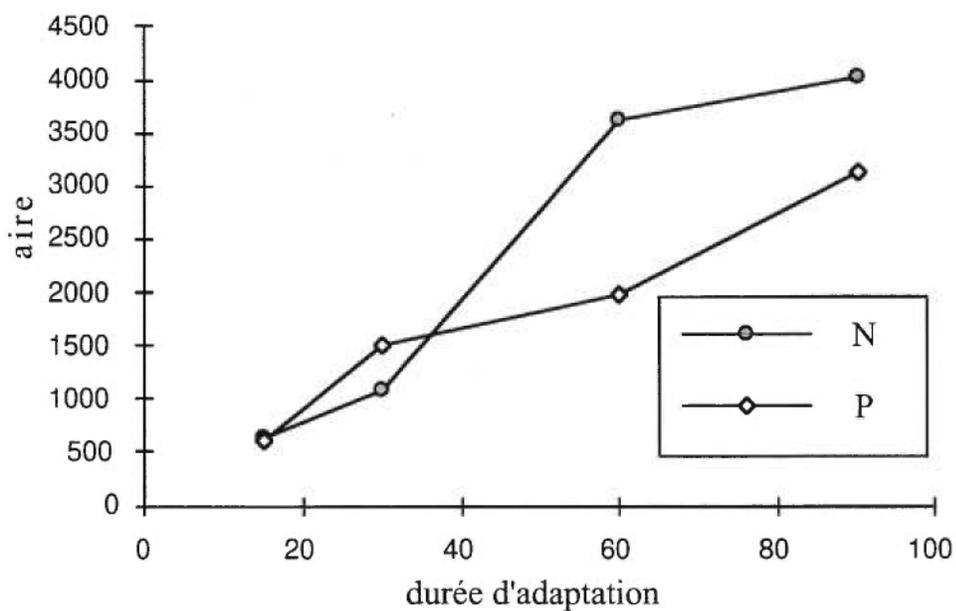


Figure 4. Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 2.

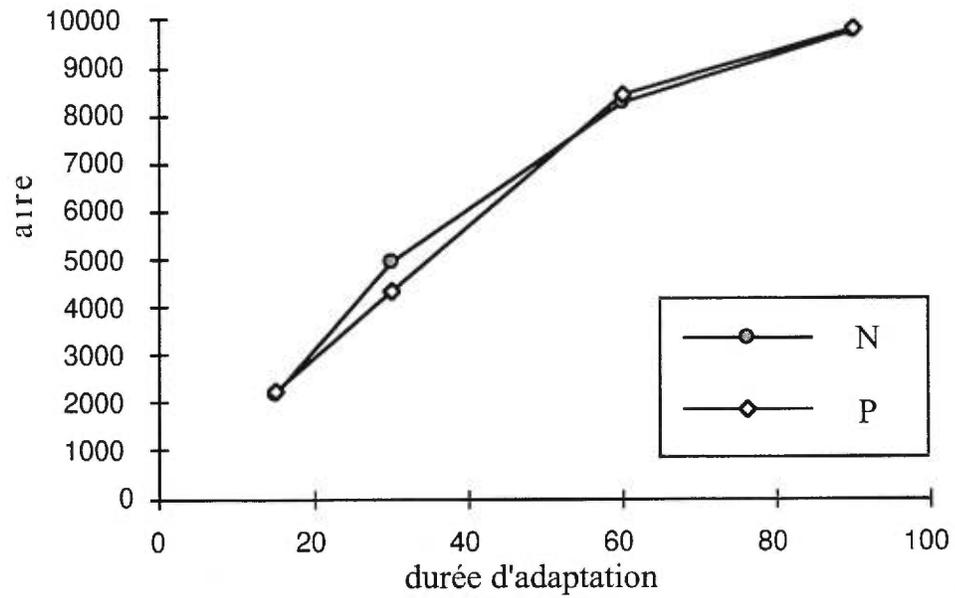


Figure 5. Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 3.

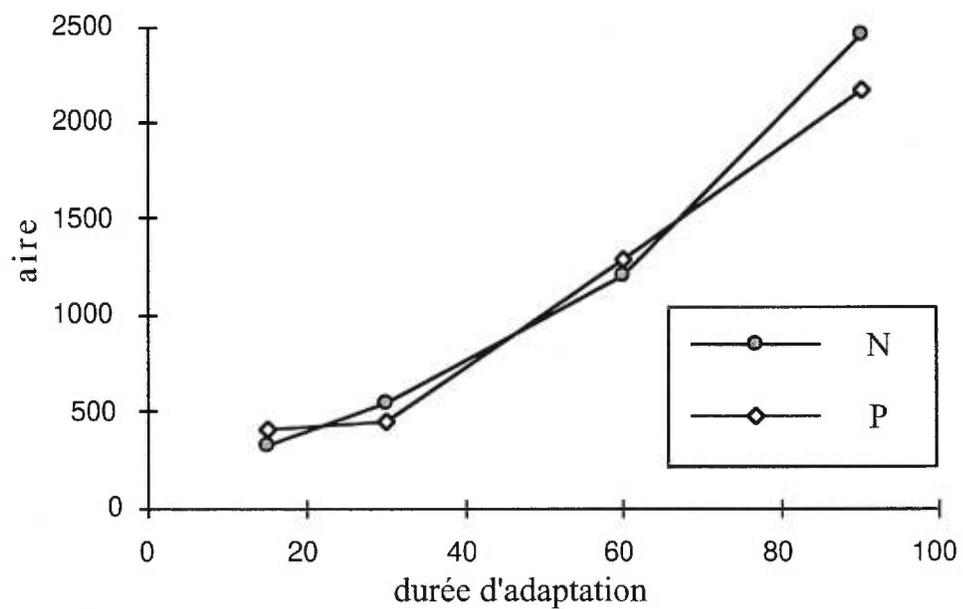


Figure 6. Mesures globales de nos deux effets consécutifs en fonction de la durée de l'adaptation pour le sujet 4.

On s'aperçoit aisément à l'œil nu qu'il existe des relations entre les durées d'adaptation et les mesures globales de la force de N et celles de la force de P. De nouvelles régressions polynomiales révèlent des relations linéaires significatives ($p < 0,05$) entre ces deux variables pour chacun de nos deux effets consécutifs chromatiques et pour tous les sujets. Aucun R^2 n'est plus petit que 0,91.

Il semble raisonnable de conclure que, jusqu'à 90 s, au moins, notre mesure globale de la force de N et celle de la force de P augmente linéairement avec la durée pendant laquelle l'information chromatique parvient aux sites responsables des adaptations dont résultent chacun de ces deux effets.

EXPÉRIENCE 2

Méthodologie

L'expérience 1 a montré qu'une mesure globale de la force de l'effet consécutif résultant d'une adaptation chromatique monoculaire (N) ainsi que celle de son transfert interoculaire (P) sont fonctions de la durée pendant laquelle l'information chromatique parvient aux sites responsables des adaptations dont résultent chacun de ces deux effets. L'expérience 2 avait pour but de découvrir si—en situation de rivalité binoculaire entre deux stimuli monoculaires: l'un rouge (parvo), l'autre achromatique (soit parvo, soit magno)—l'information chromatique parvient aux sites responsables de N et de P, respectivement, pendant la période de visibilité d'un stimulus monoculaire rouge ou, encore, pendant sa période de présentation.

Sujets

Les quatre sujets de l'expérience 2 étaient les mêmes que ceux de l'expérience 1. Ils avaient tous une vision chromatique normale; ils pouvaient tous voir de la profondeur dans un stéréogramme à points aléatoires; et ils étaient en mesure de voir N et P (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Sujets et EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédure, Batterie de tests préliminaires). Ils n'ont pas été rémunérés pour leur participation à cette expérience. Nous avons sauvegardé leurs données dans des répertoires identifiés par un nombre arbitraire afin d'assurer leur confidentialité.

Matériel

La présentation des stimuli et l'acquisition des données étaient contrôlées par une version modifiée de RivBin (Gosselin, 1995; voir

APPENDICE A: RIVBIN). Pour le reste, nous avons utilisé le même matériel que celui que nous avons utilisé au cours de l'expérience 1. Les stimuli étaient présentés sur un écran Trinitron couleur haute résolution. Un stéréoscope de Brewster fixé devant l'écran et un séparateur vertical garantissaient une présentation dichoptique de nos stimuli. Une mentonnière permettait d'immobiliser la tête des sujets devant le stéréoscope. Ceux-ci répondaient par l'entremise d'une souris d'ordinateur (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Matériel).

Stimuli

Nous avons fait usage de trois types de stimuli pour cette seconde expérience: (1) trois stimuli d'adaptation au rouge, (2) deux stimuli de suppression permanente et (3) trois stimuli test.

La forme globale des stimuli de l'expérience 2 était la même que celle des stimuli de l'expérience 1: tous nos stimuli monoculaires étaient présentés sur un fond homogène noir ; et ils étaient composés de deux carrés d'environ 10° par 10° délimités par un cadre fin gris. Aucun de nos stimuli monoculaires n'était doté d'un point de fixation.

Notre premier stimulus d'adaptation au rouge (notre stimulus d'adaptation au rouge) était identique à celui que nous avons utilisé pour notre première expérience. Il était constitué d'un stimulus monoculaire homogène rouge et d'un stimulus monoculaire homogène noir. Nous avons utilisé ce stimulus dans nos conditions d'adaptation chromatique en reprise (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure).

Quand les deux stimuli monoculaires de ce stimulus d'adaptation au rouge occupent des régions rétiniennes correspondantes d'un sujet, ce dernier voit, inscrit dans un cadre, une plage homogène rouge, pour l'essentiel (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Stimuli pour plus de détails).

Notre deuxième stimulus d'adaptation au rouge (notre stimulus d'adaptation au rouge parvo) était constitué du même stimulus monoculaire rouge que le stimulus précédent et d'un stimulus monoculaire de suppression parvo consistant en un réseau carré (3 cycles/deg) noir et blanc vertical (voir INTRODUCTION, Systèmes parvo et magno). Nous avons utilisé ce stimulus dans nos conditions d'adaptation chromatique en rivalité binoculaire parvo (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure).

Quand les deux stimuli monoculaires de ce stimulus d'adaptation au rouge occupent des régions rétiniennes correspondantes d'un sujet, ce dernier voit, inscrit dans un cadre, une alternance d'une plage homogène rouge et du réseau carré, avec une légère domination du réseau sur le chromatique.

Notre troisième et dernier stimulus d'adaptation au rouge (notre stimulus d'adaptation au rouge magno) était constitué du même stimulus monoculaire homogène rouge que les deux autres stimuli d'adaptation au rouge et d'un stimulus monoculaire de suppression parvo composé de carrés concentriques (3 cycles/deg) alternativement noirs et blancs en mouvement d'expansion (voir INTRODUCTION, Systèmes parvo et

magno). Nous avons utilisé ce stimulus dans nos conditions d'adaptation chromatique en rivalité binoculaire magno (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure).

