

Que mesure l'interférence Stroop ? Quand et comment ?

Arguments méthodologiques et théoriques en faveur d'un changement de pratiques dans sa mesure.

Maria Augustinova^{1,2}, Eva Almeida³, David Clarys⁴, Ludovic Ferrand^{1,2}, Marie Izaute^{1,2},
Isabelle Jalenques^{5,6}, Catherine Juneau^{1,2}, Alice Normand^{1,2} et Laetitia Silvert^{1,2}

L'Année Psychologique (2016). <https://doi.org/10.3917/anpsy.161.0045>

¹ Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

² CNRS, UMR 6024, LAPSCO, F-63037 Clermont-Ferrand, France

³ Centre de prévention Bien Vieillir Agirc-Arrco Auvergne, 2 rue Pierre Boulanger, 63100 Clermont-Ferrand, France

⁴ CNRS, UMR 7295, Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage, Université de Poitiers, Poitiers, France

⁵ CHU Clermont-Ferrand, Service de Psychiatrie de l'Adulte A et Psychologie médicale, Pôle de Psychiatrie, F-63003 Clermont-Ferrand, France

⁶ Clermont Université, Université d'Auvergne Clermont 1, EA 7280, UFR Médecine, F-63001 Clermont-Ferrand, France.

RÉSUMÉ

Destiné autant aux chercheurs qu'aux praticiens, le présent article argumente que de nombreuses implémentations actuelles de ce que l'on appelle de manière générique *la tâche Stroop*, reposent sur des connaissances méthodologiques et théoriques aujourd'hui dépassées. Il en résulte que *l'interférence Stroop* mise en évidence par les différentes versions en vigueur de la tâche Stroop a) est souvent surévaluée et b) ne permet pas de mesurer directement la contribution des différents processus qui en sont à l'origine. Après avoir exposé les arguments théoriques et méthodologiques sous-jacents à ces deux constats, cet article préconise le recours à une implémentation dite *sémantique* de la tâche Stroop qui permet de remédier aux problèmes théoriques et méthodologiques identifiés (Augustinova & Ferrand, 2014b ; Neely & Kahan, 2001). Particulièrement simple à mettre en place aussi bien en laboratoire que sur le terrain, la tâche Stroop *sémantique* rend le changement de pratiques qui s'impose à la portée de tous – chercheurs, comme praticiens.

ABSTRACT

This paper highlights the fact that numerous ways of implementing what is commonly referred to as the *Stroop task* in both psychological research and practice are based on obsolete methodological and theoretical knowledge. As a consequence, the *Stroop interference* brought about by these implementations is a) often over estimated and b) does not allow the direct measurement of its qualitatively different components. We first expose several theoretical and methodological arguments supporting those claims and we then recommend the use of the so-called *semantic Stroop task* (Augustinova & Ferrand, 2014b; Neely & Kahan, 2001) in order to overcome the problems we put forward. We advocate that the semantic Stroop task is particularly simple to implement in the laboratory as well as in the field and therefore makes the much-needed change in practice within anyone's reach.

MOTS CLEFS :

Tâche Stroop; Interférence; Conflit sémantique; Conflit de réponse ; Activation sémantique

La recherche de John Ridley Stroop (1897-1973) fit l'objet de peu de publications. Plus précisément, au cours de sa (certes, relativement courte) carrière de chercheur¹, il a publié quatre articles dont seulement trois portent sur le phénomène d'*interférence* auquel son nom est désormais associé (Stroop, 1935ab; 1938). Malgré ce petit nombre, cette recherche est devenue l'une des plus connues, comme en témoignent par exemple les 11 736 citations référencées à ce jour (7 juillet 2015, Google Scholar) de l'article contenant le protocole que Stroop a conçu pour étudier ce phénomène (Stroop, 1935b). Ce protocole – souvent appelé *la tâche Stroop* –, mesure l'interférence émanant de la dénomination de la couleur de l'encre de mots désignant eux-mêmes une autre couleur (e.g., le mot « bleu » écrit en rouge). L'amplitude de cette interférence est communément considérée comme reflétant l'attention sélective, le fonctionnement du système exécutif, la capacité à inhiber des réponses habituelles ou simplement la capacité à maintenir les instructions de la tâche (Henik & Salo, 2004 ; voir aussi Maquestiaux, 2013 pour un aperçu en français).

Le fait qu'elle soit parmi les plus utilisées dans la recherche et la pratique psychologique et neuroscientifique (voir e.g., Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 1998 ; MacLeod, 1992) laisse à penser que la tâche Stroop, tout comme les processus cognitifs qu'elle met en jeu et/ou évalue, sont définis de manière consensuelle. Pourtant, un simple survol de la littérature oblige à constater que ceci est loin d'être le cas. Plus important encore, ce survol suggère que de nombreuses implémentations de ce protocole – utilisées actuellement aussi bien en laboratoire que sur le terrain – reposent sur des connaissances méthodologiques et théoriques aujourd'hui dépassées. Il en résulte que ces différentes implémentations de la tâche Stroop mettent en évidence une *interférence Stroop* a) souvent surévaluée et b) et qui ne permet pas de mesurer directement la contribution des différents processus qui en sont à l'origine. Quelques (re)considérations de cette mesure phare en psychologie et

¹ Pour des détails biographiques sur la vie de J. R. Stroop, voir la page web de Colin MacLeod <http://www.arts.uwaterloo.ca/~cmacleod/Research/Stroopbiog.htm>

neurosciences cognitives semblent donc s'imposer. Pour ce faire, cet article passe en revue des arguments théoriques et méthodologiques sous-jacents aux deux constats précédemment évoqués et préconise une implémentation de la tâche Stroop dite sémantique (Augustinova & Ferrand, 2014b ; Neely & Kahan, 2001) qui permet d'y remédier.

1. La tâche, l'effet et l'interférence Stroop

Il existe différentes manières d'implémenter ce qu'on appelle de manière générique *la tâche Stroop*. A travers une perspective historique, la première partie de cette section situe les origines de ces différentes implémentations. La seconde partie de cette section explicite certaines des raisons pour lesquelles ces différentes implémentations ne permettent pas toutes de mesurer avec précision l'interférence que Stroop (1935b) cherchait initialement à mettre en évidence.

1.1. La tâche conçue par J. R. Stroop et ses évolutions

Le matériel utilisé par Stroop (1935b), faisait l'usage de cinq mots désignant chacun une couleur : rouge, bleu, vert, marron et violet. Chaque mot était présenté plusieurs fois (pour un total de 100 stimuli) dans un ordre aléatoire sur un même support en carton que l'on appelle encore aujourd'hui une carte ou une planche Stroop (voir e.g., Jensen & Rohwer, 1966 pour la description de ces planches, basée sur la correspondance directe que ces auteurs entretenaient avec J. R. Stroop). Ces mots étaient écrits à l'encre noire sur une première planche. Sur une deuxième planche, ces mêmes mots étaient écrits dans une couleur différente de celle qu'ils désignaient. Ainsi le mot « bleu », par exemple, était écrit à l'encre rouge, verte, marron ou violette, mais jamais en bleu. Enfin, sur une troisième planche, les mots de couleurs étaient remplacés par des pastilles de ces mêmes couleurs.

