

Influence de la présentation bicolore des mots sur l'effet Stroop

Maria Augustinova* et Ludovic Ferrand
CNRS et Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

RÉSUMÉ

Manwell, Roberts et Besner (2004) ont montré récemment une absence de l'effet Stroop associé (i.e., latences de dénomination plus longues pour les mots associés aux couleurs que pour les mots neutres) lorsqu'une seule lettre était spatialement indiquée et apparaissait dans une couleur différente du reste du mot. À l'inverse, les deux expériences présentées ici montrent l'effet Stroop associé lorsque les participants doivent focaliser leur attention sur la première lettre uniquement et en dénommer la couleur. Cette première lettre était colorée différemment du reste du mot dans l'Expérience 1a, et était la seule lettre colorée alors que le reste du mot apparaissait en gris dans l'Expérience 1b. Ces différents résultats sont interprétés dans un nouveau cadre théorique suggérant que l'information sémantique est toujours automatiquement activée mais pas systématiquement utilisée lors de la reconnaissance visuelle des mots.

First letter coloring and the Stroop effect

ABSTRACT

Manwell, Roberts, and Besner (2004) recently reported the absence of a semantically based Stroop effect (i.e., slower color naming latencies for color-associated words than for color-neutral words) when a single letter was spatially precued and appeared in a different color from the rest of the word displayed as compared to condition where all letters in the display were precued and appeared in a homogeneous color. In contrast to the latter results, two experiments in the present work showed a semantically based Stroop effect in both single-letter coloring when participants were instructed to focus their attention on the first letter of the display only and to name its color. This single letter was colored differently from the rest of the word displayed in Experiment 1a, and was the only letter colored while the rest of the word displayed in grey in Experiment 1b. These different results are interpreted in a new general framework suggesting that semantic information is always automatically activated but not systematically used in visual word recognition.

*Correspondance : CNRS et Université Blaise Pascal, Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive (LAPSCO) ; 34, avenue Carnot, 63000 Clermont-Ferrand. E-mail : Maria.Augustinova@univ-bpclermont.fr
Remerciements : Nous remercions trois experts anonymes pour leurs remarques pertinentes sur les versions précédentes de ce manuscrit.

INTRODUCTION

De très nombreux travaux ont suggéré que la lecture d'un mot était automatique et irrépessible dans la mesure où un lecteur ne peut pas s'empêcher de récupérer la signification d'un mot donné, même lorsqu'on lui demande explicitement d'ignorer ce mot. Une illustration – aussi simple que frappante – du caractère automatique du codage sémantique des mots est fournie par « l'effet Stroop » (Stroop, 1935). Dans cette épreuve, le participant doit dénommer la couleur avec laquelle est écrit le nom d'une (autre) couleur, comme par exemple, le mot « rouge » écrit en couleur verte. Cette tâche est difficile car un participant ayant acquis la compétence de la lecture, ne peut pas s'empêcher de lire le mot et d'en récupérer le sens, même lorsqu'il lui est explicitement demandé de l'ignorer. Cette lecture irrépessible rend disponible un code de couleur (ici rouge) qui interfère avec celui nécessaire pour formuler la réponse (ici vert) et retarde par conséquent l'émission de celle-ci. En revanche, il n'existe pas d'interférence sémantique lorsque le participant doit lire le nom d'une couleur écrit en noir et blanc, ou encore lorsqu'il doit dénommer la couleur d'une pastille. L'effet Stroop illustre donc avec force le caractère automatique et irrépessible de la récupération de la signification des mots écrits. Depuis la publication de l'article princeps de Stroop (1935), plus de 600 articles ont été publiés sur le sujet. Ce nombre important témoigne de la robustesse et du caractère stimulant de cet effet (voir MacLeod, 1991, 2005 ; MacLeod & MacDonald, 2000 pour des synthèses de l'effet Stroop).

Toutefois, des travaux plus récents ont remis en question l'interprétation classique – déjà mentionnée – de l'effet Stroop, selon laquelle le code sémantique d'un mot lu est activé de manière automatique, irrépessible et non-consciente (e.g., Besner, 2001 ; Besner & Stolz, 1999 ; Besner, Stolz, & Boutilier, 1997 ; Dumas, Huguet, Monteil, & Ayme, 2005 ; Huguet, Galvaing, Monteil, & Dumas, 1999 ; Manwell, Roberts, & Besner, 2004 ; Raz, Fan, & Posner, 2005 ; Raz, Kirsch, Pollard, & Nitkin-Kaner, 2006). En particulier, Besner *et al.* (1997, Expérience 2) ont montré une élimination totale de l'effet Stroop. Dans leur expérience, les items étaient soit incongruents (par exemple, le mot « rouge » écrit en vert) ; soit neutres (par exemple, le non-mot « roube » écrit en vert). De plus, ces items étaient soit (comme habituellement) unicolores (ici vert), soit bicolores, de façon à ce qu'une seule lettre (à n'importe quelle position dans le stimulus) apparaissait en couleur (ici verte) et le reste de l'item en gris. La tâche des participants consistait à identifier la couleur du stimulus,

pouvant donc être un mot ou un non-mot¹. Pour ce faire, ils appuyaient sur l'une des quatre touches du clavier prévues à cet effet (rouge, bleu, jaune et vert). Les résultats montrent que, si dans la condition unicolore l'effet Stroop est présent (i.e., la moyenne des temps pour les items incongruents est supérieure à la moyenne des temps pour les items neutres), il disparaît totalement dans la condition bicolore (i.e., la moyenne des temps de réponse pour les items incongruents ne diffère pas significativement de la moyenne des temps de réponse pour les items neutres). Ce dernier résultat indique, selon Besner *et al.* (1997), que le traitement explicite de la couleur d'une lettre serait associé avec une activation du niveau des lettres et du niveau des représentations orthographiques lexicales. En revanche, l'activation se propageant du niveau orthographique lexical vers le niveau sémantique serait bloquée temporairement (voir Figure 1), ce qui va à l'encontre de l'idée que le code sémantique d'un mot est activé de manière automatique.