Quand les deux stimuli monoculaires de ce stimulus d'adaptation au rouge occupent des régions rétiniennes correspondantes d'un sujet, ce dernier voit, inscrit dans un cadre, une alternance d'une plage homogène rouge et de carrés concentriques en expansion, avec une légère domination de ceux-ci sur celui-là.

Notre premier stimulus de suppression permanente (notre stimulus de suppression permanente parvo) était constitué d'un stimulus monoculaire homogène noir et du stimulus monoculaire parvo de notre stimulus d'adaptation au rouge parvo, c'est-à-dire d'un réseau carré (3 cycles/dég) noir et blanc vertical. Nous avons utilisé ce stimulus dans nos conditions d'adaptation chromatique en reprise parvo (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure).

Quand les deux stimuli monoculaires de ce stimulus de suppression permanente parvo occupent des régions rétiniennes correspondantes d'un sujet, ce dernier voit, inscrit dans un cadre, le réseau carré, pour l'essentiel, et une plage homogène noire, à l'occasion.

Notre second stimulus de suppression permanente (notre stimulus de suppression permanente magno) était, lui aussi, constitué d'un stimulus monoculaire homogène noir et du stimulus monoculaire magno de notre stimulus d'adaptation chromatique magno, c'est-à-dire d'un stimulus

monoculaire composé de carrés concentriques alternativement noirs et blancs en mouvement d'expansion. Nous avons utilisé ce stimulus dans nos conditions d'adaptation chromatique en reprise magno (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure).

Quand les deux stimuli monoculaires de ce stimulus de suppression permanente magno occupent des régions rétiniennes correspondantes d'un sujet, ce dernier voit, inscrit dans un cadre, des carrés concentriques en mouvement d'expansion, pour l'essentiel, et une plage homogène noire, à l'occasion.

Les trois stimuli test de l'expérience 2 étaient les mêmes que ceux de l'expérience 1 (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Stimuli).

Procédure

L'expérience durait environ 5 heures. Elle était composée de trois phases: une phase d'ajustement des appareils, une phase de pratique et une phase critique.

Pendant la phase d'ajustement des appareils, nous ajustions, d'abord, la hauteur de la chaise sur laquelle les sujets étaient assis de sorte que leur menton repose confortablement sur une mentonnière; puis, nous ajustions la hauteur du stéréoscope du Brewster intercalé entre eux et un écran d'ordinateur à celle de leurs yeux; finalement, nous ajustions la hauteur de l'écran d'ordinateur pour que la portion centrale de nos stimuli soit vue par nos sujets.

La suite de l'expérience se déroulait entièrement dans la pénombre. La phase de pratique consistait en, au moins, quatre essais en condition de rivalité binoculaire suivis de, au moins, huit essais en condition de reprise. La phase critique consistait en, exactement, huit essais en condition de rivalité binoculaire suivis de, exactement, 16 essais en condition de reprise.

Chaque essai durait environ 3 minutes. Pendant les essais, les sujets regardaient constamment l'écran d'ordinateur à travers le stéréoscope de Brewster, le menton posé sur la mentonnière, le tout préalablement ajusté; entre les essais, ils pouvaient prendre une posture plus confortable. Des pauses de plus de 5 minutes séparaient les essais les uns des autres.

La structure des essais pendant la phase de pratique et la phase critique était exactement la même. Nous décrivons cette structure en détail plus loin. Pour le moment, contentons-nous d'en donner la forme globale. Un essai était caractérisé par une condition d'évaluation d'un des deux effets consécutifs chromatiques (soit N, soit P) et par une condition d'adaptation. Nos conditions d'adaptation (RB-Pa, RB-Ma, CR-Pa, CR-Ma, LR-Pa et LR-Ma) variaient suivant deux dimensions: une condition de suppression (soit magno [Ma], soit parvo [Pa]) et une condition de présentation (rivalité binoculaire [RB], longue reprise [LR] ou, encore, courte reprise [CR]). Nous avons donc un total de 12 essais possibles.

Les essais de la phase de pratique étaient pigés au hasard parmi ces 12 essais possibles avec les restrictions suivantes sur les conditions

d'adaptation des essais: RB-Pa devait précéder CR-Pa et LR-Pa; et RB-Ma devait précéder CR-Ma et LR-Ma (nous expliquerons pourquoi à la section EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure, Structure d'un essai). Les sujets étaient soumis à, au moins, 12 essais pendant la phase de pratique. Tant et aussi longtemps qu'ils n'avaient pas le sentiment d'avoir maîtrisé le procédé d'annulation chromatique (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédé d'annulation chromatique) et la méthode de visibilité exclusive servant à rapporter le cours de la rivalité binoculaire (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure, Structure d'un essai), nous les soumettions à de nouveaux essais de pratique.

Ensuite, nous passons à la phase critique. Les 24 essais présentés durant cette phase de l'expérience étaient l'ensemble de tous les essais possibles, chacun présenté deux fois. La moitié de nos sujets ont été soumis, d'abord, aux 12 essais caractérisés par une évaluation de la force de P. Ces 12 essais étaient présentés dans un ordre aléatoire avec les mêmes restrictions sur les conditions d'adaptation que celles pendant la phase de pratique: RB-Pa devait précéder CR-Pa et LR-Pa; et RB-Ma devait précéder CR-Ma et LR-Ma (nous expliquerons pourquoi à la section EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Procédure, Structure d'un essai). Bien entendu, il en allait de même pour les 12 essais caractérisés par une évaluation de la force de N.

Structure d'un essai

Chaque essai débutait par une mesure de l'indice de fusion de tous les stimuli présentés pendant cet essai: les sujets fusionnaient verticalement deux carrés de fixation ($0,5^\circ$ par $0,5^\circ$) en faisant varier la

distance qui les séparait. Cet ajustement s'effectuait au moyen d'une souris d'ordinateur. Lorsque les deux carrés de fixation leur paraissaient parfaitement superposés, les sujets appuyaient sur le bouton de la souris d'ordinateur (pour plus de détails voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédure).

Nous demandions aux sujets de nous avertir si le cadre fin de nos stimuli se dédoublait à n'importe quel moment pendant l'essai. Quand cela se produisait, nous faisons une pause de quelques minutes, puis, nous reprenions l'essai depuis le début.

D'abord, notre stimulus test neutre était présenté aux sujets. Nous leur demandions, alors, si les quatre rectangles paraissaient de la même couleur que le fond du stimulus. Tant et aussi longtemps que les sujets répondaient par la négative à cette question, nous faisons une pause de quelques minutes, puis, nous reprenions cet essai depuis le début; cela permettait de nous assurer que les sujets n'étaient pas sous l'emprise de résidus d'effets consécutifs chromatiques.

Ensuite, les sujets étaient soumis à l'une des six conditions d'adaptation (RB-Pa, CR-Pa, LR-Pa, RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma) pendant 60 s. La condition RB-Pa consistait en la présentation de notre stimulus d'adaptation au rouge parvo; la condition RB-Ma consistait en la présentation de notre stimulus d'adaptation au rouge magno; les conditions CR-Pa et LR-Pa consistaient en de multiples présentations successives de notre stimulus de suppression permanente parvo et de notre stimulus d'adaptation au rouge neutre (nous expliquerons la

différence entre ces deux conditions d'adaptation sous peu); et les conditions CR-Ma et LR-Ma consistaient en de multiples présentations successives de notre stimulus de suppression permanente magno et de notre stimulus d'adaptation au rouge neutre.

La tâche des sujets consistait, pendant cette phase de l'essai, à fixer le centre de la région encadrée de façon approximative afin de “concentrer” l'adaptation chromatique à la fovéa mais, néanmoins, de bouger leurs yeux de temps à autre pour diminuer la probabilité d'occurrence de l'effet Troxler (voir EXPÉRIENCE 1, Méthodologie, Procédure, Phase de pratique et phase critique, Structure d'un essai). Lorsque les sujets étaient soumis soit à RB-Pa, soit à RB-Ma (c'est-à-dire à l'une des deux conditions d'adaptation en rivalité binoculaire), ils devaient, en plus, appuyer sur une première touche d'un clavier d'ordinateur pour signaler qu'ils ne voyaient que le stimulus monoculaire chromatique, appuyer sur une deuxième touche pour signaler qu'ils ne voyaient que le stimulus monoculaire achromatique et appuyer sur une troisième touche pour signaler qu'ils voyaient une mosaïque des deux stimuli monoculaires. Il s'agit d'une méthode fréquemment utilisée pour rapporter le cours de la rivalité binoculaire appelée method of exclusive visibility ou, traduit littéralement, méthode de visibilité exclusive (p. ex. Wade, 1974; Wade, 1975; Hollins et Leung, 1978; Hollins, 1980).

Nous demandions à nos sujets de noter le cours de la rivalité binoculaire parce que notre but, ici, était de comparer la force de nos effets consécutifs chromatiques suite à deux classes de conditions d'adaptation chromatique: des conditions d'adaptation au rouge en rivalité

binoculaire (RB-Pa et RB-Ma) pendant lesquelles les durées des périodes de visibilité d'une plage homogène rouge étaient nettement moindres que les durées de ses périodes de présentation (dans un rapport d'environ 1:2); et des conditions d'adaptation au rouge en reprise (CR-Pa, LR-Pa, CR-Ma et LR-Ma) pendant lesquelles les durées et les ordres des périodes de visibilité et de présentation de la plage homogène rouge étaient les mêmes que les durées et les ordres des périodes de visibilité rapportées pendant les conditions d'adaptation en rivalité binoculaire correspondantes (soit Pa, soit Ma). Cela explique la raison d'être de la contrainte dont nous avons parlé plus haut à savoir que RB-Pa devait précéder CR-Pa et LR-Pa, et que RB-Ma devait précéder RB-Ma et CR-Ma: nous avons besoin des mesures prises par les sujets pendant les conditions RB-Pa et RB-Ma pour déterminer CR-Pa et LR-Pa, et CR-Ma et LR-Ma, respectivement.

Maintenant, nous expliquons minutieusement comment étaient dérivées nos conditions d'adaptation en reprise (CR-Pa, LR-Pa, CR-Ma et LR-Ma) de nos conditions d'adaptation en rivalité binoculaire (RB-Pa et RB-Ma). Les périodes pendant lesquelles un sujet a vu exclusivement la plage homogène rouge d'un stimulus d'adaptation au rouge parvo (ou magno) pendant RB-Pa (ou RB-Ma) étaient remplacées, ici, par des périodes pendant lesquelles on lui présentait le stimulus d'adaptation au rouge neutre. Quand ce stimulus est présenté à un sujet, nous le rappelons, ce dernier voit une plage homogène rouge, pour l'essentiel, et une plage homogène noire, à l'occasion (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Stimuli). De même, les périodes pendant lesquelles un sujet a vu exclusivement le réseau carré (ou les carrés concentriques en

expansion) d'un stimulus d'adaptation au rouge parvo (ou magno) pendant RB-Pa étaient remplacées par des périodes pendant lesquelles on lui présentait le stimulus de suppression permanente parvo (ou magno) composé du même réseau carré (ou des mêmes carrés concentriques en expansion) et d'une plage homogène achromatique. Quand ces stimuli sont présentés à un sujet, ce dernier voit un réseau carré et des carrés en expansion, respectivement, pour l'essentiel, et une plage homogène noire, à l'occasion (voir EXPÉRIENCE 2, Méthodologie, Stimuli).

