



HAL
open science

Motivation d'approche et d'évitement : effets psychophysologiques de la couleur rouge sur les processus cognitifs et moteurs

Vincent Payen

► **To cite this version:**

Vincent Payen. Motivation d'approche et d'évitement : effets psychophysologiques de la couleur rouge sur les processus cognitifs et moteurs. Education. Université de Toulon, 2011. Français. NNT : 2011TOUL0014 . tel-00703480

HAL Id: tel-00703480

<https://theses.hal.science/tel-00703480>

Submitted on 2 Jun 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

présentée par :

Vincent PAYEN

soutenue le **16 décembre 2011**

pour obtenir le grade de Docteur en Sciences du Mouvement Humain

Spécialité : Psychologie Sociale

Motivation d'approche et d'évitement : effets psychophysologiques de la couleur rouge sur les processus cognitifs et moteurs.

THÈSE dirigée par :

M. CURY François	Professeur, Université du Sud Toulon-Var	Directeur
M. BRISSWALTER Jeanick	Professeur, Université de Nice Sophia-Antipolis	Co-directeur

JURY :

M. DRU Vincent	Professeur, Université Paris Ouest-La Défense	Rapporteur
M. SARRAZIN Philippe	Professeur, Université J.Fourier Grenoble 1	Rapporteur
M. MESTRE Daniel	DR CNRS, Aix-Marseille Université	Examineur
M. MILLET Guillaume	Professeur, Université J.Monnet Saint-Etienne	Examineur
M. BRISSWALTER Jeanick	Professeur, Université de Nice Sophia-Antipolis	Co-directeur
M. CURY François	Professeur, Université du Sud Toulon-Var	Directeur

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DU MOUVEMENT HUMAIN (ED463)

Laboratoire Handibio (EA4322)

THÈSE

présentée par :

Vincent PAYEN

soutenue le **16 décembre 2011**

pour obtenir le grade de Docteur en Sciences du Mouvement Humain

Spécialité : Psychologie Sociale

Motivation d'approche et d'évitement : effets psychophysologiques de la couleur rouge sur les processus cognitifs et moteurs.

THÈSE dirigée par :

M. CURY François	Professeur, Université du Sud Toulon-Var	Directeur
M. BRISSWALTER Jeanick	Professeur, Université de Nice Sophia-Antipolis	Co-directeur

JURY :

M. DRU Vincent	Professeur, Université Paris Ouest-La Défense	Rapporteur
M. SARRAZIN Philippe	Professeur, Université J.Fourier Grenoble 1	Rapporteur
M. MESTRE Daniel	DR CNRS, Aix-Marseille Université	Examineur
M. MILLET Guillaume	Professeur, Université J.Monnet Saint-Etienne	Examineur
M. BRISSWALTER Jeanick	Professeur, Université de Nice Sophia-Antipolis	Co-directeur
M. CURY François	Professeur, Université du Sud Toulon-Var	Directeur

Citation

« Les couleurs agissent sur l'âme, elles peuvent y exciter des sensations, y éveiller des émotions, des idées qui nous reposent ou nous agitent et provoquent la tristesse ou la gaieté. »

In, *Le traité des couleurs*, 1808-1810.



J.W. von GOETHE (1749-1832)

Remerciements

Plusieurs personnes ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail doctoral. Je tiens à les remercier, et plus particulièrement :

François Cury, Professeur des Universités à l'Université du Sud-Toulon-Var, pour ton intuition scientifique à l'origine de cette thèse qui m'aura passionné, pour ton enthousiasme, ta rigueur, ta confiance et la qualité de ton encadrement, et enfin pour m'avoir permis de rencontrer Andy.

Jeanick Brisswalter, Professeur des Universités à l'Université de Nice Sophia-Antipolis, pour ta réactivité exceptionnelle (y compris en Australie), ton aide sans faille, et pour ton rôle déterminant dans le choix, les mesures et les interprétations des variables physiologiques face aux exigences de publication d'un étudiant novice en la matière.