Les travaux de Besner *et al.* (1997) restent cependant critiquables sur plusieurs plans (voir aussi Marmurek, 2003 ; Monahan, 2001). Tout d'abord, dans ces travaux on mesure les temps de latence d'une réponse manuelle. Or, étant donné que cette dernière est moins sensible au codage sémantique, elle est considérée comme inappropriée ou, pour le moins, non standard pour mesurer l'effet Stroop (e.g., Sharma & McKenna, 1998). Ensuite, la condition neutre était composée de non-mots partageant les premiers phonèmes avec les noms de couleurs manipulées (par exemple, « ret »/« red » ; « blat »/« blue » ; « yellow »/« yenile » ; « grend »/« green »). En raison de ce recouvrement phonologique, la condition « neutre » n'était plus neutre étant donné qu'un non-mot « ret » peut créer une interférence au même titre que le mot « red », ce qui réduit l'amplitude de l'interférence globale (i.e., la différence des moyennes des temps observés en condition incongruente et neutre). Enfin, pour ce qui nous intéresse plus particulièrement ici, Besner et collègues ont certes montré une élimination totale de l'effet Stroop dans la condition bicolore, mais l'absence des différences entre les moyennes des latences observées respectivement pour les items incongruents et neutres est essentiellement due à l'augmentation des temps pour les items neutres. Ce dernier effet n'est pas rare bien qu'il reste mal expliqué (voir par exemple Marmurek, 2003 ; Monahan, 2001). De plus, rappelons que les auteurs expliquent la disparition de l'effet Stroop comme étant due au blocage temporaire de l'activation du

¹ Bien que cela ne soit pas explicite dans l'article de Besner *et al.* (1997), en partant du principe discutable que le gris n'est pas une couleur, les auteurs considèrent que la tâche consistait en effet à identifier une seule couleur même dans la condition « bicolore ».

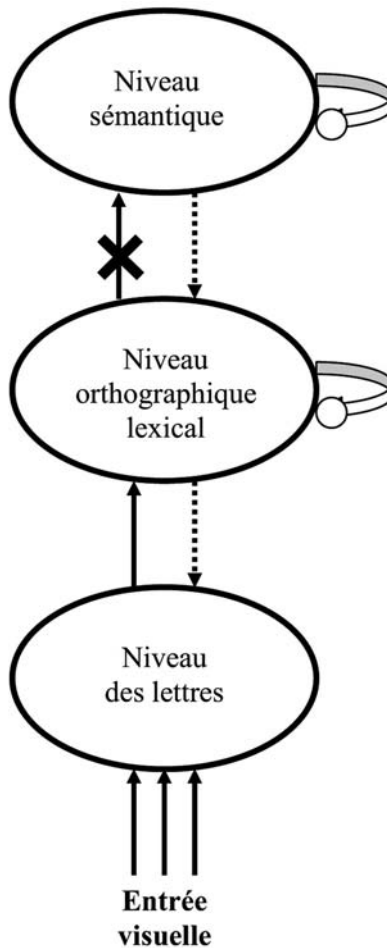


Figure 1. Localisation du blocage de l'activation sémantique (indiquée par la croix) telle qu'elle est envisagée par Besner *et al.* (1997) dans le modèle d'Activation Interactive (McClelland, 1987) appliqué au codage sémantique (Stolz & Besner, 1996).

Figure 1. Locus of the blockage of semantic activation (shown by the cross) as viewed by Besner *et al.* (1997) in the context of the Interactive Activation model with semantics (McClelland, 1987 ; Stolz & Besner, 1996).

niveau sémantique. Or, d'après les récents développements de Neely et Kahan (2001), ce raisonnement serait d'autant plus usurpé que l'interférence Stroop peut être entièrement produite par une simple compétition de réponses qui ne relève en rien du niveau sémantique. Par conséquent, la tâche Stroop classique n'est pas du tout appropriée pour démontrer une interférence sémantique. Pour ce faire, la solution préconisée par Neely et Kahan (2001) est simple : l'interférence produite par des mots qui sont simplement associés aux couleurs (par exemple, l'interférence produite pour le mot « ciel » écrit en vert), doit obligatoirement être démontrée (voir aussi Klein, 1964 ; Dalrymple-Alford, 1972).