Nous ne pouvions, cependant, connaître avec exactitude la composition en rouge des périodes pendant lesquelles les sujets voyaient une mosaïque de rouge et du réseau carré (ou de carrés en expansion). Nous savions que ces proportions—comme toutes les proportions—se situaient entre 0 et 1. Nous remplacions donc les périodes pendant lesquelles les sujets voyaient une mosaïque de rouge et du réseau carré (ou de carrés concentriques en expansion) dans notre stimulus d'adaptation parvo (ou magno) pendant RB-Pa (ou RB-Ma) par le stimulus d'adaptation au rouge neutre (condition LR-Pa [“LR” pour longue reprise] lorsque le stimulus monoculaire remplacé était de type parvo; et condition LR-Ma lorsque le stimulus remplacé était de type magno), dans un premier essai, et par le stimulus de suppression permanente approprié (condition CR-Pa [“CR” pour courte reprise] lorsqu'il s'agissait d'un stimulus de type parvo composé d'un réseau carré; et condition CR-Ma lorsqu'il s'agissait d'un stimulus de type magno composé de carrés concentriques en expansion), dans un second essai. Ces deux conditions nous donnaient deux bornes à l'intérieur desquelles se trouvait nécessairement la durée exacte de visibilité du rouge.

À un sujet qui aurait vu, pendant RB-Ma, une plage homogène rouge, exclusivement, pendant 5 s, puis une mosaïque de rouge et de carrés concentriques en expansion pendant 10 s, et, finalement des carrés concentriques en expansion, exclusivement, pendant 15 s, par exemple, nous aurions présenté, dans un premier essai (CR-Ma), le stimulus d'adaptation au rouge neutre pendant 5 s, suivi du stimulus de suppression permanente magno pendant 25 s; et nous aurions présenté, dans un second essai (LR-Ma), le stimulus d'adaptation au rouge neutre pendant 15 s, suivi du stimulus de suppression permanente magno pendant 15 s.

Finalement, nous présentions un de nos stimuli d'évaluation de la force des effets consécutifs chromatiques. La tâche des sujets consistait, pendant cette phase de l'essai, à prendre de multiples mesures ponctuelles alternativement croissantes et décroissantes de la force de l'effet consécutif approprié. Nous avons utilisé, à nouveau, le procédé d'annulation chromatique (voir EXPÉRIENCE 1, Méthode, Procédé d'annulation chromatique).

Nous demandions aux sujets: (1) d'effectuer environ une mesure ponctuelle par seconde, (2) de ne pas sursaturer le stimulus, (3) de répondre aussitôt que la couleur apparaissait ou disparaissait (en référence au fond du stimulus) dans les deux rectangles appropriés et (4) de toujours utiliser le même critère de décision au cours de l'expérience. Si les sujets manquaient à l'une de ces consignes, l'essai était repris

depuis le début (voir EXPÉRIENCE 1, Méthode, Procédure, Phase de pratique et phase critique, Structure d'un essai).

Un essai prenait fin lorsque les sujets ne voyaient plus de couleur, en référence au fond du stimulus, dans les deux rectangles hachurés du stimulus de suppression permanente ajustable et que ceux-ci étaient objectivement achromatiques.

Résultats et discussion

La seule variable indépendante de l'expérience 2 est le type d'essai (mesures de N: RB-Ma, RB-Pa, CR-Ma, CR-Pa, LR-Ma et LR-Pa; et mesures de P: RB-Ma, RB-Pa, CR-Ma, CR-Pa, LR-Ma et LR-Pa); les deux variables dépendantes sont les mesures ponctuelles croissantes et décroissantes de la force de N et celles de la force de P ainsi que le cours de la rivalité binoculaire pendant les conditions d'adaptation RB-Ma et RB-Pa.

La première étape de l'analyse de nos données a pour but de tester l'hypothèse selon laquelle les durées de présentation du stimulus monoculaire rouge pendant les conditions d'adaptation RB-Ma et RB-Pa étaient plus longues que les durées de présentation/visibilité pendant les conditions d'adaptation CR-Ma et LR-Ma, et CR-Pa et LR-Pa, respectivement. Cette hypothèse est nécessaire pour la suite de l'analyse: s'il n'y avait pas de différence significative entre les mesures globales de la force des effets consécutifs, elle nous assurerait que ce n'est pas parce que les périodes de visibilité du stimulus monoculaire rouge étaient les

mêmes pendant les diverses conditions d'adaptation. Nous procéderons à une analyse de la variance (ANOVA) à mesures répétées sur un facteur.

Nous avons représenté les durées totales des périodes de présentation ou, encore, des périodes de visibilité, du stimulus monoculaire rouge (pendant les conditions d'adaptation en reprise les périodes de visibilité du stimulus rouge coïncident avec ses périodes de présentation) pour chacun de nos sujets et pour chaque condition d'adaptation en reprise (les essais caractérisés par des évaluations de N et ceux caractérisés par des évaluations de P confondus) à l'histogramme de la figure 7. On se souvient que, pendant les conditions d'adaptation en rivalité binoculaire, la durée totale de présentation du stimulus rouge était égale à 60 s.

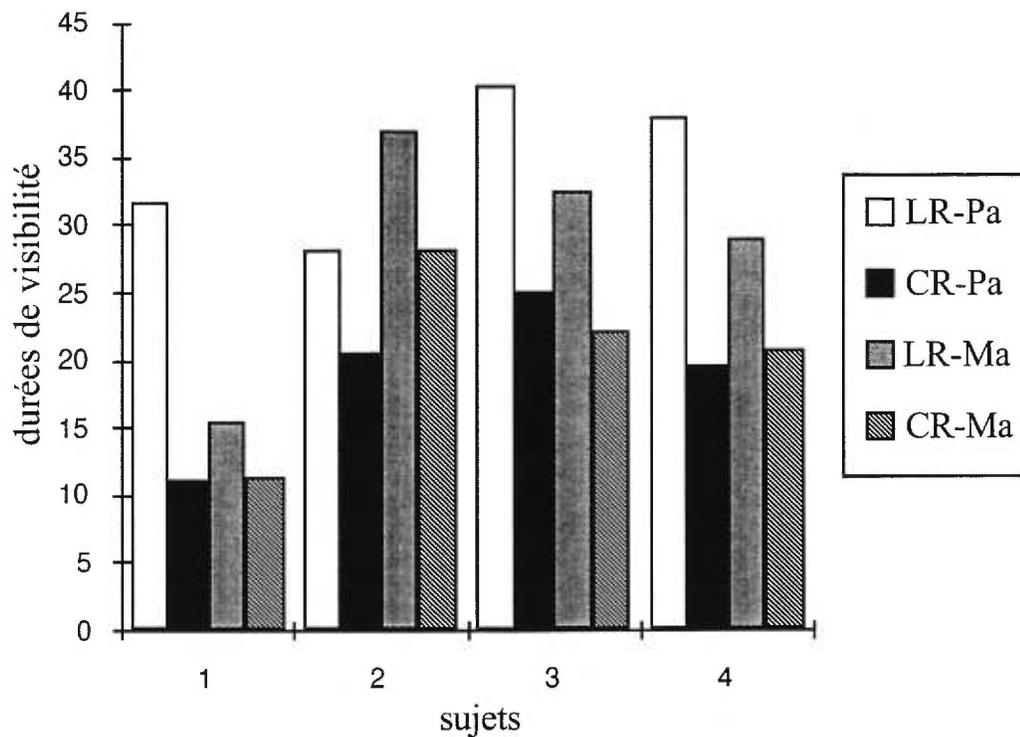


Figure 7. Durées de présentation du stimulus monoculaire rouge en fonction de la condition d'adaptation pour chaque sujet.

Lors de la condition CR-Pa, nous avons présenté, aux sujets, le stimulus composé d'un champ homogène rouge pendant un total moyen de 19,08 s avec un écart type de 5,84 s et, lors de la condition LR-Pa, nous leur avons présenté le même stimulus pendant un total moyen de 34,50 s avec un écart type de 5,54 s. Lors de la condition CR-Ma, nous avons présenté aux sujets le stimulus composé d'un champ homogène rouge pendant un total moyen de 20,53 s avec un écart type de 6,95 s et, lors de la condition LR-Ma, ils ont vu le même stimulus pendant un total moyen de 28,45 s avec un écart type de 9,28 s.

Nous procédons à une ANOVA à mesures répétées sur un facteur (p. ex. Winer, 1971) sur les durées de visibilité du stimulus chromatique

dans nos six conditions d'adaptation (RB-Ma, CR-Ma, LR-Ma, RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa). Celle-ci révèle qu'il existe, au moins, une différence significative entre ces trois moyennes ($F(4,12) = 45,58$ et $p < 0,01$).

Une série de tests post-hoc de Tukey montre que la durée de la présentation du stimulus d'adaptation lors de RB-Ma et de RB-Pa est significativement plus grande que les durées totales moyennes de présentation/visibilité du stimulus monoculaire rouge lors de toutes conditions d'adaptation en reprise (CR-Pa, LR-Pa, CR-Ma et LR-Ma); que la durée totale moyenne de présentation/visibilité du stimulus monoculaire rouge lors de LR-Pa est significativement plus grande que celle lors de CR-Pa; et, finalement, que les durées totales moyennes de présentation/visibilité du stimulus monoculaire rouge lors de LR-Ma et de CR-Ma ne sont pas significativement différentes l'une de l'autre (hsd = 10,33 avec $p < 0,05$).

Il s'agit, maintenant, de dériver des mesures globales pour chaque type d'essai pour chaque sujet. Nous utiliserons la même méthode que celle que nous avons employée à l'expérience 1: premièrement, nous trouverons les polynômes décrivant le mieux les mesures ponctuelles des sujets dans chaque essai et, deuxièmement, nous trouverons les aires sous ces polynômes (APPENDICE B: RÉGRESSION POLYNOMIALE ET CALCUL DES AIRES). Nous avons inscrit, au tableau 8 de l'appendice D (APPENDICE D: MEILLEURS POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE), les meilleurs prédicteurs polynomiaux de nos données.

Tous ces polynômes sont du premier degré. Ils sont tous de “bons prédicteurs” au sens des plus conservateurs de Draper et Smith ($p < 0,05$). Aucun de ces polynômes n'explique moins de 85% de la variance des données (c'est-à-dire qu'aucun de ces polynômes de régression n'a un R^2 plus petit que 0,85). Les aires de ces polynômes sont données à la colonne “aires” du tableau 8 de l'appendice D (APPENDICE D: MEILLEURS POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE),.