Andrew J. Elliot, Professeur à l'Université de Rochester (USA), pour notre rencontre et notre riche collaboration « en décalage horaire » qui m'a parfois poussé dans mes retranchements. Cela a été un honneur pour moi. J'ai beaucoup appris.

Steve A. Coombes, Professeur à l'Université de Chicago (USA), pour ta contribution majeure à l'un de nos articles, mais aussi pour tes encouragements et ta cordialité.

Philippe Sarrazin, Professeur des Universités à l'Université de Grenoble, et **Vincent Dru**, Professeur des Universités à l'Université Paris-Ouest La Défense, pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'évaluer ce travail en tant que rapporteurs.

Daniel Mestre, Directeur CNRS à l'Université d'Aix-Marseille, et **Guillaume Millet**, Professeur des Universités à l'Université de Saint Etienne, pour avoir accepté d'être présents en tant qu'examineurs de ce travail doctoral.

Jacques Crémieux et **Pierre Fontanari**, Directeurs successifs de l'UFR STAPS de l'USTV durant cette thèse, pour leur aide. Tous les étudiants, français et chinois, pour leur participation aux études pilotes et principales, ainsi que les professeurs des STAPS de Toulon qui m'ont accueilli pour effectuer le recrutement des sujets et l'étude corrélacionnelle.

Les membres du laboratoire pour leur accueil et leurs conseils (**Philippe, Mathieu, Julien J. et L., Nico, Nass', Marie, Manue, Max, Elodie, Anthony, Arnaud, Eric, Chris, Fred, Xav', Patrice**). Un merci tout particulier à Nico, Julien et Chris pour les scripts «MatLab».

Alain Andrau et **Yves Ulm**, proviseurs de mon lycée professionnel, **Hervé Bigote, Jean Marc Vallée, Nathalie Plantier** et **Marc Defrance**, proviseurs-adjoints, pour leur confiance, et pour avoir accepté d'adapter mon service d'enseignement aux contraintes de ma thèse. Mes collègues d'EPS **Christophe, Yves, Manu, JC, Laurent, Chantal, Sylvie, Philippe**, ainsi que mes élèves de LP, qui constituent l'autre versant de ma vie professionnelle.

Ludovic Jamelin, collègue et ami professeur de français, pour la lecture minutieuse de ce manuscrit (complétée par **Céline, MaN, FaN, et Cricri**). **Seb de Tarifa** pour les versions.

Famille et amis qui m'ont entouré, notamment en s'occupant de Romane et de Mathilde, parfois au dernier moment (**Cricri, Jack, MaN, FaN, Océane, Titi, Guitou, Pauline, Mamat, Grand-Mam, Mamoune, GrandPoun, Marie, Jean-Pierre, Agnès, Anne-Marie**).

Enfin et *surtout*, ma femme **Céline**, et **Romane & Mathilde** mes p'tites têtes blondes, pour tout ce qu'une famille constitue de force pour avancer.

Sommaire

Introduction Générale	1
Chapitre I. Cadre théorique	7
I.1 Motivation d'approche et d'évitement	7
I.2 Modèle psychologique de la couleur et hypothèses générales	34
Chapitre II. Choix méthodologiques	47
II.1 La neuropsychologie et la psychophysologie au service de l'étude de la motivation	47
II.2 Mesure des variables cardiaques	63
II.3 Mesure du couple maximal de force	67
II.4 Mesure du taux maximal de développement de la force	69
II.5 Manipulation expérimentale implicite des couleurs	71
II.6 Sélection des participants selon leurs traits de personnalité	76
II.7 Sélection des participants selon leur origine culturelle	81
Partie Empirique	84
Rôle du contexte	85
Chapitre III. Etude 1 : Etude de l'effet de la couleur rouge sur la variabilité de la fréquence cardiaque et la mémoire	86
III.1 Introduction	86
III.2 Méthode	88
III.3 Résultats	92
III.4 Discussion	95