Dans une étude récente, Manwell, Roberts et Besner (2004) ont répondu à certaines de ces critiques : ils ont utilisé une réponse verbale (plutôt que manuelle) ; la condition neutre était composée de non-mots sans recouvrement phonologique avec les items incongruents et, en suivant les recommandations de Neely et Kahan (2001), ils ont rajouté des mots incongruents associés aux noms de couleurs. Ainsi, les mots étaient soit incongruents classiques (par exemple, le mot « jaune » écrit en bleu), soit incongruents associés (« soleil » écrit en bleu), soit neutres (comme « table » écrit en bleu). À l'instar de l'étude de Besner *et al.* (1997), ces items étaient soit unicolores, soit bicolores. Dans cette dernière condition, une seule lettre (à n'importe quelle position dans le mot) apparaissait dans une couleur différente du reste du mot. La tâche des participants consistait à dénommer la couleur de la lettre indiquée par une flèche. Cette dernière intervention servait à indiquer spatialement la lettre dont la couleur était à dénommer. Selon les conditions expérimentales, la couleur de cette lettre était donc la même que pour le reste du mot (e.g., condition unicolore) ou différente du reste du mot (e.g., condition bicolore). Contrairement aux résultats de Besner *et al.* (1997), Manwell *et al.* (2004) montrent le maintien de l'effet Stroop classique aussi bien dans la condition unicolore que dans la condition bicolore (i.e., dans ces deux conditions, la moyenne des latences pour les items incongruents classiques est supérieure à la moyenne des latences pour les items neutres) mais il est significativement réduit en condition bicolore. En revanche, les résultats sont similaires à ceux de Besner *et al.* (1997) dans la nouvelle condition utilisant les items associés aux couleurs. En effet, si dans la condition unicolore l'effet Stroop associé est présent (i.e., la moyenne des latences pour les items incongruents associés est supérieure à la moyenne des latences pour les items neutres), dans la condition bicolore, il disparaît (i.e., la moyenne des

latences pour les items incongruents associés ne diffère pas significativement de la moyenne des latences pour les items neutres).

Pour récapituler, l'effet de la coloration d'une seule lettre (i.e., condition bicolore) semble instable. En effet, cette intervention semble tantôt éliminer l'effet Stroop classique (e.g., Besner et al., 1997 ; Besner & Stolz, 1999), tantôt le maintenir (e.g., Manwell et al., 2004 ; Marmurek, 2003) ou encore les deux (e.g., Danzinger, Estévez, & Mari-Beffa, 2002 ; Monahan, 2001). Or rappelons qu'à la vue des critiques apportées par Neely et Kahan (2001), seule l'élimination de l'effet Stroop associé pourrait indiquer un blocage temporaire possible du niveau sémantique. C'est précisément ce qu'indiquent les données de Manwell et collègues (2004) présentées précédemment. Ces données restent – à ce jour – la seule démonstration publiée de l'élimination de l'effet Stroop associé. Ainsi, le présent article soulève la question de la robustesse d'un tel effet. Cette question est essentielle, dans la mesure où l'élimination de l'effet Stroop associé remet en cause le caractère automatique et irrépressible de la récupération de la signification des mots écrits.

Dans notre étude, nous avons utilisé une procédure similaire à celle de Manwell *et al.* (2004). La différence principale était la position de la lettre dont la couleur était à dénommer. Dans l'expérience princeps de Manwell *et al.*, la lettre pouvait se trouver à n'importe quelle position (début, milieu ou fin du mot), alors que dans nos deux expériences, la position de la lettre était constante : c'était toujours la première lettre du mot (dans toutes les conditions). De plus, les participants avaient pour consigne explicite de focaliser leur attention sur cette première lettre uniquement et cela pendant toute la durée de l'expérience. Le but de cette procédure était de restreindre au maximum la fenêtre attentionnelle et ainsi de créer de meilleures conditions pour permettre aux participants d'abandonner (s'ils le peuvent) le codage sémantique du mot. Dans l'Expérience 1a, à l'instar de Manwell *et al.* (2004), le reste du mot est coloré avec une autre couleur que la première lettre dans la condition bicolore (par exemple, pour le mot « rouge », la couleur de la lettre « r » à dénommer est bleue et la couleur du reste du mot « ouge » est verte). Dans l'Expérience 1b, le reste du mot est en gris et seule la première lettre est colorée dans la condition bicolore (par exemple, pour le mot « rouge », la couleur de la lettre « r » à dénommer reste bleue mais la couleur du reste du mot « ouge » est grise). Cette dernière variante de la condition bicolore est identique à la manipulation de Besner *et al.* (1997).

Dans nos deux expériences, les participants ont vu des mots incongruents classiques, des mots incongruents associés et des mots neutres présentés

sous forme unicolore et bicolore. Si, sur la base des travaux de Manwell *et al.* (2004), on peut s'attendre à une élimination de l'effet Stroop associé dans la condition bicolore, nous penchons davantage en faveur d'une hypothèse alternative fondée sur l'idée de l'automatisme de l'activation sémantique. En considérant cette activation comme automatique, mais aussi comme non contrôlable, nous nous attendons à obtenir de l'interférence sémantique (i.e., l'effet Stroop associé) aussi bien dans la condition unicolore que bicolore et cela dans les deux expériences.

EXPÉRIENCES 1A ET 1B

Méthode

Participants

L'étude comptait 45 participants : 21 étudiants de l'Université René Descartes, Paris 5, ont participé à l'Expérience 1a ; et 24 étudiants de l'Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, à l'Expérience 1b. Tous les participants avaient une vue normale ou corrigée à la normale, et ont été testés au préalable sur leur vision des couleurs.