La dernière étape de notre analyse consiste à tester l'hypothèse selon laquelle la force des effets consécutifs résultant d'une adaptation—en situation de rivalité binoculaire entre deux stimuli monoculaires: l'un rouge, l'autre achromatique (soit parvo, soit magno)—l'information chromatique parvient aux sites responsables de N et de P, respectivement, pendant la période de visibilité d'un stimulus monoculaire d'adaptation au rouge.

À l'expérience 1, les mesures globales de la force des effets consécutifs N et de celles de la force de P variaient énormément d'un sujet à l'autre et, ici, il en est de même. Pour diminuer cette source indésirée de variance, nous avons normalisé nos données: nous avons divisé—pour chaque sujet et pour chaque condition d'évaluation de la force d'un effet consécutif—la mesure globale associée à RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma par celle associée à RB-Ma; et la mesure globale associée à RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa par celle associée à RB-Pa.

Les mesures globales de la force de N pour le sujet 1 en condition d'adaptation RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma, par exemple, sont égales à 4903,40, 596,48 et 718,42, respectivement (voir APPENDICE D: MEILLEURS POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE). En divisant chacune de ces mesures par 4903,40, nous obtenons: 1,00 pour la condition d'adaptation RB-Ma, 0,12 pour la condition d'adaptation CR-Ma et 0,15 pour la condition d'adaptation LR-Ma. L'ensemble des mesures globales ainsi modifiées se retrouve aux tableaux 2, 3, 4 et 5. Nous y avons, également, inscrit les moyennes de ces mesures globales normalisées pour chaque type d'essai.

Tableau 2

Mesures globales normalisées de la force de N pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma

Sujets	RB-Ma	CR-Ma	LR-Ma
1	1,00	0,20	0,23
2	1,00	0,83	0,77
3	1,00	0,45	0,51
4	1,00	0,35	0,33
Moyennes	1,00	0,46	0,46

Tableau 3

Mesures globales normalisées de la force de N pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa

Sujets	RB-Pa	CR-Pa	LR-Pa
1	1,00	0,19	0,36
2	1,00	0,77	0,72

3	1,00	0,47	0,57
4	1,00	0,34	0,35
Moyennes	1,00	0,44	0,50

Tableau 4

Mesures globales normalisées de la force de P pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma

Sujets	RB-Ma	CR-Ma	LR-Ma
1	1,00	0,12	0,15
2	1,00	0,29	0,26
3	1,00	0,63	0,68
4	1,00	0,48	0,42
Moyennes	1,00	0,38	0,38

Tableau 5

Mesures globales normalisées de la force de P pour toutes les conditions pour tous les sujets en conditions RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa

Sujets	RB-Pa	CR-Pa	LR-Pa
1	1,00	0,12	0,49
2	1,00	0,30	0,24
3	1,00	0,73	0,83
4	1,00	0,36	0,58
Moyennes	1,00	0,38	0,54

Nous procédons à quatre ANOVA à mesures répétées sur un facteur (p. ex. Winer, 1971) sur ces mesures globales normalisées.

La première porte sur les mesures globales normalisées de la force de N lors des conditions d'adaptation RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma (voir tableau 2). Celle-ci révèle qu'il existe une différence significative, au moins ($F(2,6) = 29,41$ et $p < 0,01$). Une série de tests post-hoc de Tukey montre que la mesure globale de la force de N moyenne est significativement plus grande lors de la condition d'adaptation RB-Ma que lors des conditions d'adaptation CR-Ma et LR-Ma, et qu'elle n'est pas significativement différente lors de ces deux dernières conditions d'adaptation ($hsd = 0,24$ avec $p < 0,05$)

La deuxième porte sur les mesures globales normalisées de la force de N lors des conditions d'adaptation RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa (voir tableau 3). Celle-ci révèle qu'il existe une différence significative, au moins ($F(2,6) = 15,89$ et $p < 0,01$). Une série de tests de Tukey montre que la mesure globale de la force de N moyenne est significativement plus grande lors de la condition d'adaptation RB-Pa que lors des conditions d'adaptation CR-Pa et LR-Pa, et qu'elle n'est pas significativement différente lors de ces deux dernières conditions d'adaptation ($hsd = 0,30$ avec $p < 0,05$)

La troisième porte sur les mesures globales normalisées de la force de P lors des conditions d'adaptation RB-Ma, CR-Ma et LR-Ma (voir tableau 4). Celle-ci révèle qu'il existe une différence significative, au moins ($F(2,6) = 17,87$ et $p < 0,01$). Une série de tests de Tukey montre que la mesure globale de la force de N moyenne est significativement plus grande lors de la condition d'adaptation RB-Ma que lors des

conditions d'adaptation CR-Ma et LR-Ma, et qu'elle n'est pas significativement différente lors de ces deux dernières conditions d'adaptation ($\text{hsd} = 0,24$ avec $p < 0,05$)

La dernière porte sur les mesures globales normalisées de la force de P lors des conditions d'adaptation RB-Pa, CR-Pa et LR-Pa (voir tableau 5). Celle-ci révèle qu'il existe une différence significative, au moins ($F(2,6) = 22,13$ et $p < 0,01$). Une série de tests de Tukey montre que la mesure globale de la force de N moyenne est significativement plus grande lors de la condition d'adaptation RB-Pa que lors des conditions d'adaptation CR-Pa et LR-Pa, et qu'elle n'est pas significativement différente lors de ces deux dernières conditions d'adaptation ($\text{hsd} = 0,24$ avec $p < 0,05$).

Ces résultats indiquent que—pendant la rivalité binoculaire entre une plage homogène rouge et des carrés concentriques en expansion (condition d'adaptation RB-Ma), et pendant la rivalité binoculaire entre la même plage homogène rouge et un réseau carré (condition d'adaptation RB-Pa)—l'information chromatique parvient en partie, au moins, aux sites responsables de N et de P.

Nous savons, cependant, que toute l'information chromatique est parvenue aux sites responsables de N et de P dans les divers conditions de l'expérience 1. Nous comparons donc, pour chaque sujet, la force normalisée des effets consécutifs N et P de la condition de durée d'adaptation de 60 s de l'expérience 1, et des conditions d'adaptation en

rivalité binoculaire (conditions de suppression et d'adaptation confondus) de l'expérience 2 (tableau 6).

Tableau 6

Mesures globales normalisées de la force de P de celle de N pour tous les sujets en rivalité binoculaire (RB) et en condition d'adaptation monoculaire (60 s)

Sujets	effets	60 s	RB
1	N	1,00	0,99
	P	1,00	1,00
2	N	1,00	1,03
	P	1,00	0,98
3	N	1,00	0,97
	P	1,00	1,05
4	N	1,00	1,09
	P	1,00	1,00
Moyennes	1,00	1,00	1,03

Une ultime ANOVA à mesures répétées ($F(1,7) = 0,02$) montre qu'il n'existe pas de différence significative entre ces résultats.

Il semble raisonnable de conclure, à la lumière de ces analyses, que—pendant la rivalité binoculaire entre une plage homogène rouge et un des carrés concentriques en mouvement d'expansion (condition d'adaptation RB-Ma), et pendant la rivalité binoculaire entre la même plage homogène rouge et un réseau carré (condition d'adaptation RB-Pa)—l'information chromatique parvient au site responsable de N et à celui

responsable de P pendant la période de présentation du stimulus monoculaire rouge plutôt que pendant sa période de visibilité. Par suite, soit que le site responsable de N et de P soient antérieurs à celui responsable de la rivalité binoculaire, soit que ces deux sites d'adaptation appartiennent à des circuits parallèles à celui de la rivalité binoculaire.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Notre première expérience a corroboré l'hypothèse selon laquelle des mesures globales de la force de l'effet consécutif résultant d'une adaptation monoculaire (N) et de celle de son transfert interoculaire (P) sont fonctions de la durée pendant laquelle l'information chromatique parvient aux sites responsables des adaptations dont résultent chacun de ces deux effets jusqu'à 90 s au moins.

Qui plus est, il semble que la relation entre ces deux variables soit linéaire. Pour déterminer la forme exacte de cette fonction, cependant, il faudrait répéter l'expérience 1 en multipliant les conditions de durée d'adaptation. Notre test statistique aurait alors une sensibilité accrue aux relations polynomiales de plus haut degré.

Notre seconde expérience a montré que—pendant la rivalité binoculaire entre une plage homogène rouge et un des carrés concentriques en mouvement d'expansion, et pendant la rivalité binoculaire entre la même plage homogène rouge et un réseau carré—l'information chromatique parvient au site responsable de N et à celui responsable de P pendant la période de présentation du stimulus monoculaire rouge plutôt que pendant sa période de visibilité. Cela implique que soit que le site responsable de N et celui responsable de P soient antérieurs à celui responsable de la rivalité binoculaire, soit que ces deux sites d'adaptation appartiennent à des circuits parallèles à celui de la rivalité binoculaire. Notre expérience ne permet pas de trancher (voir INTRODUCTION).

Comme l'ont fait remarquer O'Shea et Crassini (1981), il suffirait d'établir une double dissociation entre le site de la rivalité binoculaire et les deux sites d'adaptation à l'étude pour révéler que ces derniers appartiennent à des circuits parallèles à celui du site de la rivalité binoculaire. Il faudrait montrer, par exemple, que N et que P ne peuvent pas donner lieu à de la rivalité binoculaire...

Nous n'avons pas obtenu d'effet suite à nos variations du stimulus de suppression. Nous pensons qu'il vaudrait la peine d'essayer d'autres stimuli de suppression tout en maintenant constant notre stimulus d'adaptation parce que cela pourraient avoir des conséquences méthodologiques importantes.

Ce programme de recherche qui consiste à accumuler les emplacements relatifs du site de la rivalité binoculaire par rapport à des sites d'adaptations repose sur le postulat—fait explicitement seulement par Wiesenfelder et Blake (1990), par van der Zwan et al. (1993) et par van der Zwan et Wenderoth (1994)—selon lequel le site responsable de la rivalité binoculaire serait unique. Or, une autre façon de formuler ce postulat consiste à dire que, peu importe la paire de stimuli monoculaires utilisée pour induire de la rivalité binoculaire, le même site de rivalité binoculaire est toujours en cause. Considérez, un instant, l'hétérogénéité des stimuli utilisés dans les recherches que nous avons mentionnées en introduction (voir tableau 1). Si le postulat d'unicité du site responsable de la rivalité binoculaire était faux, alors il serait possible que ces recherches ne sondent pas tous le même site responsable de rivalité binoculaire.