Initialement, Stroop a conçu ces planches afin d'étudier le phénomène d'interférence. Ainsi, grâce à son Expérience 1, il voulait savoir si une activité peu pratiquée (i.e., l'identification de couleurs) pouvait interférer avec une activité qui l'est beaucoup plus (i.e., la lecture). Les participants devaient alors *lire à voix haute* les mots de couleurs présentés en noir sur la première planche, puis en couleur sur la deuxième (ou vice-versa, les deux conditions expérimentales étant contrebalancées) et cela expressément sans tenir compte de la couleur dans laquelle ces stimuli étaient présentés. Les temps mis pour lire la première et la deuxième planche se sont avérés comparables (respectivement 41 vs. 43,30 sec, la différence de 2,3 sec n'étant pas significative), amenant Stroop à conclure que l'identification de couleur n'interfère pas avec la lecture.

En poursuivant son investigation dans l'Expérience 2, Stroop voulait également savoir si l'activité très pratiquée (i.e., la lecture) pouvait interférer avec celle qui l'est beaucoup moins (i.e., l'identification de couleurs). Les participants devaient cette fois *dénommer la couleur* des pastilles présentées sur la troisième planche, ou dénommer la couleur des mots présentés sur la deuxième (l'ordre de présentation des planches étant à nouveau contrebalancé) et cela, sans tenir compte de leur signification. Les temps mis pour dénommer la couleur des mots étaient alors supérieurs aux temps mis pour dénommer celle des pastilles (110,30 vs. 63,30 sec), amenant Stroop à conclure que la lecture interfère bel et bien avec la dénomination de couleur.

Ce que l'on désigne actuellement dans la littérature par le terme générique de *tâche Stroop* est une variante du protocole utilisé dans cette dernière expérience (voir aussi Stroop, 1935b, Exp.3). Ainsi, elle ne mesure plus que la vitesse des réponses (manuelles ou verbales) et le nombre d'erreurs observés lors d'une tâche d'identification de couleurs (MacLeod, 1991). Pour ce faire, elle contient des mots dits *incongruents* puisque, comme ceux conçus par Stroop pour sa deuxième planche, la couleur qu'ils désignent en toutes

lettres est différente de celle avec laquelle ils sont écrits (e.g., « bleu » écrit en vert). La moyenne des temps que les gens mettent à dénommer la couleur de ces mots incongruents (condition expérimentale) ainsi que le pourcentage d'erreurs qu'ils commettent alors, sont comparés à ceux observés dans une condition contrôle (e.g., « xxxx » écrit en vert).

La condition expérimentale et la condition contrôle ne sont plus présentées de manière séparée – chacune sur une planche différente (présentation utilisée par Stroop, dite *sérielle*, voir la description fournie pp. 4-5). Actuellement, les différents stimuli sont souvent présentés un par un sur un écran d'ordinateur (présentation dite *individuelle* ou *par item*) de sorte à ce que l'ordre d'apparition des différents items soit aléatoire, et non fixe, comme dans la présentation sérielle².

Il en résulte qu'il n'existe pas de tâche de Stroop *standard* bien que cette épithète soit largement utilisée. Notons toutefois qu'elle désigne habituellement l'utilisation des mots incongruents conçus par Stroop – mettant en jeu l'incongruence de couleurs – par opposition à un autre type d'incongruence, spatiale par exemple (e.g., des mots « sur » et « sous » présentés respectivement en-dessous et au-dessus d'un point initialement fixé à l'écran, voir e.g. De Jong, Berendsen, & Cools, 1999). Si l'on met de côté tous les paramètres « techniques » de présentation qui peuvent varier d'une étude à l'autre (couleur de l'écran, le temps d'affichage, etc.), l'absence de tâche Stroop *standard* est plus essentiellement due au fait que la condition contrôle varie grandement d'une étude à l'autre. Après avoir décrit ces différentes variations dans la partie suivante, nous expliciterons les implications de chacune d'elles pour la mesure de ce que la tâche Stroop ainsi implémentée met en évidence et les conclusions que l'on peut en tirer.

² Notons cependant que la pratique psychologique et neuroscientifique sur le terrain continue à faire appel à la lecture dans la mesure où les différents outils d'évaluation comme le *Stroop Victoria* (voir e.g., Strauss, Sherman, & Spreen, 2006 et Bayard, Erkes, & Moroni, 2007 pour une adaptation française) englobent des tâches (et le matériel) utilisés dans l'Expérience 1 et 2. Ce *test* (par opposition à la *tâche*) Stroop continue donc aussi à utiliser la présentation dite sérielle.

1.2. L'influence de la condition contrôle sur ce que la tâche Stroop met en évidence

Au vu de la recherche actuelle, il apparaît que quatre types de conditions contrôle sont utilisés à travers les études ayant recours à la tâche Stroop. Premièrement, comme dans l'Expérience 2 de Stroop, il peut s'agir de pastille(s) de couleurs (e.g., ■■■■) ou encore comme dans son Expérience 3, de signes sans signification particulière (e.g., $\psi\psi\psi$). Deuxièmement, il peut s'agir de séries d'une même lettre (e.g., xxxx, voir Dalrymple-Alford & Budayr, 1966 pour une première utilisation) ou encore de lettres différentes (e.g., sbfym, voir Klein, 1964 pour une première utilisation). Troisièmement, il peut s'agir de mots dits *neutres* puisqu'ils ne désignent pas eux-mêmes une couleur (e.g., « pont », voir Klein, 1964 pour une première utilisation) ou enfin, de mots dits *congruents* (« bleu » en bleu), puisque la dimension de couleur et celle du mot écrit sont identiques (voir Dalrymple-Alford & Budayr, 1966 pour une première utilisation).

Quelle que soit l'implémentation de la condition contrôle, et à l'instar des résultats de Stroop observés avec la présentation par planches (Stroop, 1935b, Exp. 2, voir p. 5), la moyenne des temps que les gens mettent à énoncer la couleur des mots incongruents est supérieure à celle observée en condition contrôle. Par exemple, dans l'Expérience 2 d'Augustinova et Ferrand (2012), la moyenne de 837 ms observée pour les mots incongruents est significativement supérieure (de 92 ms) à celle de 744 ms observée pour des mots neutres. Il en va de même pour les pourcentages d'erreurs (respectivement 3,84 vs. 0,07%, la différence de 3,77% étant également significative dans cette même expérience).

Ces différences (ou plus souvent la différence des temps de dénomination seule) sont désignées dans la littérature par le terme *effet* ou encore *interférence Stroop*. Bien que robustes et stables, ces différences ne doivent néanmoins pas faire perdre de vue toute

l'importance du type de condition contrôle utilisée. Or les différents types de conditions contrôles sont souvent considérées – pour le moins implicitement – comme interchangeables. Les arguments présentés dans la suite de cet article démontrent qu'une telle considération n'a pas lieu d'être et constitue un véritable écueil.