Stimuli

Les stimuli étaient composés de six mots neutres (*balcon, robe, café, chien, train, et gâteau*), six mots associés à une couleur (*tomate, maïs, ciel, salade, chocolat, et carotte*) et six noms de couleurs (*rouge, jaune, bleu, vert, marron, et orange*). Les mots associés à une couleur ont été sélectionnés à partir de diverses normes d'associations verbales (Ferrand & Alario, 1998 ; Lieury, Iff & Duris, 1976). Les stimuli ont été présentés individuellement en lettres minuscules (en font 18, Courier New). En moyenne, un mot couvrait un angle visuel de 0.9° de haut sur 3.0° de large. En condition unicolore, toutes les lettres du mot étaient de la même couleur (par exemple, le mot « bleu » écrit en encre verte). En condition bicolore, la première lettre était d'une couleur différente du reste du mot dans l'Expérience 1a (par exemple, pour le mot « bleu », la lettre « b » est écrite en vert et « leu » en rouge), alors que dans l'Expérience 1b seule la première lettre était en couleur et le reste du mot était en gris (par exemple, pour le mot « bleu », la lettre « b » est écrite en vert et « leu » en gris). Les mots associés à une couleur et les noms de couleurs étaient toujours présentés dans des couleurs incongruentes (par exemple, « salade » était présenté en rouge, jaune, bleu, orange ou marron, mais jamais en vert). Les mêmes stimuli ont été testés dans l'Expérience 1a et 1b.

Plan expérimental

Le plan expérimental était identique dans l'Expérience 1a et 1b : un plan intra-sujets 3 x 2 avec le facteur *Type de Stimulus* à trois modalités (stimuli

incongruents classiques vs. incongruents associés vs. neutres) et le facteur *Présentation de Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore). Chaque modalité contenait 30 stimuli, donnant un total de 180 stimuli testés. Toutes les conditions expérimentales étaient présentées en un seul bloc de façon aléatoire.

Appareillage et procédure

Les stimuli étaient présentés au centre d'un écran PC. La présentation des stimuli et l'enregistrement des réponses ont été contrôlés par le logiciel DMDX (Forster & Forster, 2003). Les réponses des sujets ont été enregistrées sur le disque dur d'un PC et ont été recueillies à l'aide d'un micro-casque Koss pour l'Expérience 1a et Sennheiser pour l'Expérience 1b. Les latences de dénomination ont été mesurées à la milliseconde près. Les sujets étaient assis à environ 50 cm de l'écran. Il leur était demandé de fixer les deux barres verticales au-dessus et en dessous de la première lettre du mot et cela pour tous les items présentés tout au long de l'expérience. Leur tâche était de nommer la couleur de la lettre présentée entre les deux barres, et cela le plus rapidement et précisément possible, tout en ignorant le reste de l'écran. L'expérience proprement dite était précédée par une phase d'entraînement sur 12 stimuli.

Résultats

Expérience 1a

Afin d'analyser les temps de réaction moyens observés pour les items dénommés correctement, nous avons écarté les réponses incorrectes (moins de 2 % des données écartées).

Effet Stroop classique

Pour mesurer l'amplitude de l'interférence dans la tâche Stroop classique, nous avons analysé les temps de latence dans un plan à mesures répétées 2 x 2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents classiques vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore). Cette analyse révèle un effet principal du *Type de Stimulus* ($F(1,20) = 109.17$; $p < .001$), montrant ainsi que les temps de latences sont significativement plus lents pour les items incongruents classiques que pour les items neutres. Cette analyse montre également une absence d'effet principal de la *Présentation du Stimulus* ($F(1,20) = 1.43$; $p = ns$), et une interaction significative entre le *Type de Stimulus* et la *Présentation du Stimulus* ($F(1,20) = 4.68$; $p < .05$) (voir le tableau I pour les moyennes des latences et les pourcentages d'erreurs). De plus, les comparaisons planifiées montrent que l'interférence est de 80 msec dans la condition unicolore ($F(1,20) = 69.69$; $p < .001$) et de 56 msec dans la condition bicolore ($F(1,20) = 58.85$; $p < .001$). Toutefois, la présence de

l'effet de l'interaction indique que la coloration de la première lettre (condition bicolore) réduit la taille de l'interférence Stroop classique.

L'analyse des erreurs selon un même plan à mesures répétées 2 x 2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents classiques vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore) révèle un effet principal du *Type de Stimulus* ($F(1,20) = 31.20$; $p < .001$), montrant ainsi que plus d'erreurs sont obtenues dans la condition incongruente classique que dans la condition neutre. De plus, cette même analyse ne montre aucun effet de la *Présentation de Stimulus*, ni une interaction entre les deux facteurs ($F_s < 1$).

Tableau I. Latences de dénomination correctes (en millisecondes), pourcentages d'erreurs (%ER) et écart-types (entre parenthèses) de l'Expérience 1a présentés en fonction du *Type de Stimulus* (incongruents classiques, incongruents associés vs. neutres) et de la *Présentation du Stimulus* (unicolore vs. bicolore).

Table I. Mean correct naming latencies (in milliseconds), percentages of errors and standard deviations (in brackets) of Experiment 1a presented as a function of *Stimulus Type* (incongruent, color-associated, and neutral) and *Stimulus presentation* (all colored vs. first letter colored).