Chapitre IV. Etude 2 : Etude de l'effet de la couleur rouge sur la production maximale volontaire de force lors d'un test isométrique.		98
IV.1	Introduction	98
IV.2	Méthode	100
IV.3	Résultats	102
IV.4	Discussion	104
Rôle de la personnalité		108
Chapitre V. Etude 3A (corrélacionnelle): Démarche de validation préliminaire de la version française du questionnaire de mesure des tempéraments d'approche et d'évitement (ATQ, Elliot & Thrash, 2010).		109
V.1	Introduction	109
V.2	Méthode	110
V.3	Résultats	111
V.4	Discussion	115
Chapitre VI. Etude 3B : Etude de la modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments d'approche et d'évitement		118
VI.1	Introduction	118
VI.2	Méthode	121
VI.3	Résultats	125
VI.4	Discussion	141
Rôle de l'origine culturelle		148
Chapitre VII. Etude 4 (exploratoire) : Modulation de l'effet de la couleur rouge par l'origine culturelle dans le cadre d'une tâche motrice simple.		149
VII.1	Introduction	149
VII.2	Méthode	151
VII.3	Procédure	152

VII.4	Mesures _____	152
VII.5	Résultats _____	153
VII.6	Discussion _____	156
Discussion Générale et Conclusion _____		159
Chapitre VIII. Discussion Générale et Conclusion _____		160
VIII.1	Effet de la couleur rouge sur la variabilité de la fréquence cardiaque et la mémoire de travail lors d'un test cognitif _____	160
VIII.2	Effet de la couleur rouge présentée avant un test de force sur la production de force maximale isométrique _____	161
VIII.3	Modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments d'approche et d'évitement _____	161
VIII.4	Modulation de l'effet de la couleur rouge par l'origine culturelle _____	162
VIII.5	Perspectives générales _____	162
VIII.6	Conclusion _____	166
Bibliographie _____		168
Annexes _____		205
Résumé _____		213
Abstract _____		213

Liste des Tableaux

Tableau 1. Exemple de valeurs de coupure médiane des scores du trait d'anxiété utilisées pour dichotomiser des groupes expérimentaux. .	78
Tableau 2. Statistiques descriptives des variables principales pour le premier (T1) et le second (T2) temps de mesure, ainsi que leur variation entre T1 et T2 exprimée en pourcentage (%).	93
Tableau 3. Table des corrélations des variables principales de l'étude.	95
Tableau 4. Table des corrélations des variables principales de l'étude.	104
Tableau 5. Analyse en composante principale avec rotation varimax de la version française du questionnaire des tempéraments d'approche et d'évitement.	112
Tableau 6. Scores moyens d'échelle (écart-types), α de Cronbach et coefficients de corrélation des tempéraments d'approche et d'évitement des six études américaines (Elliot & Thrash, 2010) et de la présente étude.	113
Tableau 7. Moyennes et écart-types des scores des variables dispositionnelles en fonction du sexe pour les études 3 et 5 d'Elliot et Thrash (2010), et pour la présente étude.	114
Tableau 8. Scores des variables dispositionnelles de la population de base, de l'échantillon d'étude et des groupes expérimentaux dispositionnels.	122
Tableau 9. Scores des variables dispositionnelles en fonction des conditions expérimentales et des groupes.	123
Tableau 10. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur et du tempérament d'évitement.	127
Tableau 11. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur et du tempérament d'approche.	128
Tableau 12. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction des sensibilités des tempéraments d'approche et d'évitement.	128
Tableau 13. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction de la couleur et du tempérament d'évitement.	130
Tableau 14. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction de la couleur et du tempérament d'approche.	130
Tableau 15. Statistiques descriptives et table des corrélations des variables principales de l'étude.	132
Tableau 16. Moyennes et écart-types des variables dispositionnelles et de l'IM en fonction des groupes expérimentaux dichotomisés selon leur IM.	133
Tableau 17. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction des conditions expérimentales et des groupes.	134
Tableau 18. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction des conditions expérimentales et des groupes.	135
Tableau 19. Moyennes et écart-types des scores d'approche et d'évitement des groupes extrêmes.	136
Tableau 20. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction des conditions expérimentales et des groupes d'approche.	138
Tableau 21. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction des conditions expérimentales et des groupes d'évitement.	139
Tableau 22. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction des conditions expérimentales et des groupes d'approche.	140
Tableau 23. Table des corrélations des variables principales de l'étude.	156