Rappelons que si la lecture (involontaire) interfère bien avec la dénomination de couleurs des mots incongruents, elle facilite aussi la dénomination de couleurs des mots congruents (voir Dalrymple-Alford, 1972 pour cette découverte) puisque pour ces mots, la couleur qu'ils désignent en toutes lettres et la couleur de l'encre qui est à dénommer sont identiques. C'est pourquoi la moyenne des temps que les gens mettent à énoncer la couleur des mots congruents est inférieure à celle observée en condition contrôle. Par exemple, dans l'Expérience 3 d'Augustinova et Ferrand (2014a, Bloc 1), la moyenne de 696 ms observée pour les mots congruents est significativement inférieure (de 80 ms) à celle de 776ms observée pour des mot neutres (voir Augustinova & Ferrand, 2014a pour plus de détails, voir aussi Figure 1 pour un autre exemple de données réelles).

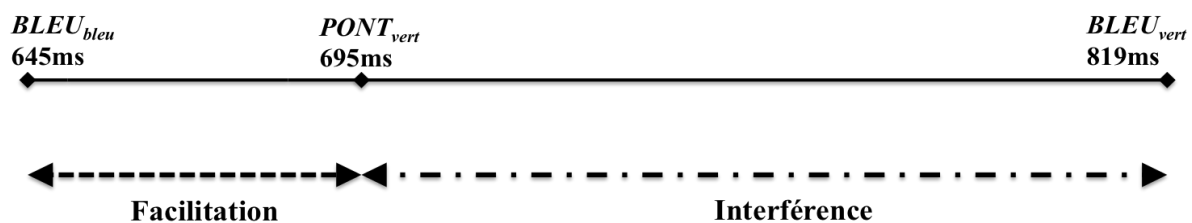


Figure 1. Illustration avec des données réelles (Augustinova & Ferrand, 2015) des phénomènes que la tâche Stroop met en évidence : celui d'*interférence* (ralentissement de la dénomination de couleurs pour des items incongruents comme $BLEU_{vert}$ par rapport aux items neutres $PONT_{vert}$) et de *facilitation* (accélération de la dénomination de couleurs pour des items congruents comme $BLEU_{bleu}$ par rapport aux items neutres $PONT_{vert}$) et de la manière dont ils sont confondus lorsque seuls items congruents et incongruents sont utilisés.

Il en résulte que l'effet ou l'interférence Stroop opérationnalisé, et par la suite calculé, comme la différence de moyennes entre les items incongruents et congruents (par exemple mot « bleu » présenté respectivement en vert et bleu, plus loin $BLEU_{vert} - BLEU_{bleu}$)

confond le phénomène d'interférence avec celui de facilitation. Comme la Figure 1 l'illustre en effet, en absence d'une condition contrôle appropriée, il n'est pas possible de déterminer avec quelle proportion chacun de ces deux phénomènes contribue à l'effet ainsi mesuré (MacLeod, 1991).

Malgré ce confondu de taille, cette implémentation est fréquemment utilisée, par exemple dans l'étude de corrélats électrophysiologiques de l'interférence que la tâche Stroop met en évidence (voir e.g., Augustinova, Silvert, Ferrand, Llorca, & Flaudias, 2015 pour discussion critique). A cette occasion, une telle implémentation est souvent – de manière erronée – attribuée à Stroop (voir e.g., Liotti, Woldorff, Perez, & Mayberg, 2000; Szücs & Soltész, 2010). Or, pour séparer les phénomènes d'interférence et de facilitation qui sont qualitativement distincts, la tâche doit comporter des items véritablement « contrôles » (voir e.g., Brown, 2011 pour une plus ample discussion, voir aussi Figure 1). Cet impératif soulève la question évidente de la nature de ces items.

Rappelons que, conformément à l'idée originale de Stroop, des mots incongruents comme *BLEU*_{vert} – constituant la condition expérimentale – mettent en jeu l'*incongruence de couleurs*. Cette dernière découle du fait que la couleur de l'encre (i.e., cible, ici vert à nommer) et celle que le mot désigne en toutes lettres (i.e., distracteur, ici bleu à ignorer) sont différentes. Lorsque les pastilles de couleurs sont utilisées en guise d'items contrôles, la dimension écrite est absente. Cela a pour conséquence non seulement l'absence (recherchée) de l'incongruence de couleurs, mais aussi l'absence d'un quelconque distracteur faisant que le traitement des stimuli expérimentaux n'est pas équivalent à celui des stimuli contrôles.

A première vue, ce problème de non équivalence de traitement semble résolu avec n'importe quels stimuli contrôles incluant la dimension écrite, comme une série de lettres (e.g., XXXX ou SBFYM) ou de signes (%%%) par exemple. Or, moins un stimulus contrôle ressemble à un mot moins la quantité de traitement qu'implique la reconnaissance

du mot écrit s'approche de celle observée pour un stimulus expérimental (i.e., mot incongruent, voir e.g. Klein, 1964; Monsell, Taylor & Murphy, 2001)³.

C'est pourquoi par exemple, la moyenne des temps que les gens mettent à dénommer la couleur des séries de XXXX est significativement inférieure à celle observée pour des mots neutres (par exemple, respectivement 651 vs. 695 ms observées par Augustinova & Ferrand, 2015; la différence de 44 ms étant significative, voir aussi Brown, 2011 pour d'autres exemples). Cette différence – appelée aussi le coût *de lexicalité* ou l'interférence des mots neutres – peut donc atteindre une amplitude non négligeable. Il en résulte que lorsqu'une condition contrôle autre que les mots neutres est utilisée, l'amplitude de l'interférence due à l'incongruence entre la couleur de l'encre (à nommer) et la couleur que le mot désigne en toutes lettres (à ignorer) se trouve largement surévaluée (de 44ms dans l'exemple précédent).

Pour conclure cette partie, la mise en évidence et/ou la mesure adéquate de l'interférence Stroop implique un certain nombre de précautions (cf. aussi la dernière partie de cet article) dont l'utilisation des *mots* neutres. En effet, l'utilisation des *mots* neutres évite que l'interférence due spécifiquement à l'incongruence entre la couleur de l'encre et celle que le mot désigne en toutes lettres (i.e., incongruence de couleurs) soit surévaluée parce que confondue avec le coût de lexicalité ou encore la facilitation (Brown, 2011; voir aussi e.g., Augustinova & Ferrand, 2014ab). De plus, l'utilisation des mots neutres, plutôt que des symboles ou des suites de lettres identiques, évite également que l'amplitude du phénomène de facilitation soit significativement sous-évaluée, lorsqu'il est spécifiquement étudié (de

³ La reconnaissance d'un mot écrit résulte de plusieurs étapes de traitement hiérarchiques, à commencer par le niveau visuel-orthographique (impliquant le traitement des traits visuels, de l'identité des lettres et de leur agencement, etc.), en passant par le niveau phonologique (impliquant le traitement des phonèmes et des syllabes composant le mot et sa prononciation) et en terminant par le niveau sémantique (impliquant l'accès au sens du mot) (voir Ferrand, 2007, pour plus de détails). Une série de lettres (e.g., XXXX ou SBFYM) sera traitée au premier niveau seulement (visuel-orthographique).

concert ou pas avec l'interférence). En effet, comme l'avait démontré directement Brown (2011), c'est précisément l'utilisation de conditions contrôles inappropriées (e.g., XXXX) qui amène des chercheurs à la conclusion erronée que la facilitation est un phénomène fragile voire inexistant (voir e.g., MacLeod & MacDonald, 2000).