	Présentation Unicolore		Présentation Bicolore	
	Latences	%ER	Latences	%ER
<i>Incongruents Classiques</i>	803 (97)	2.37	783 (109)	2.69
<i>Incongruents Associés</i>	747 (95)	0.31	745 (86)	0.31
<i>Neutres</i>	723 (94)	0	727 (92)	0
<i>Différence</i>				
<i>Incongruents Classiques – Neutres (effet Stroop classique)</i>	+80msec***	>	+56msec***	
<i>Incongruents Associés – Neutres (effet Stroop associé)</i>	+24msec**	=	+18msec*	

Note : ***indique $p < .001$; ** indique $p < .005$; * indique $p < .05$.

Effet Stroop associé

Pour mesurer l'amplitude de l'interférence dans la condition Stroop associée, nous avons analysé les temps de latence dans un plan à mesures répétées 2×2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents associés vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore). Cette analyse révèle un effet principal du *Type de Stimulus* ($F(1,20) = 47.70$; $p < .001$), montrant ainsi que les temps de latences sont significativement plus lents pour les items incongruents associés que pour les items neutres. Cette même analyse ne montre aucun effet de la *Présentation du Stimulus*, ni une interaction entre les deux facteurs ($F_s < 1$). En effet, les comparaisons planifiées indiquent que les interférences de 24 msec dans la condition unicolore ($F(1,20) = 13.70$; $p < .01$) et de 18 msec dans la condition bicolore ($F(1,20) = 7.03$; $p < .05$) restent essentiellement d'une même ampleur.

L'analyse des erreurs selon un même plan à mesures répétées 2×2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents classiques vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore) révèle un effet principal du *Type de Stimulus* ($F(1,20) = 31.20$; $p < .001$), montrant ainsi que plus d'erreurs sont obtenues dans la condition incongruente associée que dans la condition neutre. De plus, cette même analyse ne montre aucun effet de la *Présentation du Stimulus*, ni une interaction entre les deux facteurs ($F_s < 1$).

Expérience 1b

Comme dans l'expérience 1a, nous avons tout d'abord écarté les réponses incorrectes (moins de 2.3 % des données) afin d'analyser les temps de réaction moyens observés pour les items dénommés correctement.

Effet Stroop classique

Pour mesurer l'amplitude de l'interférence dans la tâche Stroop classique, nous avons analysé les temps de latence dans un plan à mesures répétées 2×2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents classiques vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore). Cette analyse révèle un effet principal du *Type de Stimulus* ($F(1,23) = 62.30$; $p < .001$), montrant ainsi que les temps de latences sont significativement plus lents pour les items incongruents classiques que pour les items neutres. Cette analyse montre également une absence d'effet principal de la *Présentation de Stimulus* ($F(1,23) = 1.14$; $p = ns$), et une interaction significative entre le *Type de Stimulus* et la *Présentation du Stimulus* ($F(1,23) = 6.51$; $p < .05$) (voir le tableau II pour les moyennes des latences et les pourcentages d'erreurs). De plus, les comparaisons planifiées montrent que l'interférence est de

91 msec dans la condition unicolore ($F(1,23) = 103.68$; $p < .001$) et de 59 msec dans la condition bicolore ($F(1,23) = 20.27$; $p < .001$). Toutefois, comme dans l'Expérience 1a, la présence de l'effet de l'interaction indique que la coloration de la première lettre (condition bicolore) réduit la taille de l'interférence Stroop classique.

L'analyse des erreurs selon un même plan à mesures répétées 2 x 2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents classiques vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore) révèle un effet principal du *Type de Stimulus* ($F(1,23) = 15.23$; $p < .001$), montrant ainsi que plus d'erreurs sont obtenues dans la condition incongruente classique que dans la condition neutre. De plus, cette même analyse ne montre aucun effet de la *Présentation du Stimulus*, ni une interaction entre les deux facteurs ($F_s < 1$).

Effet Stroop associé

Pour mesurer l'amplitude de l'interférence dans la condition Stroop associée, nous avons analysé les temps de latence dans un plan à mesures répétées 2 x 2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents associés vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore). Cette analyse révèle un effet principal du *Type de Stimulus* ($F(1,23) = 5.55$; $p < .05$), montrant ainsi que les temps de latences sont significativement plus lents pour les items incongruents associés que pour les items neutres. Cette même analyse ne montre aucun effet de la *Présentation du Stimulus* ($F(1,23) = 2.19$; $p = ns$); ni une interaction entre les deux facteurs ($F < 1$). En effet, les comparaisons planifiées indiquent que l'interférence Stroop associé est d'une même ampleur, à savoir de 52 msec aussi bien dans la condition unicolore ($F(1,23) = 5.35$; $p < .05$) que dans la condition bicolore ($F(1,23) = 5.08$; $p < .05$).

L'analyse des erreurs selon un même plan à mesures répétées 2 x 2 avec le facteur *Type de Stimulus* à deux modalités (stimuli incongruents associés vs. neutres) et le facteur *Présentation du Stimulus* à deux modalités (unicolore vs. bicolore) révèle un effet principal de la *Présentation de Stimulus* ($F(1,23) = 4.47$; $p < .05$), montrant ainsi que plus d'erreurs sont obtenues dans la condition unicolore que dans la condition bicolore. De plus, cette même analyse ne montre aucun effet du *Type de Stimulus* ($F(1,23) = 1.62$; $p = ns$); ni une interaction entre les deux facteurs ($F < 1$).