La logique de notre test du postulat d'unicité du site de la rivalité binoculaire pourrait être utilisée avec n'importe quel stimulus monoculaire d'adaptation. Il serait, peut-être, préférable même d'utiliser un stimulus dont nous savons que le site d'adaptation est postérieur au site responsable de la rivalité binoculaire. Il semble plus difficile de trouver de trouver des effets consécutifs influencés par la rivalité binoculaire que des effets consécutifs qui ne le sont pas (van der Zwan et al., 1993; van der Zwan et Wenderoth, 1994). Il est donc légitime de penser que le changement du stimulus monoculaire de suppression d'un des stimuli de rivalité binoculaire utilisé dans ces expériences entraînera, le plus souvent, une conclusion d'antériorité du site responsable d'une adaptation par rapport à celui responsable de la rivalité binoculaire ou d'appartenance à des circuits parallèles du site responsable de cette adaptation et de celui responsable de la rivalité binoculaire.

Nous nous sommes contentés de discuter de l'emplacement relatif du site de la rivalité binoculaire dans la chaîne fonctionnelle des processus visuels humains. Des recherches futures, cependant, pourraient tenter de faire le pont entre le fonctionnel et le neurophysiologique. Van der Zwan et Wenderoth (1994), par exemple, ont déjà suggéré que V2 pourrait être l'emplacement neurophysiologique du site de la rivalité binoculaire sur les bases de résultats fonctionnels.

RÉFÉRENCES

- Barany, E. H. & Hallden, U. (1948). Phasic inhibition of the light reflex of the pupil during retinal rivalry. Journal of Neurophysiology, 11, 3-8.
- Beauchemin, M. J. (1992). Transfert interoculaire d'un effet d'adaptation chromatique monoculaire. Mémoire de maîtrise non publié, Université de Montréal.
- Beauchemin, M. J., Faubert, J., Delorme, A. et Bérubé, R. (1993). Interocular transfer of a positive colour aftereffect. Investigative Ophthalmology and Visual Science, 34, 216.
- Blake, R. (1989). A neural theory of binocular rivalry. Psychological Review, 96 (1), 145-167.
- Blake, R. et Boothroyd, K. (1985). The precedence of binocular fusion over binocular rivalry. Perception & Psychophysics, 37 (2), 114-124.
- Blake, R. et Bravo, M. (1986). Binocular rivalry suppression interferes with phase adaptation. Perception & Psychophysics, 38 (3), 277-280.
- Blake, R. et Fox, R. (1974). Adaptation to invisible gratings and the site of binocular rivalry suppression. Nature, 300, 523-525.
- Blake, R. et Overton, R. (1979). The site of binocular rivalry suppression. Perception, 8, 143-152.
- Blake, R., Westendorf, D. H et Overton, R. (1980). What is suppressed during binocular rivalry? Perception, 9, 223-231.
- Blake, R., Yang, Y. et Wilson, H. R. (1991). On the coexistence of stereopsis and binocular rivalry. Vision Research, 31 (8), 1191-1203.

- Blakemore, C. et Campbell, F. W. (1969). On the existence of neurons in the human visual system selectively sensitive to the orientation and size of retinal images. Journal of Physiology (London), 203, 237-260.
- Blakemore, C. et Sutton, P. (1969). Size adaptation: A new aftereffect. Science, 166, 245-247.
- Bradley, D. R. (1982). Binocular rivalry of real vs. subjective contours. Perception & Psychophysics, 32 (1), 85-87.
- Brown, J. L. (1965). Afterimages. In C. H. Graham, N. R. Bartlett, J. L. Brown, Y. Hsia, C. G. Mueller et L. A. Riggs (Éds.), Vision and visual perception. New York: John Wiley.
- Crick, F. (1996). Visual perception: Rivalry and consciousness. Nature, 379 (6565), 485-486.
- Crovitz, H. F. et Lockhead, G. R. (1967). Possible monocular predictors of binocular rivalry of contours. Perception & Psychophysics, 2, 83-85.
- Delorme, A. (1982). Psychologie de la perception. Montréal: Études Vivantes.
- Delorme, A. (1989). Effect of contour on colour perception and its aftereffect in a binocular rivalry situation. Investigative Ophthalmology and Visual Science, 30, 130.
- Delorme, A. (1994). Dichoptically viewed colour aftereffects produced by monocular adaptation. Perception, 23, 957-964.
- Delorme, A. et Gosselin, F. (1995). Adaptation chromatique et rivalité binoculaire. ACFAS.
- Descartes, R. (1650). Les passions de l'ame. Amsterdam: Louys Elzevier.

- De Valois, R. L. et de Valois, K. K. (1990). Spatial Vision. New York: Oxford University Press.
- Draper, N. R. et Smith, H. (1966). Applied regression analysis. New York: John Wiley & Sons.
- Du Tour, E.-F. (1760). Discussion d'une question d'optiques. Mémoires de Mathématiques et de Physique de l'Académie Royale des Sciences de Paris, 3, 514-530.
- Fox, R. (1991). Binocular rivalry. In J. R. Cronly-Dillon (Éd.), Vision and visual dysfunction: Vol. 9. Binocular vision. Boston: The Macmillan Press.
- Gosselin, F. (1995). RivBin. (Programme d'ordinateur).
- Grossberg, S. (1987). Cortical dynamics of three-dimensional form, color, and brightness perception: II. Binocular theory. Perception & Psychophysics, 41 (2), 117-158.
- Harrad, R. A., McKee, S. P., Blake, R. et Yang, Y. (1994). Binocular rivalry disrupts stereopsis. Perception, 23 (1), 15-28.
- Helmholtz, H. Von (1852, 1986). Treatise of physiological optics (1^{re} éd., 3^e éd.). New York: Dover.
- Hollins, M. (1980). The effect of contrast on the completeness of binocular rivalry. Perception & Psychophysics, 27 (6), 550-556.
- Hollins, M. et Leung, H. L. (1978). The influence of color on binocular rivalry. In J. C. Armington, J. Krauskoff et B. R. Wooten (Ed.), Visual Psychophysics and Physiology. New York: Academic Press.
- Howard, I. P. (1995). Depth from binocular rivalry without spatial disparity. Perception, 24 (1), 67-74.
- Hurvich, L. M. et Jameson, D. (1951). The binocular fusion of yellow in relation to color theories. Science, 114, 199-202.

- Ishihara, S. (1960). Tests for colour blindness. London: H. K. Lewis.
- Julesz, B. (1971). Foundations of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago Press.
- Kanizsa, G. (1975). Subjective contours. Scientific American, 234, 48-52.
- Lack, L. C. (1978). Selective Attention and the Control of Binocular Rivalry. The Hague: Mouton.
- Lalande, A. (1972). Vocabulaire technique et critique de la philosophie (11^e éd.). Paris: Presses Universitaires de France.
- Lehmkuhle, S. W. et Fox, R. (1975). Effect of binocular suppression on the motion aftereffect. Vision Research, 15, 855-859.
- Lehky, S. R. (1988). An astable multivibrator model of binocular rivalry. Perception, 17, 215-228.
- Leguire, L. E., Blake, R. et Sloane, M. (1981). A novel visual illusion of bars made from triangles. Science, 212, 1172-1175.
- Levelt, W. J. M. (1968). On binocular rivalry. The Hague: Mouton.
- Livingstone, M. et Hubel, D. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for perception of form, color, movement and depth. Journal of Neuroscience, 7, 3416-3468.
- Livingstone, M. et Hubel, D. (1988). Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and psychology. Science, 240, 740-749.
- Livingstone, M. et Hubel, D. (1995). Through the eyes of monkeys and men. In The artful eye (Eds. R. Gregory, J. Harris, P. Heard et D. Rose). Oxford: Oxford University Press.
- McCullough, C. (1965). Colour adaptation of edge-detectors in the human visual system. Science, 149, 1115-1116.

- Mueller, T. J. (1990). A physiological model of binocular rivalry. Visual Neuroscience, 4, 63-73.
- Ogle, K. N. (1964). Researches in binocular vision. New York: Hafner Publishing Company.
- Ogle, K. N. et Wakefield, J. M. (1967). Stereopsis depth and binocular rivalry. Vision Research, 7, 89-98.
- Ooi, T. L. et Loop, M. S. (1994). Visual suppression and its effect upon color and luminance sensitivity. Vision Research, 34 (22), 2997-3003.
- O'Shea, R. P. et Crassini, B. (1981). Interocular transfer of the motion aftereffects is not reduced by binocular rivalry. Vision Research, 21, 801-804.
- O'Shea, R. P. et Williams, D. R. (1996). Binocular rivalry with isoluminant stimuli visible only via short-wavelength-sensitive cones. Vision Research, 36 (11), 1561-1571.
- Oster, G. et Nishijima, Y. (1963). Moiré patterns. Scientific American, 208, 54-63.
- Piéron, H. (1990). Vocabulaire de la psychologie (8^e éd.). Paris: Presses Universitaires de France.
- Ramachandran, V. S., Rao, B. M., Sriram, S. et Vidyasagar, T. R. (1973). The role of colour perception and "pattern" recognition in stereopsis. Vision Research, 13 (2), 505-509.
- Ridder, W. H., Smith, E. L., Manny, R. E., Harwerth, R. S. et Kato, K. (1992). Effects of interocular suppression on spectral sensitivity. Optometry and Vision Science, 69 (3), 227-235.
- Rogers, D. C. et Hollins, M. (1982). Is binocular rivalry mechanism tritanopic? Vision Research, 22, 515-520.

- Sengpiel, F., Blakemore, C. et Harrad, R. (1995). Interocular suppression in the primary visual cortex: A possible neural basis of binocular rivalry. Vision Research, 35 (2), 179-195.
- Shepherd, G. M. (1983). Neurobiology. Oxford: Oxford University Press.
- Stalmeier, P. F. M., de Weert, C. M. M. (1988). Binocular rivalry with chromatic contours. Perception & Psychophysics, 44 (5), 456-462.
- Stewart, J. (1991). Calculus: Early transcendentals. Pacific Grive: Brooks/Cole Publishing Company.
- Troxler, D. (1804). Über das verschwinden gegebener gegenstände innerhalb unsers gesichtskreises. Ophthal. Bibliothek., 2, 51-53.
- van der Zwan, R., Wenderoth, P. et Alais, D. (1993). Reduction of a pattern-induced motion aftereffect by binocular rivalry suggest the involvement of extrastriate mechanisms. Visual Neuroscience, 10, 703-709.
- van der Zwan, R. et Wenderoth, P. (1994). Psychophysical evidence for area V2 involvement in the reduction of subjective contour tilt aftereffects by binocular rivalry. Visual Neuroscience, 11 (4), 823-830.
- Wade, N. J. (1974). The effect of orientation in binocular contour rivalry of real images and afterimages. Perception & Psychophysics, 15, 227-232.
- Wade, N. J. (1975). Monocular and binocular rivalry between contours. Perception, 4, 85-95.
- Wade, N. J. (1980). The influence of colour and contour rivalry on the magnitude of the tilt illusion. Vision Research, 20 (3), 229-233.