2. Que mesure l'interférence Stroop?

L'examen des différentes conditions contrôles utilisées dans la littérature et des confondus qu'elles impliquent nous ont amenés à conclure que l'interférence Stroop doit être définie en tant que différence de temps de dénomination de couleurs entre les mots incongruents et les mots neutres ($BLEU_{vert} - PONT_{vert}$) afin d'isoler l'interférence due spécifiquement à l'incongruence entre la couleur de l'encre et celle que le mot désigne en toutes lettres. Toutefois, cette précaution ne résout en rien un autre problème important, à savoir que cette implémentation de la tâche Stroop repose sur l'idée – aujourd'hui dépassée – que l'interférence Stroop est un *phénomène unitaire* (voir e.g., Manwell, Roberts & Besner, 2004; Risko, Schmidt, & Besner, 2006 pour discussion). Cette implémentation repose en effet sur l'idée que l'incongruence de couleurs n'entraîne qu'un seul type de conflit. Or, comme nous allons voir dans la section suivante, la recherche plus récente montre que l'interférence Stroop est en réalité un phénomène composite, l'incongruence de couleurs n'entraînant pas un seul, mais deux conflits qui, impliquent de surcroît l'action de processus distincts.

2.1. L'effet Stroop mesure l'action d'un conflit unique

Pendant longtemps, les différentes interprétations de l'interférence Stroop ont toutes reposées sur le présupposé que l'incongruence de couleurs qu'impliquent les mots conçus par Stroop n'entraîne qu'*un seul* type de conflit. Ainsi ces différentes interprétations dites

unitaires (ou à étape unique, Risko et al., 2006, van Veen, & Carter, 2005) se sont affrontées sur la question de savoir de *quel* conflit il s'agit exactement. Selon la réponse à cette question, on peut les diviser en deux grands ensembles.

Le premier – amorcé par l'interprétation initialement donnée par Stroop lui-même à ses résultats – est souvent désigné dans la littérature en tant qu'ensemble d'*approches tardives*. Les interprétations qui le composent partagent toutes l'idée que l'incongruence de couleurs entraîne un conflit dit *de réponse*.

En effet, lorsque deux réponses possibles (à savoir, l'une émanant de la lecture du mot, l'autre émanant de la dénomination de la couleur) se trouvent en compétition, la production de la réponse exigée est ralentie en raison d'une sorte « d'embouteillage » à la sortie verbale (voir e.g. Posner & Snyder, 1975 pour plus de détails sous-jacents à cette métaphore). Cet embouteillage est causé par le fait que la lecture générant la réponse incorrecte est plus *automatique* (e.g., LaBerge & Samuels, 1974; Shiffrin & Schneider, 1977) ou plus *rapide* (e.g., Morton & Chambers, 1973; Hommel, 1997) que la dénomination de couleurs. De ce fait, la représentation articulatoire de la réponse incorrecte constitue un candidat plus précoce à la sortie causant ainsi ce phénomène d'embouteillage.

Dans cette perspective, l'interférence Stroop mesure donc le coût de compétition ou de conflit entre deux réponses concurrentes (voir aussi e.g. Maquestiaux, 2012 pour une discussion plus large sur la nature des conflits cognitifs liés à la production de deux réponses distinctes au travers du protocole de double tâche de la période réfractaire psychologique) et son amplitude dépend de la différence d'automatisme (ou de rapidité) des processus générant ces deux réponses.

A cet ensemble plaçant l'interférence tardivement dans le traitement, s'oppose les interprétations qui l'envisagent précoce, spécifiquement au niveau du traitement sémantique – d'où leur appellation *approches précoces*. Cet ensemble partage l'idée que l'incongruence

de couleurs entraîne un conflit dit *de stimulus*. C'est à cet ensemble qu'appartient l'interprétation que nous avons déjà partiellement évoquée, en mentionnant les différents types (ou étapes) de traitement impliqué(e)s dans la reconnaissance du mot écrit qui se termine par l'accès au *sens* (voir p. 9 et Note 3, p. 9). Encore une fois, l'accès au sens du mot écrit (i.e., stimulus non pertinent à ignorer) est envisagé ici comme étant plus automatique ou plus rapide et, inhibant de ce fait l'accès au sens de la dimension colorée (mais voir e.g., Hock & Egeth, 1970 pour une interprétation précoce différente). Dans cette perspective, l'interférence Stroop mesure le coût de compétition ou de conflit entre deux représentations sémantiques distinctes et son amplitude est d'autant plus importante que les deux représentations sémantiques se recouvrent (i.e., correspondent aux deux couleurs différentes comme c'est le cas pour des mots conçus par Stroop).

Pour résumer, qu'elles soient précoces ou tardives, ces différentes approches considèrent majoritairement que l'interférence Stroop découle du caractère automatique de la lecture. Toutefois, ces approches n'attribuent pas le même rôle central aux différents processus mobilisés par la lecture. Les approches précoces (dites *sémantiques*) attribuent un rôle central au traitement-même du mot écrit, et plus particulièrement à l'activation sémantique terminant ce traitement. A contrario, les approches tardives attribuent un rôle central à la réponse qui est activée par ce traitement. En passant brièvement en revue les preuves empiriques en faveur des deux ensembles d'approches, Logan et Zbrodoff (1998) concluent que « Bien que le soutien empirique en faveur de chaque ensemble existe, une large partie des données est en faveur des approches tardives » (p. 979 ; voir aussi MacLeod, 1991 pour une conclusion similaire). Toutefois, pour Zhang et Kornblum (1998), essayer de trancher entre les deux ensembles constitue un effort vain, car comme nous allons le voir dans ce qui suit, l'incongruence de couleur entraîne aussi bien un conflit de stimulus qu'un conflit de réponse.

2.2. L'interférence Stroop mesure l'action de deux conflits distincts

L'idée que l'incongruence de couleur entraîne aussi bien un conflit de stimulus qu'un conflit de réponse est propre à un ensemble d'interprétations plus récentes, désigné comme *approches multiples*.

Selon ces approches, dénommer la couleur d'un mot incongruent (e.g., *BLEU_{vert}*) implique le traitement conjoint de deux stimuli : celui de la couleur de l'encre (stimulus pertinent à traiter) et celui du mot écrit (stimulus non-pertinent ou distracteur à ignorer). C'est le recouvrement entre ces deux stimuli (i.e., ils correspondent tous deux à des couleurs, Zhang & Kornblum, 1998) ou encore leur *incompatibilité* (i.e., ils correspondent à des couleurs différentes ; De Houwer, 2003a voir aussi DeHouwer, 2003b) qui entraîne un conflit (i.e., conflit de stimulus) constituant une première source d'interférence. De plus, le stimulus pertinent et le non-pertinent génèrent chacun une activité motrice (i.e., tendance à répondre) distincte. Encore une fois, c'est le recouvrement entre ces deux tendances à répondre (tous deux correspondant au fait de vouloir appuyer sur une touche de couleur ou de dire un mot de couleur) ou encore leur incompatibilité (l'un pousse à appuyer sur la touche « vert », l'autre sur la touche « bleu ») qui entraîne le conflit de réponse constituant une seconde source d'interférence.