Discussion des Expériences 1a et 1b

Pour résumer, les résultats observés dans les deux expériences sont cohérents et univoques. Tout d'abord, nous avons obtenu l'interférence Stroop classique. Dans les deux expériences, cette dernière diminue significativement

(mais ne disparaît pas) dans la condition bicolore. Ainsi dans l'Expérience 1a, nous répliquons les résultats de Manwell *et al.* (2004), mais dans l'Expérience 1b, nous ne répliquons que partiellement les résultats de Besner *et al.* (1997) dans la mesure où ils démontrent une disparition totale de l'effet Stroop classique dans la condition bicolore similaire à la nôtre i.e., où seule une lettre est colorée et le reste du mot est en gris. De plus, nous avons également obtenu l'interférence Stroop associée. Son amplitude semble plus importante dans l'Expérience 1b (52 msec en moyenne) que dans l'expérience l'Expérience 1a (21 msec en moyenne). Pourtant, la taille de l'effet du *Type de Stimulus* est de $\eta_p^2 = .71$ pour

Tableau II. Latences de dénomination correctes (en millisecondes), pourcentages d'erreurs (%ER) et écart-types (entre parenthèses) de l'Expérience 1b présentés en fonction du *Type de Stimulus* (incongruents classiques, incongruents associés vs. neutres) et de la *Présentation du Stimulus* (unicolore vs. bicolore).

Table II. Mean correct naming latencies (in milliseconds), percentages of errors and standard deviations (in brackets) of Experiment 1b presented as a function of *Stimulus Type* (incongruent, color-associated, and neutral) and *Stimulus presentation* (all colored vs. first letter colored).

	Présentation Unicolore		Présentation Bicolore	
	Latences	%ER	Latences	%ER
<i>Incongruents Classiques</i>	806 (84)	4.44	784 (103)	4.44
<i>Incongruents Associés</i>	767 (78)	1.25	776 (79)	0.42
<i>Neutres</i>	715 (79)	1.53	724 (61)	0.83
<i>Différence</i>				
<i>Incongruents Classiques – Neutres (effet Stroop classique)</i>	+ 91 msec***	>	+ 59 msec***	
<i>Incongruents Associés – Neutres (effet Stroop associé)</i>	+ 52 msec*	=	+ 52 msec*	

Note : ***indique $p < .001$; ** indique $p < .005$; * indique $p < .05$

l'Expérience 1a, alors qu'elle n'est que de $\eta_p^2 = .19$ pour l'Expérience 1b. Ces différences apparentes doivent être interprétées avec précaution, car le lieu et les participants des Expériences 1b et 1a sont différents. Enfin, il faut noter que l'amplitude de l'interférence Stroop associée ne diminue pas dans la condition unicolore, mais reste sensiblement identique entre la condition unicolore et bicolore et cela dans les deux expériences. Ainsi, ni dans l'Expérience 1a, ni dans l'Expérience 1b, nous ne répliquons conceptuellement Manwell *et al.* (2004), dans la mesure où ces auteurs démontrent une disparition totale de l'effet Stroop associé dans la condition bicolore.

Discussion générale

Dans nos deux expériences, les participants avaient pour tâche de focaliser leur attention sur la première lettre du mot uniquement – en ignorant le reste de l'écran – et devaient dénommer la couleur de cette première lettre. Ils ont reçu des mots incongruents classiques, des mots incongruents associés et des mots neutres, tous présentés sous forme unicolore et bicolore. À l'instar de Manwell *et al.* (2004), dans cette dernière condition, le reste du mot était coloré avec une autre couleur que la première lettre dans l'Expérience 1a. Dans l'Expérience 1b, nous avons suivi la manipulation de Besner *et al.* (1997). Ainsi, le reste du mot était en gris et seule la première lettre était colorée. Ces différentes manipulations ont été utilisées afin de tester l'influence de la présentation bicolore des mots sur la réduction voire l'élimination de l'effet Stroop.

Lorsque nous prenons en considération la condition d'interférence Stroop classique uniquement (mots incongruents classiques vs. mots neutres), nos résultats montrent une diminution significative de l'effet Stroop dans la condition « bicolore » par rapport à la condition « unicolore ». Cette diminution significative de l'effet Stroop classique réplique donc les résultats obtenus par Manwell *et al.* (2004 ; voir également Danziger, Estevez, & Mari-Beffa, 2002 ; Kahneman & Henik, 1981 ; Marmurek, 2003 ; Monahan, 2001). De plus, elle est compatible avec d'autres données récentes suggérant une flexibilité de l'effet Stroop classique en fonction de conditions aussi diverses (et anecdotiques pour certains) que porter l'attention sur une seule lettre colorée (e.g., Besner *et al.*, 1997), exécuter la tâche en présence d'une autre personne (e.g., Huguet *et al.*, 1999) ou encore être persuadé, via l'hypnose par exemple, que les mots affichés ne sont qu'une simple suite de symboles sans signification aucune (e.g., Raz *et al.*, 2005, 2006). En somme, ces différents résultats, y compris

les nôtres, laissent entendre que l'activation sémantique n'est pas aussi automatique que l'on croyait.