Liste des Figures

Figure 1. Tableau « Con e Contro » de Vassily Kandinsky	3
Figure 2. Schéma du système nerveux et de ses composants impliqués dans l'approche neuro-psychophysique	48
Figure 3. Le système limbique (Rosenzweig, Leiman, & Breedlove, 1996).....	49
Figure 4. Cortex préfrontal	50
Figure 5. Outil de mesure IRMf	52
Figure 6. Exemple d'ECG.....	53
Figure 7. Exemple de dispositif de mesure de la réactivité électrodermale	55
Figure 8. Exemple d'oculomètre et de pupillomètre.....	56
Figure 9. Exemple de dynamomètre et d'électromyographe.....	56
Figure 10. Représentation des étapes successives de dépolarisation/repolarisation du cœur durant un battement.	64
Figure 11. Dynamomètre isocinétique Biodex, Shirley, NY – System 3 ayant permis la mesure des couples de force	68
Figure 12. Extrait des 4 premières mesures d'un fichier Biodex de recueil des couples de force (i.e., MOMENT).....	69
Figure 13. Illustration du calcul de la RFD (Andersen et al., 2010)	70
Figure 14. Exemple de rectangle coloré employé dans la manipulation expérimentale des couleurs.....	74
Figure 15. Spectromètre Eye-One Pro Gretag MacBeth	75
Figure 16. Performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur.	94
Figure 17. Variation de la VFC en fonction de la couleur.	95
Figure 18. Moyennes par condition des pics de force maximale volontaire (MVC) en fonction du temps (T1, T2)	103
Figure 19. Moyennes par condition des taux maximums de développement de la force musculaire (RFD) en fonction du temps (T1, T2) ...	104
Figure 20. Performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur.	127
Figure 21. Pic de réactivité cardiaque en fonction de la couleur.	129
Figure 22. Effet de modulation de la couleur par le tempérament d'évitement sur la performance aux tests de mémoire.	137
Figure 23. Effet d'interaction des tempéraments d'évitement (Ev.) et d'approche (App.).....	138
Figure 24. Moyennes des pics de force maximale volontaire (MVC) en fonction du temps (T1, T2) et de la culture.	154
Figure 25. Moyennes des taux maximums de développement de la force musculaire (RFD) en fonction du temps (T1, T2) et de la culture.	155

Introduction Générale



Les deux photographies présentées sur la page précédente représentent deux éléments que nous pourrions rencontrer dans notre vie quotidienne, par exemple au cours d'une promenade champêtre. De par sa beauté ou son parfum la fleur est un « stimulus » que l'on va chercher à *approcher* ; tandis que l'on va plutôt chercher à *éviter* l'araignée, dont on peut redouter les piqûres douloureuses. A l'image de ces deux photographies, nous évaluons sans interruption notre environnement, de façon à repérer les éléments du contexte qui nous seraient bénéfiques ou ceux qui pourraient au contraire nous faire du tort. Nous pourrions dans le cadre de notre exemple cueillir cette belle fleur, ou encore nous figer de peur à la vue de l'araignée, pour finalement prendre nos jambes à notre cou ou écraser le terrible insecte.