Possiblement en raison de leur ancrage dans l'analyse structurelle de la tâche Stroop, elle-même emprunte de l'approche fonctionnaliste (voir e.g., Brysbaert & Rastle, 2012 ; De Houwer, 2011 pour une plus ample discussion), les approches multiples ne font volontairement aucune théorisation a priori sur des processus cognitifs (e.g., le rôle de la lecture et de son automaticité) qui sont à l'origine des composantes de l'interférence globale (voir la partie précédente pour une telle théorisation). Toutefois, dans leur Discussion Générale, Zhang et Kornblum (1998) mentionnent l'idée que l'incompatibilité au niveau stimulus est de nature sémantique (voir pp. 12-13).

C'est précisément ce que montrent nos propres travaux plus récents (voir e.g., Augustinova & Ferrand, 2007, 2012a,b, 2014a ; Augustinova, Flaudias & Ferrand 2010 ; Augustinova et al., 2015 ; Ferrand & Augustinova 2014) à l'aide la tâche de Stroop dite sémantique (voir pp. 20-21 pour plus de détails). La nature sémantique du conflit de stimulus découle, comme l'avaient envisagé les approches précoces de nature sémantique, de l'automatisme de l'accès à la représentation sémantique du mot écrit. Mais contrairement à ces approches, cette automatisme est envisagée ici au sens fort (voir e.g., Kahneman & Chajczyk, 1983) ce qui implique que l'activation sémantique ne peut ni être empêchée, ni contrôlée dans la tâche Stroop (Neely & Kahan, 2001) et que le sens d'un mot (qu'il soit neutre, congruent ou incongruent) présenté aux individus est toujours involontairement récupéré. Ainsi, pour des mots incongruents (e.g., *BLEU*_{vert}), cette signification (ici *BLEU*) rentre tout aussi automatiquement en conflit avec celle de la dimension colorée (ici vert) et elle active également la tendance à répondre qui y est associée. Dans cette perspective cognitive (Augustinova & Ferrand, 2014b ; Neely & Kahan, 2001), l'automatisme de l'activation sémantique constitue la condition *sine qua non* à l'avènement de l'interférence Stroop. En effet, l'incongruence de couleurs, les conflits distincts (sémantique et de réponse) – bien que non indépendants – qu'elle entraîne et l'interférence qui s'en suit ne sont vus dans cette interprétation que comme des conséquences directes du fait que les individus ne peuvent pas s'empêcher d'accéder au sens du mot écrit (voir e.g., Augustinova & Ferrand, 2014b).

Pour conclure, qu'elles soient fonctionnelles ou cognitives, les interprétations formant les approches multiples conçoivent l'interférence mesurée par l'effet Stroop comme une interférence *composite* émanant de deux conflits distincts (conflit sémantique et de réponse). Or, lorsque l'interférence Stroop est définie et mesurée en tant que différence de temps de dénomination de couleurs entre les mots incongruents et les mots neutres (*BLEU*_{vert}

– $PONT_{\text{vert}}$), l'action de l'un se trouve confondue avec l'action de l'autre conflit. Il convient donc de les séparer afin d'estimer directement la contribution respective de chaque conflit dans l'interférence composite.

2.3. Pourquoi faut-il séparer l'action de deux conflits distincts ?

La préconisation précédente de séparer la contribution de chaque conflit dans l'interférence composite n'est pas uniquement méthodologique. En effet, elle est motivée tout aussi fortement par les conclusions de nos propres travaux déjà mentionnés (voir aussi Augustinova & Ferrand, 2014b pour une revue de question) suggérant que ces deux conflits impliquent l'action des processus distincts.

Ces travaux montrent en effet que si l'interférence émanant du conflit de réponse est sensible aux interventions connues pour réduire l'effet Stroop, ce n'est pas le cas de l'interférence émanant du conflit sémantique. Lorsque cette dernière est correctement détectée à la base (voir e.g., Augustinova & Ferrand, 2014b pour une discussion de ces conditions), son amplitude reste non seulement significative mais aussi inchangée lors d'interventions connues pour réduire l'effet Stroop (voir Manwell et al., 2004 pour la seule exception mais voir aussi Augustinova et al., 2010 pour une discussion de leurs résultats).

Par exemple, depuis les premiers travaux de Besner, Stolz et Boutilier (1997), il est bien établi (voir e.g., Augustinova & Ferrand, 2007 pour discussion) que la focalisation de l'attention par la coloration d'une seule lettre (par exemple, seule la lettre L est colorée en vert dans le mot « BLEU » présenté en gris contrairement à la présentation classique où le mot « BLEU » est entièrement présenté en vert) réduit de manière significative l'interférence Stroop. En effet, dans l'étude d'Augustinova et Ferrand (2007, Expérience 2) par exemple, la différence de dénomination de couleurs entre les mots incongruents et les mots neutres (respectivement 784 vs. 724 ms) est seulement de 59 ms en condition d'une

seule lettre colorée alors qu'elle est de 91 ms en condition de présentation classique (806 vs. 715 ms).

Toutefois, comme le montrent clairement la réplique et l'extension par Augustinova et Ferrand de l'effet initialement observé par Besner et collègues (voir aussi Augustinova et al., 2010 ; Augustinova et al., 2015), cette réduction ne résulte en rien de la réduction du conflit sémantique. Ce dernier reste significatif et d'une amplitude identique dans les deux conditions de coloration (52 ms dans cet exemple issu de l'Expérience 2 d'Augustinova & Ferrand, 2007). La réduction de l'interférence Stroop par cette intervention est donc entièrement imputable au conflit de réponse qui lui est significativement réduit (passant de 39 à 7 ms, cette dernière différence n'étant pas significative).

La stabilité de ce résultat suggère que les processus cognitifs produisant l'interférence émanant du conflit sémantique seraient incontrôlables et automatiques alors que ceux produisant l'interférence émanant du conflit de réponse seraient largement contrôlables et cela au point de pouvoir être éliminés (voir aussi e.g., Augustinova & Ferrand, 2014a, Exp. 3 une autre démonstration d'une telle élimination et voir aussi Augustinova & Ferrand, 2014b pour discussion). En accord avec une telle idée, les résultats de Li et Bosman (1996) montrent que si l'amplitude de l'interférence Stroop classique est plus importante chez les personnes âgées (au cours du vieillissement normal) par rapport aux personnes jeunes, cette différence est due uniquement à l'amplitude du conflit de réponse et non au conflit sémantique. Ce résultat, que nous avons déjà répliqué dans nos travaux (Augustinova, Clarys & Ferrand, 2015) a – tout comme les travaux mentionnés précédemment – d'importantes implications pour l'évaluation faite à l'aide de la tâche Stroop et pour les conclusions que l'on peut en tirer.