Toutefois, une telle interprétation serait excessive dans la mesure où la tâche Stroop associée seule mesure une interférence sémantique proprement dite (Dalrymple-Alford, 1972 ; Klein, 1964 ; Neely & Kahan, 2001). Dans nos deux expériences, l'effet d'interférence Stroop associé non seulement ne disparaît pas, mais il ne diminue pas non plus en fonction de la présentation du stimulus (unicolore vs. bicolore), suggérant ainsi que la composante sémantique de l'effet Stroop n'est pas flexible. En effet, nos participants étaient incapables de « bloquer » le codage sémantique des mots et cela malgré une attention allouée de manière systématique au début du mot et cela tout au long de l'expérience. Par ailleurs, ils étaient tout à fait en mesure de faire la tâche correctement, comme en témoigne le faible pourcentage d'erreurs.

Comme le lecteur attentif a pu le constater, sur la base du seul effet Stroop classique – sans tenir compte de la condition Stroop associé – on peut facilement être conduit vers une conclusion erronée, celle d'une flexibilité du codage sémantique. Dès lors, les interprétations proposées par certaines recherches ultérieures doivent être utilisées avec prudence. En effet, sans la condition Stroop associée mesurant la composante sémantique de l'effet Stroop, il est difficile de se prononcer sur le « blocage » ou « l'élimination » du codage sémantique, même si les données de l'interférence Stroop classique semblent le suggérer.

Dans leur expérience, Manwell *et al.* (2004) trouvent bien une élimination de l'interférence Stroop *associée* en condition bicolore. Toutefois, les auteurs rapportent également une autre expérience non publiée (voir leur Discussion Générale, page 461) – similaire méthodologiquement à notre Expérience 1b (i.e., dans la condition bicolore, une seule lettre était colorée et le reste du mot était en gris) – où les résultats sont semblables, voire identiques aux nôtres. L'effet d'interférence Stroop associé reste constant (et significatif) aussi bien en condition unicolore qu'en condition bicolore. Nous considérons ce dernier résultat, tout comme nos propres résultats, conformes à l'idée que l'information sémantique est toujours activée de manière automatique et irrépressible au cours de la lecture.

De plus, une apparente contradiction entre ces différents résultats peut être résolue avec notre interprétation alternative d'une réduction voire même d'une élimination possible de la contribution sémantique de l'effet Stroop. Nous suggérons qu'une réduction ou une élimination de cette dernière ne constituent qu'un simple reflet de l'ajustement des critères de réponse spécifiques à la tâche (Ferrand & Grainger, 1996). Or cet ajustement – reflétant un contrôle certain – n'est spécifique qu'aux critères utilisés pour répondre

à la tâche. Ainsi le contrôle n'est pas exercé sur le type d'information activée, mais uniquement sur le type d'information utilisée. Selon cette conception, une apparente réduction (ou élimination) de l'effet Stroop classique n'implique pas nécessairement que l'activation sémantique est bloquée ou éliminée. Elle suggère simplement que l'utilisation d'une telle information sémantique peut être sous contrôle, mais pas son activation en tant que telle. Plusieurs études ont montré en effet l'existence d'une activation sémantique automatique (via un amorçage négatif ou positif) en absence d'un effet Stroop classique (Catena, Fuentes & Tudela, 2002 ; Mari-Beffa, Estevez, & Danziger, 2000). Une autre étude portant sur l'amorçage sémantique a montré qu'un tel effet disparaissait dans les temps de réponse lorsque les participants devaient détecter la présence d'une lettre dans l'amorce (Heil, Rolke, & Pecchinenda, 2004). Toutefois, lorsque les potentiels évoqués électriques étaient mesurés, ceux-ci témoignaient d'une activation sémantique caractéristique (N400) alors même que les résultats comportementaux ne montraient aucun effet. Il serait donc opportun que les travaux futurs combinent les données comportementales et électrophysiologiques afin de tester plus directement la viabilité de l'interprétation que nous proposons. Il est possible de prévoir que l'activation sémantique sera détectée – via la N400 – aussi bien au cours de l'exécution de la tâche Stroop classique que Stroop associé, mais que l'utilisation de l'information sémantique telle qu'elle est suggérée par l'ampleur de l'interférence (i.e., données comportementales) serait largement plus contrôlée lors de l'exécution de la tâche Stroop classique. En effet, d'après Neely et Kahan (2001), l'interférence dans la tâche Stroop classique peut être entièrement produite par une simple compétition de réponses se situant ailleurs qu'au niveau sémantique. Ainsi, l'information sémantique –pourtant activée– ne serait pas utilisée compte tenu des critères de réponse que nécessite la tâche. Cette dernière hypothèse à tester montre que de telles expériences pourraient apporter en plus un certain éclairage au débat sur ce que la tâche Stroop classique mesure réellement (voir e.g., Neely & Kahan, 2001).