- Wade, N. et Wenderoth, P. (1978). The influence of colour and contrast rivalry on the magnitude of the tilt aftereffect. Vision Research, 18, 827-835.
- Walker, P. (1978). Binocular rivalry: central or peripheral selective processes? Psychological Bulletin, 85 (2), 376-389.
- Walker, P. et Powell, D. J. (1979). The sensitivity of binocular rivalry to changes in the nondominant stimulus. Vision Research, 19, 247-249.
- Wiesenfelder, H. et Blake, R. (1990). The site of binocular rivalry relative to the analysis of motion in the human visual system. Journal of Neuroscience, 10, 3880-3888.
- Wiesenfelder, H. et Blake, R. (1991). Apparent motion can survive binocular rivalry suppression. Vision Research, 31 (9), 1589-1599.
- Wiesenfelder, H. et Blake, R. (1992). Binocular rivalry suppression disrupts recovery from motion adaptation. Visual Neuroscience, 9 (2), 143-148.
- White, K. D., Petry, H. M., Riggs, L. A. et Miller, J. (1978). Binocular interactions during establishment of McCullough effects. Vision Research, 18, 1201-1215.
- Winer, B. J. (1971). Statistical principles in experimental design. New York: McGraw-Hill.
- Wolfe, J. M. (1986). Stereopsis and binocular rivalry. Psychological Review, 93 (3), 269-282.
- Wolfe, J. M. (1988). Parallel ideas about stereopsis and binocular rivalry: A reply to Blake and O'Shea (1988). Psychological Review, 95 (1), 155-158.

Yu, K. et Blake, R. (1992). Do recognizable figures enjoy advantages in binocular rivalry. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performances, 18 (4), 1158-1173.

APPENDICE A:
RIVBIN

Kernighan, B. W. et Ritchie, D. (1988). The C Programming Language (2^e éd.). New Jersey: Prentice-Hall.

Mark, D. (1992). Macintosh C Programming Primer: Inside the Toolbox Using THINK C. Volume I (2^e éd.). New York: Addison-Wesley Publishing Company.

Mark, D. (1990). Macintosh C Programming Primer Volume II: Mastering the Toolbox Using THINK C. New York: Addison-Wesley Publishing Company.

***** /

```
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <QDOffscreen.h>
#include <QuickDraw.h>
#include <Packages.h>
#include <Palette.h>
#include <Palettes.h>

#define REMOVE_ALL_EVENTS 0
#define QD32TRAP 0xAB03
#define UNIMPL_TRAP 0xA89F
#define NIL_POINTER 0L
#define VISIBLE TRUE
#define MOVE_TO_FRONT (WindowPtr)-1L
#define NO_GOAWAY FALSE
#define PRECISE_TOLERANCE 0x0000
#define NUM_SQUARES 254

int SUITE, ORDRE[1000], DUREE[1000], IMAGE=-1, DIST=60, CEIL;
FILE *Fichier;
long DEPART;
Boolean FIN=false;
RGBColor noir, blanc, rouge, gris;
WindowPtr window;
char nom2[10];

void ToolBoxInit(void);
PaletteHandle MakePalette(void);
WindowPtr CreateColorWindow(void);
Boolean Is32Bit(void);
void EventLoop(void)
void HandleKeyDown(EventRecord*eventPtr), DoEvent(EventRecord*eventPtr);
void entree(void);
void cas_1(int i), cas_2(int i), cas_3(int i), cas_4(void), cas_5(void);
void Delais(int a);
void presentation(void);
void enregistrement(short quoi);

void main(void) {
    PaletteHandle pal;

    entree();
    ToolBoxInit();
    window=CreateColorWindow();
    pal=MakePalette();
```

```

SetPalette(window,pal,TRUE);
HideCursor();

Fichier=fopen(nom2,"wt");
Delay(0,&DEPART);
presentation();
fclose(Fichier);
}

void entree(void) {
    FILE *setup;
    int i;
    char nom[15];

    printf("\n\n\n\n\n\n\n\n\n\nTapez le nom du montage que vous désirez utiliser
    et appuyez sur ENTER:\n");
    scanf("%s",nom);

    printf("Tapez le nom du fichier de sortie et appuyez sur ENTER:");
    scanf("%s",nom2);

    setup=fopen(nom,"rt");

    fscanf(setup,"%d\n",&CEIL);
    fscanf(setup,"%d\n",&SUITE);

    for (i=0;i<SUITE;i++)
        fscanf(setup,"%d\t%d\n",&ORDRE[i],&DUREE[i]);

    fclose(setup);
}

void presentation(void) {
    int i;

    for (i=0;i<SUITE;i++) {
        switch(ORDRE[i]) {
            case 1:
                cas_1(i);
                IMAGE=1;
                break;
            case 2:
                cas_2(i);
                IMAGE=2;
                break;
            case 3:
                cas_3(i);
                IMAGE=3;
                break;
            case 4:
                cas_4(i);
                IMAGE=4;

```

```

                Delais(DUREE[i]);
                break;
            case 5:
                cas_5();
                IMAGE=5;
                Delais(DUREE[i]);
                break;
        }
    }
}

void Delais(int duree) {
    long depart, arrivee;

    Delay(0,&depart);

    do {
        Delay(0,&arrivee);
        EventLoop();
    } while ((arrivee-depart)<duree&&!FIN);
}

/* Carrés de fixation mobiles séparés par une distance ajustable. */

void cas_1(int i) {
    Rect fix1, fix2, fond;
    Point pos,npos;
    int k,j,r,p;
    long arrivee,depart,Temps;
    float temps;

    Delay(0,&depart);

    fond.right=screenBits.bounds.right;
    fond.left=screenBits.bounds.left;
    fond.top=screenBits.bounds.top;
    fond.bottom=screenBits.bounds.bottom;

    do{
        GetMouse(&pos);

        if (Button()) {
            SysBeep(100);
            Delay(0,&Temps);
            temps=Temps-DEPART;
            break;
        }

        if (pos.h!=npos.h) {
            GetMouse(&npos);
            DIST=npos.h/3.0+210;

```

```

fix1.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+DIST;
fix1.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+DIST;
fix1.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-4;
fix1.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2;

fix2.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-DIST;
fix2.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-4-DIST;
fix2.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-4;
fix2.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2;

RGBForeColor(&noir);
PaintRect(&fond);

RGBForeColor(&gris);

PaintRect(&fix1);
PaintRect(&fix2);
}

Delay(0,&arrivee);
EventLoop();
} while ((arrivee-depart)<DUREE[i]&&!FIN);
}

```

/* Stimulus d'évaluation de l'effet consécutif chromatique ipsilatéral négatif. */

```

void cas_2(int i) {
    Rect carre_1,carre_2,a,b,c,d;
    Point pos,npos;
    int k,j,r,p;
    long arrivee,depart,Temps;
    char ON;
    RGBColor turquoise, white;
    float temps;
    HSVColor cyan;

    carre_1.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50+DIST;
    carre_1.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50+DIST;
    carre_1.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
    carre_1.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

    carre_2.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50-DIST;
    carre_2.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50-DIST;
    carre_2.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
    carre_2.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

    a.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25+DIST;
    a.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25+DIST;
    a.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-43;
    a.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-32;

    b.right=(screenBits.bounds.rightscreenBits.bounds.left)/4+25+DIST;
    b.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25+DIST;

```

```

b.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+7;
b.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+18;

c.right=3*(screenBits.bounds.rightscreenBits.bounds.left)/4+25-DIST;
c.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25-DIST;
c.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-19;
c.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-7;

d.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25-DIST;
d.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25-DIST;
d.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+32;
d.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+43;

cyan.hue=32767;
cyan.saturation=0;
cyan.value=65535;

HSV2RGB (&cyan, &white);

RGBForeColor(&white);
PaintRect(&carre_1);
PaintRect(&carre_2);

RGBForeColor(&gris);
FrameRect(&carre_1);
FrameRect(&carre_2);

RGBForeColor(&noir);
FrameRect(&a);
FrameRect(&b);
FrameRect(&c);
FrameRect(&d);

for (j=0;j<10;j++) {
    MoveTo(a.left+j*5,a.top);
    LineTo(a.left+j*5,a.bottom-1);

    MoveTo(b.left+j*5,b.top);
    LineTo(b.left+j*5,b.bottom-1);

    MoveTo(c.left+j*5,c.top);
    LineTo(c.left+j*5,c.bottom-1);

    MoveTo(d.left+j*5,d.top);
    LineTo(d.left+j*5,d.bottom-1);
}

Delay(0,&depart);

do {
    GetMouse(&pos);

    if (Button()) {

```

```

        SysBeep(100);
        Delay(0,&Temps);
        fprintf(Fichier,"%f\t%f\n",float)(Temps-depart)/60,
                (float)(65535-pos.h*65535/640)/65535*100);
    }

    if (pos.h!=npos.h) {
        GetMouse(&npos);
        cyan.saturation=(unsigned int)65535-pos.h*65535/640;

        HSV2RGB(&cyan, &turquoise);

        RGBForeColor(&turquoise);
        if (CEIL==0) {
            PaintRect(&carre_2);

            RGBForeColor(&noir);
            FrameRect(&c);
            FrameRect(&d);

            for (j=0;j<10;j++) {
                MoveTo(c.left+j*5,c.top);
                LineTo(c.left+j*5,c.bottom-1);

                MoveTo(d.left+j*5,d.top);
                LineTo(d.left+j*5,d.bottom-1);
            }
        }
        else{
            PaintRect(&carre_1);

            RGBForeColor(&noir);
            FrameRect(&a);
            FrameRect(&b);

            for (j=0;j<10;j++) {
                MoveTo(a.left+j*5,a.top);
                LineTo(a.left+j*5,a.bottom-1);

                MoveTo(b.left+j*5,b.top);
                LineTo(b.left+j*5,b.bottom-1);
            }
        }
    }

    Delay(0,&arrivee);
    EventLoop();
    while ((arrivee-depart)<DUREE[i]&&!FIN);
}

/* Stimulus d'évaluation de l'effet consécutif chromatique contralatéral positif. */
void cas_3(int i) {

```

```

Rect carre_1,carre_2,a,b,c,d;
Point pos,npos;
int k,j,r,p;
long arrivee,depart,Temps;
char ON;
RGBColor rou_rgb, white;
float temps;
HSVColor rou_hsv;

carre_1.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50+DIST;
carre_1.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50+DIST;
carre_1.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
carre_1.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

carre_2.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50-DIST;
carre_2.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50-DIST;
carre_2.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
carre_2.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

a.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25+DIST;
a.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25+DIST;
a.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-43;
a.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-32;

b.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25+DIST;
b.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25+DIST;
b.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+7;
b.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+18;

c.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25-DIST;
c.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25-DIST;
c.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-19;
c.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-7;

d.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25-DIST;
d.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25-DIST;
d.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+32;
d.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+43;

rou_hsv.hue=0;
rou_hsv.saturation=0;
rou_hsv.value=65535;

HSV2RGB (&rou_hsv, &white);

RGBForeColor(&white);
PaintRect(&carre_1);
PaintRect(&carre_2);

RGBForeColor(&gris);
FrameRect(&carre_1);
FrameRect(&carre_2);

RGBForeColor(&noir);