Par exemple, rappelons à ce propos que pour de nombreux chercheurs et praticiens, l'interférence Stroop mesure et évalue la capacité des individus à inhiber la lecture du mot écrit (voir e.g. Neely & Kahan, 2001 pour discussion). Or, comme en témoigne le caractère stable du conflit sémantique, la lecture ne semble pas contrôlable dans la tâche Stroop. Par conséquent, si l'interférence Stroop semble bien mesurer la capacité d'inhibition, il s'agit de celle de la *réponse* émanant de la lecture et non de celle de la lecture-même.

Cette dernière proposition est sous-jacente aux travaux aussi bien fondamentaux et/ou appliqués mesurant des fonctions exécutives considérant que « (...) dans la tâche Stroop (...), il est nécessaire d'inhiber ou de surmonter la tendance à produire une réponse plus dominante ou automatique » (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000, p. 57). Or, en raison des arguments développés plus haut, la capacité d'inhibition de la réponse émanant de la lecture ne peut être mesurée avec précision que si la contribution du conflit sémantique est adéquatement séparée de celle due au conflit de réponse. De plus, la réponse émanant de la lecture ne semble en rien plus automatique ou dominante que la réponse émanant de la dimension colorée, comme les éliminations parfois complètes du conflit de réponse en témoignent.

Pour résumer, les approches *multipl*es conçoivent l'interférence mesurée par l'effet Stroop comme une interférence *composite* et s'opposent par là aux approches *unitaires*. Les développements les plus récents montrent que cette interférence émane de la contribution séparée de deux conflits (conflit sémantique et de réponse) impliquant l'action de processus qualitativement distincts. C'est pourquoi il nous semble particulièrement nécessaire de les distinguer aussi bien dans une perspective de recherche fondamentale (voir aussi Augustinova & Ferrand, 2014b) que dans une perspective davantage appliquée et tournée

vers la pratique clinique. Ainsi, nous proposons dans ce qui suit des solutions particulièrement simples à mettre en place aussi bien en laboratoire que sur le terrain.

3. Comment mesurer l'interférence « composite » ?

La proposition précédente de séparer des processus impliqués dans l'interférence Stroop n'est pas entièrement nouvelle, dans la mesure où elle émanait déjà des travaux empiriques conduits pour étayer les premières interprétations dites multiples (e.g., De Houwer, 2003a, Zhang & Kornblum, 1998). Cependant, ces travaux ont transformé, parfois très profondément, la tâche d'origine (mais voir De Houwer, 2003a, Expérience 2). C'est peut-être l'une des raisons pour lesquelles cet ensemble d'interprétations reste encore largement ignoré (voir e.g. Augustinova & Ferrand, 2014b ; Risko et al., 2006 pour discussion) ayant pour conséquence que l'action du conflit sémantique et celui de réponse se trouvent confondues dans l'implémentation « classique » de la tâche Stroop encore en vigueur. Ce constat nous amène finalement à préconiser ci-dessous des manières simples de mesurer l'interférence « composite » sans pour autant transformer la tâche Stroop d'origine.

3.1. Tâche Stroop implémentée par De Houwer (2003a)

Si l'Expérience 1 De Houwer (2003a) fait appel à une version transformée de la tâche Stroop, ce n'est toutefois pas le cas de l'Expérience 2. Ainsi, comme dans cette expérience utilisant quatre couleurs (bleu, violet, orange et vert), il est possible d'assigner la moitié des réponses (par exemple « bleu » et « violet ») à un même bouton situé à gauche sur un clavier d'ordinateur et l'autre moitié des réponses (par exemple « vert » et « orange ») à un même bouton situé à droite de ce clavier.

Ainsi pour un mot incongruent comme *ORANGE* présenté en violet (*ORANGE_{violet}*), la cible (i.e., violet) et le distracteur (i.e., orange) sont incompatibles aussi bien au niveau du

stimulus que de la réponse, alors que pour un mot incongruent comme *BLEU* présenté en violet (*BLEU_{violet}*), la cible (i.e., violet) et le distracteur (i.e., bleu) ne sont plus incompatibles qu'au niveau du stimulus. En effet, la réponse correcte activée par la cible « violet » (tendance à appuyer sur le bouton de gauche) est *incompatible* avec la réponse activée par le distracteur « orange » (tendance à appuyer sur le bouton de droite), mais est *compatible* avec la réponse activée par le distracteur « bleu » (tendance à appuyer sur le bouton de gauche). Il en résulte que la moyenne de temps d'identification de couleurs pour des essais incongruents mais compatibles (552 ms) est significativement inférieure à la moyenne observée pour des essais incongruents et incompatibles (582 ms). Ainsi, en soustrayant la première de cette dernière, on peut obtenir l'estimation directe de la contribution du conflit de réponse (ici, 30 ms). L'ajout d'items neutres qui n'occasionnent ni conflit sémantique, ni conflit de réponse, permettrait d'estimer en plus l'amplitude du conflit sémantique seul en soustrayant la moyenne de temps d'identification de couleurs pour ces essais « neutres » de celle observée pour des essais incongruents (conflit sémantique) mais compatibles (pas de conflit de réponse).

Bien que cette dernière possibilité ne transforme pas la tâche de Stroop d'origine, elle contraint à l'utilisation de la présentation dite par items avec des réponses manuelles. De ce fait, elle ne convient pas à l'utilisation sur le terrain à des fins d'évaluation clinique par exemple, ni à l'utilisation en laboratoire lorsque des réponses verbales sont nécessaires (voir e.g. Augustinova & Ferrand, 2014b pour discussion, voir aussi Augustinova & Ferrand, 2015 ; MacLeod, 1991 pour la discussion de l'impact du mode de réponse vocale vs. manuelle sur la taille de l'interférence Stroop). C'est pourquoi nous proposons dans ce qui suit une autre solution, souvent désignée dans la littérature sous le nom de tâche Stroop *sémantique* (e.g., Augustinova & Ferrand, 2014b ; Neely & Kahan, 2001) – qui elle ne présente pas les limites d'utilisation précédemment évoquées.

3.2. Tâche Stroop sémantique

Pour les raisons évoquées dans la première partie de cet article (voir pp. 8-10), la tâche Stroop sémantique contient des mots incongruents ($BLEU_{vert}$) et des mots neutres ($PONT_{vert}$), mais elle contient en plus des mots qui ne sont associés que *sémantiquement* à une couleur, comme le mot *CIEL* par exemple (i.e., associé à la couleur bleu, voir Klein, 1964 pour une première utilisation de ces mots).