En guise de conclusion, rappelons encore une fois la question guidant notre recherche, à savoir : « Dans quelle mesure l'effet Stroop et plus particulièrement sa composante sémantique peuvent-ils être réduits voire éliminés ? ». Les deux expériences présentées montrent de manière unanime que cette dernière n'est ni éliminée ni réduite et plaident ainsi en faveur de notre argument initial que le code sémantique d'un mot lu est activé de manière automatique, irrépressible et non-consciente. Nous avons proposé en plus que la trace de cette activation puisse ne pas être obligatoirement détectée dans les données comportementales. De ce fait, la démonstration de l'élimination de l'interférence Stroop associée – même stable et répliquée – ne

constituerait pas une preuve solide de la flexibilité de l'activation sémantique. Nous proposons que l'élimination de l'interférence Stroop aussi bien classique qu'associée, pointerait plutôt la contrôlabilité de l'utilisation de l'information sémantique et lexicale. Bien entendu, ces propositions sont à tester directement dans les recherches futures.

BIBLIOGRAPHIE

- Besner, D. (2001). The myth of ballistic processing : Evidence from Stroop's paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 324-330.
- Besner, D., & Stolz, J. A. (1999). Unconsciously controlled processing : The Stroop effect reconsidered. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6, 449-455.
- Besner, D., Stolz, J. A., & Boutilier, C. (1997). The Stroop effect and the myth of automaticity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 221-225.
- Catena, A., Fuentes, L.J., & Tudela, P. (2002). Priming and interference effects can be dissociated in the Stroop task : New evidence in favor of the automaticity of word recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 113-118.
- Dalrymple-Alford, E. C. (1972). Associative facilitation and interference in the Stroop color-word task. *Perception & Psychophysics*, 11, 274-276.
- Danziger, S., Estévez, A.F., & Mari-Beffa, P. (2002). Stroop interference effects in partially colored Stroop words. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 536-541.
- Dumas, F., Huguet, P., Monteil, J. M., & Ayme, E. (2005). Social context effects in the Stroop task : When knowledge of one's relative standing makes a difference. *Current Psychology Letters : Behavior, Brain and Cognition*, 16, <http://cpl.revues.org/document456.html>
- Ferrand, L., & Alario, X. (1998). Normes d'associations verbales pour 366 noms d'objets concrets. *L'Année Psychologique*, 98, 689-739.
- Ferrand, L., & Grainger, J. (1996). List context effects on masked phonological priming in the lexical decision task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 515-519.
- Forster, K. I., & Forster, J. C. (2003). DMDX : A Windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35, 116-124.
- Heil, M., Rolke, B., & Pecchinenda, A. (2004). Automatic semantic activation is no myth. *Psychological Science*, 15, 852-857.
- Huguet, P., Galvaing, M. P., Monteil, J. M., & Dumas, F. (1999). Social presence effects in the Stroop task : Further evidence for an attentional view of social facilitation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 1011-1025.
- Kahneman, D., & Henik, A. (1981). Perceptual organization and attention. In M. Kubovy & J. R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization* (pp. 181-211). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Klein, G. S. (1964). Semantic power measured through the interference of words with color-naming. *American Journal of Psychology*, 77, 576-588.
- Lieury, A., Iff, M., & Duris, P. (1976). Normes d'associations verbales. Document ronéoté, Laboratoire de Psychologie Expérimentale

et Comparée, associé au CNRS, 28 rue Serpente, 75006 Paris.

MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, *109*, 163-203.

MacLeod, C. M. (2005). The Stroop task in cognitive research. In A. Wenzel & D. C. Rubin (Eds.), *Cognitive methods and their application to clinical research* (pp. 17-40). Washington, DC: American Psychological Association.

MacLeod, C. M., & MacDonald, P. (2000). Interdimensional interference in the Stroop effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*, 383-391.

Manwell, L. A., Roberts, M. A., & Besner, D. (2004). Single letter coloring and spatial cuing eliminates a semantic contribution to the Stroop effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*, 458-462.

Mari-Beffa, P., Estevez, A. F., & Danziger, S. (2000). Stroop interference and negative priming: Problems with inferences from null results. *Psychonomic Bulletin and Review*, *7*, 499-503.

Marmurek, H. H. C. (2003). Coloring only a single letter does not eliminate color-word interference in a vocal-response Stroop task: Automaticity revealed. *Journal of General Psychology*, *130*, 207-224.

McClelland, J. L. (1987). The case of interactionism in language processing In M. Coltheart (Ed.), *Attention and Perfor-*

mance XII: The psychology of reading. London: Erlbaum.

Monahan, J. S. (2001). Coloring single Stroop elements: Reducing automaticity or slowing color processing? *Journal of General Psychology*, *128*, 98-112.

Neely, J. H., & Kahan, T. (2001). Is semantic activation automatic? A critical re-evaluation. In H. L. Roediger III, J. S. Nairne, I. Neath, and A. M., Surprenant (Eds.), *The nature of remembering: Essays in honor of Robert G. Crowder* (pp. 69-93). Washington, DC: American Psychological Association.

Raz, A., Fan, J., & Posner, M.I. (2005). Hypnotic suggestion reduces conflict in the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*, 9978-9983.

Raz, A., Kirsch, I., Pollard, J., & Nitkin-Kaner, Y. (2006). Suggestion reduces the Stroop effect. *Psychological Science*, *17*, 91-95.

Sharma, D., & McKenna, F. P. (1998). Differential components of the manual and vocal Stroop tasks. *Memory and Cognition*, *26*, 1033-1040.

Stolz, J. A., & Besner, D. (1996). The role of set in visual word recognition: Activation and activation blocking as non-automatic processes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *22*, 1166-1177.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643-662.