```

```

FrameRect(&a);
FrameRect(&b);
FrameRect(&c);
FrameRect(&d);

for (j=0;j<10;j++) {
    MoveTo(a.left+j*5,a.top);
    LineTo(a.left+j*5,a.bottom-1);

    MoveTo(b.left+j*5,b.top);
    LineTo(b.left+j*5,b.bottom-1);

    MoveTo(c.left+j*5,c.top);
    LineTo(c.left+j*5,c.bottom-1);

    MoveTo(d.left+j*5,d.top);
    LineTo(d.left+j*5,d.bottom-1);
}

Delay(0,&depart);

do {
    GetMouse(&pos);

    if (Button()) {
        SysBeep(100);
        Delay(0,&Temps);
        fprintf(Fichier,"%0.1f\t%0.1f\n", (float)(Temps-depart)/60,
            (float)(65535-pos.h*65535/640)/65535*100);
    }

    if (pos.h!=npos.h) {
        GetMouse(&npos);
        rou_hsv.saturation=(unsigned int) 65535-pos.h*65535/640;

        HSV2RGB(&rou_hsv, &rou_rgb);

        RGBForeColor(&rou_rgb);

        if (CEIL==0) {
            PaintRect(&carre_1);

            RGBForeColor(&noir);
            FrameRect(&a);
            FrameRect(&b);

            for (j=0;j<10;j++) {
                MoveTo(a.left+j*5,a.top);
                LineTo(a.left+j*5,a.bottom-1);

                MoveTo(b.left+j*5,b.top);
                LineTo(b.left+j*5,b.bottom-1);
            }
        }
    }
}

```

```

        else {
            PaintRect(&carre_2);

            RGBForeColor(&noir);
            FrameRect(&c);
            FrameRect(&d);

            for (j=0;j<10;j++) {
                MoveTo(c.left+j*5,c.top);
                LineTo(c.left+j*5,c.bottom-1);

                MoveTo(d.left+j*5,d.top);
                LineTo(d.left+j*5,d.bottom-1);
            }
        }

        Delay(0,&arrivee);
        EventLoop();
    } while ((arrivee-depart)<DUREE[i]&&!FIN);
}

/* Stimulus d'adaptation au rouge. */
void cas_4(void) {
    Rect carre_1,carre_2;
    int i;
    HSVColor C;
    RGBColor c;

    carre_1.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50+DIST;
    carre_1.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50+DIST;
    carre_1.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
    carre_1.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

    carre_2.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50-DIST;
    carre_2.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50-DIST;
    carre_2.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
    carre_2.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

    C.hue=0;
    C.saturation=65535;
    C.value=65535;
    HSV2RGB(&C, &c);

    RGBForeColor(&gris);
    FrameRect(&carre_1);
    FrameRect(&carre_2);

    if (CEIL==0) {
        RGBForeColor(&c);
        PaintRect(&carre_1);
    }
}

```

```

    }
    else {
        RGBForeColor(&c);
        PaintRect(&carre_2);
    }
}

/* Stimulus de double suppression permanente */

void cas_5(int i) {
    Rect carre_1,carre_2,a,b,c,d;
    int j;

    carre_1.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50+DIST;
    carre_1.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50+DIST;
    carre_1.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
    carre_1.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

    carre_2.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+50-DIST;
    carre_2.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-50-DIST;
    carre_2.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-50;
    carre_2.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+50;

    a.right=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25+DIST;
    a.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25+DIST;
    a.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-43;
    a.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-32;

    b.right=(screenBits.bounds.rightscreenBits.bounds.left)/4+25+DIST;
    b.left=(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25+DIST;
    b.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+7;
    b.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+18;

    c.right=3*(screenBits.bounds.rightscreenBits.bounds.left)/4+25-DIST;
    c.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25-DIST;
    c.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-19;
    c.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2-7;

    d.right=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4+25-DIST;
    d.left=3*(screenBits.bounds.right-screenBits.bounds.left)/4-25-DIST;
    d.top=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+32;
    d.bottom=(screenBits.bounds.bottom-screenBits.bounds.top)/2+43;

    RGBForeColor(&white);
    PaintRect(&carre_1);
    PaintRect(&carre_2);

    RGBForeColor(&gris);
    FrameRect(&carre_1);
    FrameRect(&carre_2);

    RGBForeColor(&noir);
    FrameRect(&a);

```

```

FrameRect(&b);
FrameRect(&c);
FrameRect(&d);

for (j=0;j<10;j++) {
    MoveTo(a.left+j*5,a.top);
    LineTo(a.left+j*5,a.bottom-1);

    MoveTo(b.left+j*5,b.top);
    LineTo(b.left+j*5,b.bottom-1);

    MoveTo(c.left+j*5,c.top);
    LineTo(c.left+j*5,c.bottom-1);

    MoveTo(d.left+j*5,d.top);
    LineTo(d.left+j*5,d.bottom-1);
}
}

void ToolBoxInit(void) {
    InitGraf(&thePort);
    InitFonts();
    FlushEvents(everyEvent, REMOVE_ALL_EVENTS);
    InitWindows();
    InitMenus();
    TEInit();
    InitDialogs(nil);
    InitCursor();
}

PaletteHandle MakePalette(void) {
    RGBColor      c;
    HSVColor      C;
    long          i;
    PaletteHandle redPalette;

    redPalette=NewPalette(NUM_SQUARES, NIL_POINTER,
        pmTolerant, PRECISE_TOLERANCE);

    C.hue=0;
    C.value=65535;

    for (i=0;i<100;i++) {
        C.saturation=i*655;
        HSV2RGB(&C, &c);
        SetEntryColor(redPalette,i,&c);
    }

    C.hue=32767;
    C.value=65535;

    for (i=100;i<200;i++) {

```

```

        C.saturation=65535-(i-100)*655;
        HSV2RGB(&C, &c);
        SetEntryColor(redPalette,i,&c);
    }

    C.value=32767;
    C.saturation=0;
    HSV2RGB(&C, &c);
    SetEntryColor(redPalette,201,&c);

    noir.red=noir.green=noir.blue=0;
    blanc.red=blanc.green=blanc.blue=65535;
    rouge.red=65535;
    rouge.green=rouge.blue=0;
    gris.red=gris.green=gris.blue=32767;

    return (redPalette);
}

WindowPtr CreateColorWindow(void) {
    Rect        mBarRect;
    RgnHandle    mBarRgn;
    short        Height;
    WindowPtr    cWindow;

    Height=MBarHeight;
    MBarHeight=0;

    cWindow=NewCWindow(NIL_POINTER, &screenBits.bounds, "\p", VISIBLE,
        plainDBox, MOVE_TO_FRONT, NO_GOAWAY, NIL_POINTER);

    SetRect(&mBarRect,screenBits.bounds.left,
        screenBits.bounds.top,
        screenBits.bounds.right,
        screenBits.bounds.top+Height);

    mBarRgn=NewRgn();
    RectRgn(mBarRgn,&mBarRect);
    UnionRgn(cWindow->visRgn,mBarRgn,cWindow->visRgn);
    DisposeRgn(mBarRgn);

    SetPort(cWindow);
    return(cWindow);
}

Boolean Is32Bit(void) {
    SysEnvRec    mySE;

    SysEnvirons(2,&mySE);

    if (!mySE.hasColorQD)
        return(FALSE);
}

```

```

    return(NGetTrapAddress(QD32TRAP,ToolTrap)!=
           NGetTrapAddress(UNIMPL_TRAP, ToolTrap));
}

```

```

void EventLoop(void) {
    EventRecord event;

    if(WaitNextEvent(everyEvent,&event,60,nil))
        DoEvent(&event);
}

```

```

void DoEvent(EventRecord *eventPtr) {
    switch (eventPtr->what) {
        case keyDown:
            HandleKeyDown(eventPtr);
            break;
    }
}

```

```

void HandleKeyDown(EventRecord *eventPtr) {
    short theChar;
    int a;

    theChar=eventPtr->message&charCodeMask;

    switch (theChar) {
        case 'f':
            enregistrement(0);
            break;
        case 'g':
            enregistrement(1);
            break;
        case 'h':
            enregistrement(2);
            break;
        case 'j':
            enregistrement(3);
            break;
        case '*':
            fclose(Fichier);
            ExitToShell();
            break;
    }
}

```

```

void enregistrement(short quoi) {
    float temps;
    long Temps;
}

```

```
switch(quoi) {
  case 0:
    Delay(0,&Temps);
    temps=Temps-DEPART;
    fprintf(Fichier,"0\t%f\n",temps);
    break;
  case 1:
    Delay(0,&Temps);
    temps=Temps-DEPART;
    fprintf(Fichier,"1\t%f\n",temps);
    break;
  case 2:
    Delay(0,&Temps);
    temps=Temps-DEPART;
    fprintf(Fichier,"2\t%f\n",temps);
    break;
  case 3:
    Delay(0,&Temps);
    temps=Temps-DEPART;
    fprintf(Fichier,"3\t%f\n",temps);
    break;
}
```

APPENDICE B:
RÉGRESSION POLYNOMIALE ET CALCUL DES AIRES

Un polynôme est défini par une série de facteurs $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$: $f(t) = a_0t^0, a_1t^1, a_2t^2, \dots, a_nt^n$. Une droite, par exemple, est un polynôme dont tous les facteurs sont nuls sauf a_1 , un réel différent de 0, et a_0 , un réel quelconque; une parabole est un polynôme dont tous les facteurs sont nuls à l'exception de a_2 , un réel différent de 0, et de a_0 et de a_1 , deux réels quelconques. On dit d'un polynôme qu'il est du n^e degré lorsque son n^e facteur est son dernier facteur non nul. Ainsi, une droite est un polynôme du premier degré et une parabole, un polynôme du deuxième degré.

Nous nous servons d'un programme écrit par Michael Strobel pour effectuer nos régressions polynomiales. Ce programme réalise deux types de calculs.

Le premier type de calculs qu'il réalise a pour but de trouver le polynôme du premier degré satisfaisant au critère du moindre carré, puis, le polynôme du deuxième degré satisfaisant au même critère et, ainsi de suite, jusqu'au polynôme du n^e degré. Un polynôme du m^e degré satisfait au critère du moindre carré s'il minimise la somme du carré des différences entre ses prédictions et les mesures des sujets. Il ne faut pas commettre l'erreur de considérer que cette "somme des carrés" est une mesure du succès de la régression. Plus le degré d'un polynôme respectant le critère du moindre carré s'approche du nombre de mesures de l'échantillon dont il a été tiré moins un (il s'agit du niveau de saturation d'une régression polynomiale), plus la "somme des carrés" associée s'approche de 0. Il existe, par exemple, un polynôme du 28^e degré qui décrit parfaitement les 29 mesures ponctuelles du diagramme de dispersion représenté à la figure 8.