Cet ajout est ancré dans les approches multiples cognitives (voir pp. 14-15) qui invoquent l'accès automatique au sens du mot écrit comme étant à l'origine du conflit sémantique. Pour des mots associés à une couleur (comme tomate, maïs, ciel, salade, chocolat, ou carotte ; voir e.g., Augustinova & Ferrand, 2007 pour plus de détails), la récupération de leur sens implique également la récupération de la couleur à laquelle ils sont associés. Dès lors que le mot *CIEL* est présenté dans une couleur d'encre différente de celle à laquelle il est associé ($CIEL_{vert}$), cette récupération engendre l'incongruence de couleurs ($CIEL_{vert}$ constitue donc aussi un item incongruent).

Si cette incongruence entraîne bien un conflit sémantique et l'interférence (sémantique) qui s'en suit (voir e.g., Augustinova et al., 2015 pour des indicateurs chronométriques et électrophysiologiques), elle n'entraîne pas de conflit de réponse (e.g., Schmidt & Cheesman, 2005 pour une démonstration directe). Il en résulte que la moyenne de temps de dénomination (verbale) de couleurs pour des mots incongruents standard ($BLEU_{vert}$, e.g., 863 ms dans Augustinova et al., 2015) est significativement supérieure à la moyenne observée pour des mots incongruents associés ($CIEL_{vert}$, e.g., 805 ms) qui elle-même est significativement supérieure à la moyenne observée pour mots neutres ($PONT_{vert}$, e.g., 788 ms). De plus, l'interférence Stroop dite *sémantique* ($CIEL_{vert} - PONT_{vert}$) mesure directement l'interférence émanant du conflit sémantique (17 ms dans cet exemple). La

soustraction de cette interférence sémantique de l'interférence Stroop classique ($BLEU_{\text{vert}} - PONT_{\text{vert}}$) résultant de deux conflits (75 ms ici), permet ainsi d'isoler et d'estimer directement l'interférence émanant du conflit de réponse (58 ms dans cette étude ; pour plus d'informations concernant d'autres paramètres de présentation - en particulier pour la présentation par items- et leur contrôle efficace, voir le chapitre de MacLeod, 2005).

Outre le fait que la tâche Stroop *sémantique* a l'avantage de ne pas transformer la tâche Stroop d'origine (i.e., elle n'implique qu'un simple ajout de mots dits *associés*), elle n'impose pas non plus un mode de réponse précis (e.g., De Houwer, 2003a, voir pp.19-20). De ce fait, elle convient aussi bien à la présentation par planches (i.e., présentation utilisée sur le terrain) que par items (i.e., présentation utilisée dans la recherche), et ceci que cette dernière soit administrée avec des réponses manuelles ou verbales. C'est pourquoi nous préconisons tout particulièrement son usage – particulièrement facile à mettre en place.

4. Conclusions

Notons pour conclure que malgré les preuves indiscutables du caractère composite de l'interférence Stroop et de la contribution de deux conflits distincts à cette interférence, plusieurs questions de recherche sous-jacentes restent à éclaircir (voir Augustinova & Ferrand, 2015b pour une discussion de ces questions). Toutefois, si un long chemin reste à parcourir dans le domaine de la recherche fondamentale, la tâche Stroop dite sémantique (i.e., dans laquelle des mots incongruents classiques, associés sémantiquement et neutres sont utilisés) permet d'ores et déjà une mesure plus précise de l'interférence « composite » qui est à l'origine de l'effet Stroop.

Comme exposé dans le présent article, l'avènement de l'interférence mesurée par l'effet Stroop sémantique est conditionné par la récupération de la représentation sémantique

du mot écrit. Il en résulte que seule la mesure directe de cet effet permet d'attester de l'inhibition ou de la modulation de la reconnaissance du mot écrit par certaines interventions ou facteurs contextuels. En l'absence de cette preuve empirique directe (i.e., dans le cas où seul l'effet Stroop classique est mesuré), il reste plus probable que seule l'interférence émanant du conflit de réponse soit modulée (cf. pp.15-17). Ce même raisonnement s'applique au fonctionnement pathologique. En effet, seule la modulation de l'effet Stroop sémantique permettrait de montrer directement que certaines pathologies, telles que la schizophrénie par exemple, produisent effectivement une hyper-accessibilité sémantique (voir e.g., Henik et al., 2002⁴).

Cette mesure pourrait s'avérer aussi particulièrement diagnostique pour distinguer le vieillissement normal du vieillissement pathologique. Rappelons les résultats de Li et Bosman (1996) montrant que si l'amplitude de l'interférence Stroop classique (impliquant les deux conflits) est plus importante chez les personnes âgées au cours du vieillissement normal par rapport aux personnes jeunes, ce n'est pas le cas pour l'interférence Stroop sémantique (n'impliquant que le conflit sémantique). Ce résultat implique que certaines fonctions cognitives sous-jacentes à l'interférence Stroop sont épargnées des effets du vieillissement (voir aussi e.g., Jackson & Balota, 2013 et e.g. Li & Bosman, 1996 pour une discussion plus large au regard des théories du vieillissement cognitif). Toutefois, il se pourrait que la modulation de l'interférence Stroop sémantique soit observée chez les personnes âgées présentant un vieillissement pathologique, auquel cas l'interférence sémantique pourrait constituer un indicateur simple et direct de dés-automatisation du fonctionnement cognitif. Le recours à la tâche Stroop *sémantique* offre donc des

⁴ Henik et collègues tirent cette conclusion sur la base d'une facilitation (cf. Figure 1) plus large chez les patients schizophrènes par rapport aux participants contrôles. Or comme l'indique le caractère composite de l'interférence Stroop, la compatibilité sémantique n'explique qu'une partie de l'effet de facilitation, puisqu'elle est confondue avec la compatibilité de réponse.

perspectives de recherche et d'applications cliniques prometteuses pour mieux décrire et identifier les mécanismes en jeu dans le vieillissement normale versus pathologique.

Enfin, il convient de rappeler que la tâche Stroop sémantique n'implique qu'un simple ajout d'items incongruents associés. Elle reste donc extrêmement facile à implémenter non seulement au laboratoire (i.e., dans la présentation informatisée par items), mais aussi sur le terrain (i.e., y compris dans la présentation sérielle par planches). Ainsi, le changement de pratiques qui, pour les raisons évoquées dans cet article, s'impose, est à la portée de tous, chercheurs comme praticiens.

Bibliographie

- Augustinova, M., & Ferrand, L. (2007). Influence de la présentation bicolore des mots sur l'effet Stroop. *L'Année Psychologique*, *107*, 163-179.
- Augustinova, M., & Ferrand, L. (2012a). Suggestion does not de-automatize word reading: Evidence from the semantically-based Stroop task. *Psychological Bulletin and Review*, *19*, 521-527.
- Augustinova, M., & Ferrand, L. (2012b). The influence of mere social presence on Stroop interference: New evidence from the semantically-based Stroop task. *Journal of Experimental Social Psychology*, *48*, 1213-1216.
- Augustinova, M., & Ferrand, L. (2014a). Social priming of dyslexia and reduction of the Stroop effect: What component of the Stroop effect is actually reduced? *Cognition*, *130*, 442-454.
- Augustinova, M., & Ferrand, L. (2014b). Automaticity of word reading: Evidence from the semantic Stroop paradigm. *Current Directions in Psychological Science*, *23*, 343-348.
- Augustinova, M., & Ferrand, L. (2015). *The influence of the response modality (vocal vs. manual) in the Stroop task*. Manuscript in preparation.
- Augustinova, M., Clarys, D., & Ferrand, L. (2015). *What component of the Stroop effect is actually subjected to the age-related changes?* Manuscript in preparation.
- Augustinova, M., Flaudias, V., & Ferrand, L. (2010). Single-letter coloring and spatial cueing do not eliminate nor reduce a semantic contribution to the Stroop effect.

Psychological Bulletin and Review, 17, 827-833.

Augustinova, M., Silvert, L., Ferrand, L., Llorca, P. M., & Flaudias, V. (2015). Behavioral and electrophysiological investigation of semantic and response conflict in the Stroop task. *Psychonomic Bulletin and Review*, 22, 543–549.

Bayard, S., Erkes, J. & Moroni, C. (2007, Octobre). *Etude de la validité d'une adaptation francophone du test de Stroop Victoria dans l'évaluation des fonctions exécutives*. 1^{ères} Journées Internationales de Neuropsychologie des Lobes Frontaux et des Fonctions Exécutives, Angers, France.

Besner, D., Stolz, J. A., & Boutilier, C. (1997). The Stroop effect and the myth of automaticity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 221-225.

Brown, T. L. (2011). The relationship between Stroop interference and facilitation effects: Statistical artifacts, baselines, and a reassessment. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37, 85–99.

Brysbaert, M., & Rastle, K. (2012). *Historical and Conceptual Issues in Psychology*. New Jersey : Prentice Hall.

Dalrymple-Alford, E. C. (1972). Associative facilitation and effect in the Stroop color-word task. *Perception and Psychophysics*, 11, 274–276.

Dalrymple-Alford, E. C., & Budayr, B. (1966). Examination of some aspects of the Stroop color-word test. *Perceptual and Motor skills*, 23, 1211-1214.

De Houwer, J. (2003a). On the role of stimulus-response and stimulus-stimulus compatibility in the Stroop effect. *Memory and Cognition*, 31, 353-359.

- De Houwer, J. (2003b). A structural analysis of indirect measures of attitudes. In J. Musch & K.C. Klauer (Eds.), *The Psychology of Evaluation: Affective Processes in Cognition and Emotion* (pp. 219-244). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- De Houwer, J. (2011). Why the cognitive approach in psychology would profit from a functional approach and vice versa. *Perspectives on Psychological Science*, 6, 202-209.
- Ferrand, L. (2007). *Psychologie cognitive de la lecture : Reconnaissance des mots écrits chez l'adulte*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Ferrand, L., & Augustinova, M. (2014). Differential effects of viewing positions on standard versus semantic interference. *Psychonomic Bulletin and Review*, 21, 425-431.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (1998). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind*. New York : Horton.
- Henik, A., Carter, C. S., Salo, R., Chaderjian, M., Kraft, L., Nordahl, T. E., & Robertson, L. C. (2002). Attentional control and word inhibition in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 110, 137-149.
- Henik, A., & Salo, R. (2004). Schizophrenia and the Stroop Effect. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3, 42-59.
- Hock, H. S., & Egeth, H. (1970). Verbal interference with encoding in a perceptual classification task. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 299-303.
- Hommel, B. (1997). Interactions between stimulus-stimulus congruence and stimulus-response compatibility. *Psychological Research*, 59, 248-260.
- Jackson, J. D., & Balota, D. A. (2012). Mind-wandering in younger and older adults:

- converging evidence from the Sustained Attention to Response Task and reading for comprehension. *Psychology and aging*, 27, 106.
- Jensen, A. R., & Rohwer, W. D., Jr. (1966). The Stroop color-word test: A review. *Acta Psychologica*, 25, 36-93.
- Kahneman, D., & Chajczyk, D. (1983). Tests of the automaticity of reading : Dilution of Stroop effects by color-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 9, 497-509.
- Klein, G. S. (1964). Semantic power measured through the effect of words with color-naming. *American Journal of Psychology*, 77, 576–588.
- LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293-323.
- Li, K. Z., & Bosman, E. A. (1996). Age differences in Stroop-like interference as a function of semantic relatedness. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 3, 272–284.
- Liotti, M., Woldorff, M. G., Perez, R. III, & Mayberg, H. S. (2000). An ERP study of the temporal course of the Stroop color-word interference effect. *Neuropsychologia*, 38, 701-711.
- Logan, G. D., & Zbrodoff, N. J. (1998). Stroop-type interference: Congruity effects in color naming with typewritten responses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 978-992.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 163–203.

- MacLeod, C. M. (1992). The Stroop task: The "gold standard" of attentional measures. *Journal of Experimental Psychology: General*, *121*, 12-14.
- 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. A. (2000). Inter-dimensional interference in the Stroop effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 383-391.
- Manwell, L. A., Roberts, M. A., & Besner, D. (2004). Single letter coloring and spatial cueing eliminates a semantic contribution to the Stroop effect. *Psychonomic Bulletin and Review*, *11*, 458-462.
- Maquestiaux, F. (2012). La simultanéité des actes psychiques : Apports du protocole PRP. *L'Année Psychologique*, *112*, 631-663
- Maquestiaux, F. (2013). *Psychologie de l'attention*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49-100.
- Monsell, S., Taylor, T. J., & Murphy, K. (2001). Naming the color of a word: Is it responses or task sets that compete? *Memory and Cognition*, *29*, 137-151.
- Morton, J., & Chambers, S. M. (1973). Selective attention to words and colours. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *25*, 387-397.

- 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.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. (1975b). Facilitation and inhibition in the processing of signals. In P. M. A. Rabbitt & S. Dornic (Eds.), *Attention and Performance V*. New York: Academic Press.
- Risko, E. F., Schmidt, J. R., & Besner, D. (2006). Filling a gap in the semantic gradient: Color associates and response set effects in the Stroop task. *Psychonomic Bulletin and Review*, *13*, 310-315.
- Schmidt, J. R., & Cheesman, J. (2005). Dissociating stimulus-stimulus and response-response effects in the Stroop task. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *59*, 132-138.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, *84*, 127-190.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. (2nd Ed.). New York: Oxford University Press.
- Stroop, J. R. (1935a). The basis of Ligon's theory. *American Journal of Psychology*, *47*, 499-504.
- Stroop, J. R. (1935b). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of*

Experimental Psychology, 18, 643–662.

Stroop, J. R. (1938). Factors affecting speed in serial verbal reactions. *Psychological Monographs*, 50, 38-48.

van Veen, V., & Carter, C. S. (2005). Separating semantic conflict and response conflict in the Stroop task: A functional MRI study. *NeuroImage*, 27, 497-504.

Zhang, H., & Kornblum, S. (1998). The effects of stimulus–response mapping and irrelevant stimulus–response and stimulus–stimulus overlap in four-choice Stroop tasks with single-carrier stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 3-19.

Annexe

Mots neutres	Mots associés	Mots incongruents
balcon	tomate	rouge
chien	maïs	jaune
robe	ciel	bleu
pont	salade	vert