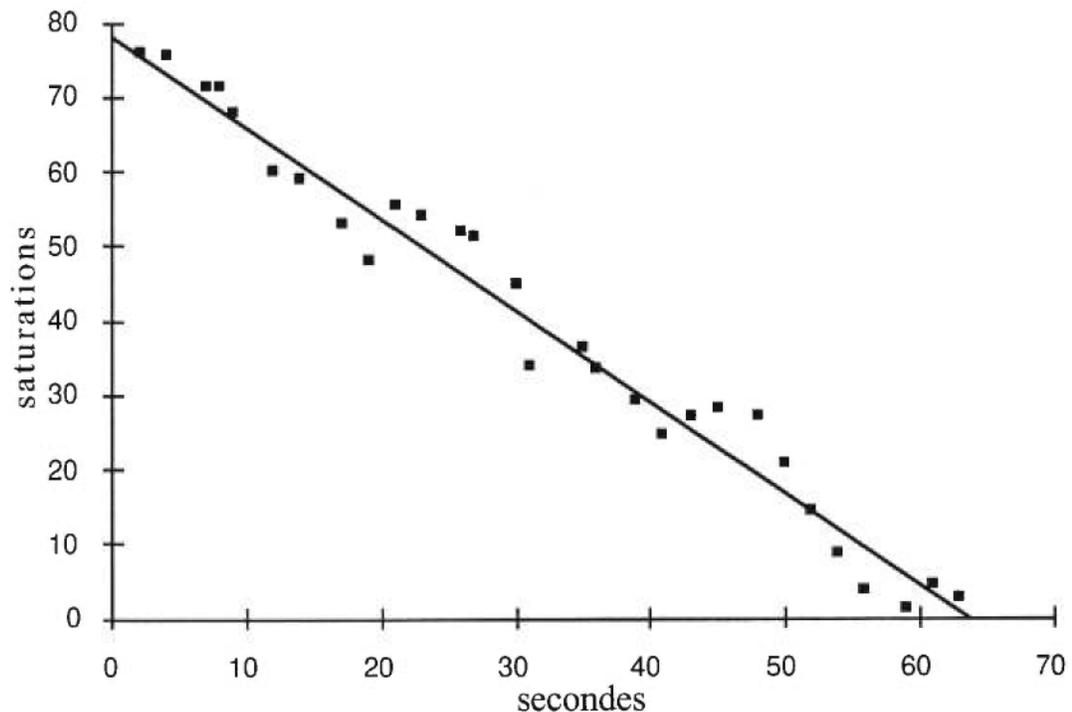


Figure 8. Mesures ponctuelles de la force de N prises par le sujet 1 en fonction du temps pour la condition de durée d'adaptation de 30 s de l'expérience 1 et meilleur prédicteur polynomial de ces mesures.

Le second type de calculs réalisé par le programme de régression linéaire de Michael Strobel permet de s'assurer que la diminution de la “somme des carrés” suivant l'ajout d'un terme à un polynôme reflète une caractéristique des données plutôt que le fait que le degré du polynôme s'approche du niveau de saturation de la régression polynomiale. Plus spécifiquement, il teste l'hypothèse nulle selon laquelle tous les facteurs du polynôme du m^e degré satisfaisant au critère du moindre carré seraient nuls en considérant

comme un $F(1, \underline{n} - \underline{m} - 1)$ où \underline{n} correspond au nombre de mesures de l'échantillon. Un rejet de cette hypothèse nulle indique une régression polynomiale statistiquement significative. Cela ne veut pas nécessairement dire que le polynôme de régression en question est un bon "prédicteur" de nos données. Selon Draper et Smith (1966) "[...] une équation devrait être considérée comme un "prédicteur" satisfaisant (en ce sens que l'étendue de ses prédictions est très supérieure à l'erreur standard des réponses) lorsque le rapport F observé [...] excède [...] par un facteur d'environ quatre le point de pourcentage choisi [...]" (p. 64)³.

Le diagramme de dispersion représenté à la figure 8, par exemple, correspond à toutes les mesures ponctuelles croissantes et décroissantes de la force de N effectuées par le sujet 1 lors de la condition de durée d'adaptation de 30 s de l'expérience 1. Le meilleur prédicteur polynomial passant par ces mesures a été tracé à la figure 8.

Pour trouver les aires sous les meilleurs polynômes, il suffit de calculer les intégrales entre 0 et \underline{e} , leur première intersection avec la demi-droite positive de l'abscisse.

³"[...] an equation should be regarded as a satisfactory predictor (in the sense that the range of response values predicted by the equation is substantial compared with the standard error of response), the observed F-ratio [...] should exceed [...] about four times the selected percentage point of the F-distribution [...]" (Draper et Smith, 1966, p. 64.).

L'intégrale définie d'un polynôme possède la forme générale suivante:

$$\underline{a}_0 / 1 * \underline{e}^1 + \underline{a}_1 / 2 * \underline{e}^2 + \underline{a}_2 / 3 * \underline{e}^3 + \dots + \underline{a}_n / (n+1) * \underline{e}^{(n+1)}.$$

Nous utilisons la méthode de Newton (p. ex. Stewart, 1991) afin de trouver une valeur approximative de \underline{e} . Cette méthode fonctionne par approximations successives:

$$\underline{e}_{n+1} = \underline{e}_n * \underline{f}(\underline{e}_n) / \underline{f}'(\underline{e}_n).$$

Le \underline{e}_n initial est déterminé intuitivement. Il arrive que la valeur de \underline{e}_n ne converge pas vers une valeur unique. Lorsque cela se produit, il faut recommencer avec un \underline{e}_n initial différent.

(L'aire sous une droite $\underline{f}(t) = \underline{a}_1 t + \underline{a}_0$ possède une forme générale très simple: $-\underline{a}_0^2 / (2 * \underline{a}_1)$.)

Par exemple, le meilleur prédicteur polynomial de toutes les mesures ponctuelles croissantes et décroissantes de la force de N effectuées par le sujet 1 à la condition de durée d'adaptation de 30 s est $\underline{f}(t) = -1,24 * t + 78,85$; l'aire sous ce polynôme est égale à $-78,85^2 / (2 * -1,24) = 2506,98$ (figure 8 et APPENDICE C: MEILLEURS POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE 1). Autrement dit, la mesure globale de la force de P à la condition de durée d'adaptation de 30 s de l'expérience 1 pour le sujet 1 est égale à 2506,98.

APPENDICE C:
POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE 1

Tableau 7

Facteurs des termes des meilleurs polynômes et aires sous ces polynômes
par sujet et par type d'essai

sujets	durées d'adaptation	Types d'évaluation	a_0	a_1	aires	
1	15 s	N	37,13	-1,04	662,81	
		P	64,18	-2,48	830,46	
	30 s	N	78,85	-1,24	2506,98	
		P	80,98	-1,92	1707,75	
	60 s	N	78,96	-0,65	4795,91	
		P	98,25	-1,12	4309,40	
	90 s	N	82,64	-0,54	6323,49	
		P	109,48	-1,22	4912,24	
	2	15 s	N	33,34	-0,86	646,25
			P	37,49	-1,13	621,90
30 s		N	46,24	-0,98	1090,89	
		P	56,11	-1,04	1513,62	
60 s		N	80,78	-0,90	3625,23	
		P	63,34	-1,02	1966,64	
90 s		N	86,63	-0,83	4009,70	
		P	83,97	-1,13	3119,89	
3		15 s	N	57,05	-0,74	2199,12
			P	55,00	-0,67	2257,46
	30 s	N	83,23	-0,70	4948,02	
		P	70,16	-0,57	4317,92	
	60 s	N	93,49	-0,53	8245,64	
		P	85,17	-0,43	8434,80	

	90 s	N	96,74	-0,48	9748,57
		P	93,89	-0,45	9794,81
4	15 s	N	41,48	-2,71	317,45
		P	49,24	-2,97	408,18
	30 s	N	44,58	-1,81	549,00
		P	47,59	-2,50	452,96
	60 s	N	84,83	-2,98	1207,40
		P	86,68	-2,93	1282,15
	90 s	N	99,39	-2,01	2457,31
		P	92,10	-1,96	2163,88

APPENDICE D:
POLYNÔMES DE RÉGRESSION POUR L'EXPÉRIENCE 2

Tableau 8

Facteurs des termes des meilleurs polynômes et aires sous ces polynômes
par sujet et par type d'essai

sujets	durées d'adaptation	types d'évaluation	a_0	a_1	aires	
1	RB-Ma	N	79,84	-0,65	4903,40	
		P	99,51	-1,13	4381,52	
	RB-Pa	N	80,21	-0,70	4595,46	
		P	96,55	-1,09	4276,10	
	CR-Ma	N	36,06	-1,09	596,48	
		P	66,67	-2,51	885,44	
	CR-Pa	N	36,64	-1,17	573,71	
		P	61,84	-2,30	831,34	
	LR-Ma	N	-39,21	-1,07	718,42	
		P	68,40	-2,30	1017,08	
	LR-Pa	N	77,15	-1,31	2271,80	
		P	75,97	-1,85	1559,85	
	2	RB-Ma	N	81,06	-0,88	3733,37
			P	64,48	-1,06	1961,17
RB-Pa		N	83,76	-0,94	3731,78	
		P	62,17	-1,03	1876,27	
CR-Ma		N	47,09	-1,04	1066,09	
		P	62,14	-1,18	1636,18	
CR-Pa		N	47,07	-0,98	1130,40	
		P	55,18	-1,05	1449,92	
LR-Ma		N	42,95	-0,95	970,90	
		P	59,25	-1,16	1513,17	

	LR-Pa	N	40,89	-0,92	908,69
		P	51,09	-0,97	1345,46
3	RB-Ma	N	93,73	-0,54	8134,55
		P	85,66	-0,44	8338,22
	RB-Pa	N	99,97	-0,63	7931,75
		P	81,03	-0,35	9379,80
	CR-Ma	N	84,10	-0,69	5125,22
		P	67,03	-0,60	3744,18
	CR-Pa	N	78,99	-0,54	5777,24
		P	69,42	-0,55	4381,03
	LR-Ma	N	84,14	-0,64	5530,89
		P	72,64	-0,62	4255,30
	LR-Pa	N	91,09	-0,63	6585,23
		P	81,63	-0,62	5373,76
4	RB-Ma	N	86,33	-2,96	1258,93
		P	88,37	-2,99	1305,90
	RB-Pa	N	94,43	-3,22	1384,63
		P	91,56	-2,78	1507,78
	CR-Ma	N	47,88	-1,88	609,71
		P	45,66	-2,29	455,20
	CR-Pa	N	44,90	-2,02	499,01
		P	47,32	-2,21	506,60
	LR-Ma	N	47,86	-2,15	532,69
		P	46,75	-2,52	433,64
	LR-Pa	N	50,97	-1,61	806,81
		P	51,92	-2,52	534,86