Selon Elliot (2008), la motivation d'approche et d'évitement est l'une des théories de la motivation permettant d'appréhender les processus et les mécanismes de cette évaluation, ainsi que l'activation et le guidage des comportements qui lui sont associés. Les fonctions d'approche et d'évitement seraient profondément intégrées dans le fonctionnement psychologique et biologique des individus (Zuckerman, 2005), en étant à l'origine d'une vaste palette de comportements (Carver, Avivi, & Laurenceau, 2008). La motivation d'approche et d'évitement serait phylogénétique, permettant à chaque organisme du plus simple au plus complexe de s'adapter à son environnement pour survivre (Schneirla, 1959). Ainsi, pour agir efficacement dans son milieu, l'individu doit parvenir à évaluer rapidement si un stimulus est bénéfique ou nocif. Depuis une vingtaine d'années un volume conséquent d'études a montré que ces processus évaluatifs n'étaient pas restreints à des jugements de valeur « conscients » mais avaient la fascinante caractéristique d'être traités de façon « automatique » (Ferguson & Bargh, 2008). En d'autres termes, nous évaluons en permanence notre environnement pour attribuer automatiquement, rapidement et sans effort, à tous les stimuli que nous rencontrons, une valeur positive ou négative (Bargh, 1990).

Dans cette expérience perceptuelle que nous avons du monde, la couleur est omniprésente. Elle est même présente dans nos rêves. Dans son livre « Seeing red » (Humphrey, 2006), Nicholas Humphrey rapporte les écrits du peintre Vassily Kandinsky (1866-1944) précisant que « *la couleur est une puissance qui influence directement l'âme* » (page 19). A l'auteur d'ajouter que des bébés de quinze jours réagissent particulièrement à la couleur rouge (page 20), probablement parce que dans le ventre de leur mère, ces derniers étaient plongés constamment dans un bain de lumière filtrée par la paroi extrêmement vascularisée de l'utérus. Si le rouge est la première couleur que l'on perçoit, c'est aussi celle

qui fascine le plus par son intensité. Vassily Kandinsky écrivait à l'image de son tableau « Con e Contro » (cf. Figure 1) que le rouge est une couleur chaude, très vivante, vive et agitée, qui possède une force immense, en étant un mouvement en soi (Kandinsky, 1910), page 157. C'est certainement pour ces raisons que la couleur rouge est celle qui a reçu le plus d'attention dans la littérature scientifique récente (Elliot, Maier, Moller, Friedman, & Meinhardt, 2007).



Figure 1. *Tableau « Con e Contro » de Vassily Kandinsky*

Malgré cet intérêt manifeste pour les couleurs et l'évocation consensuelle de leur influence sur « nos âmes », peu d'études se sont centrées de façon méthodique sur son effet sur le fonctionnement psychologique (Elliot et al., 2007). Pour combler ce manque, depuis quatre années Elliot et ses collaborateurs (2007) ont entrepris un travail empirique et conceptuel conséquent de l'étude de l'effet des couleurs sur les affects, les cognitions et les comportements. Parce que la distinction d'approche-évitement serait un concept clef de l'adaptation des organismes à leur environnement, que la couleur en est une expérience perceptuelle omniprésente, et que le rouge est la plus saillante de celles-ci, les auteurs ont centré leurs efforts sur le lien implicite qui lie le rouge et la motivation d'approche et d'évitement. Ils ont pour cela proposé un modèle qui conceptualise l'effet implicite des couleurs sur le fonctionnement psychologique. Les auteurs ont en effet montré que la couleur rouge pouvait exercer une influence directe sur la motivation et les comportements. Leurs

études montrent que cet effet agirait en dehors de la conscience des individus en impliquant les processus évaluatifs basiques d'approche-évitement dont nous venons de parler (Maier, Elliot, & Lichtenfeld, 2008). Une seule présentation de quelques secondes suffirait. Par exemple, sur la page introductive de ce document, le simple fait d'avoir visualisé le petit encadré rouge en regardant les deux photographies, aurait pu placer le lecteur sans qu'il en ait conscience, dans un état motivationnel d'évitement¹. L'effet de la couleur rouge est lié au contexte et à la signification psychologique qu'on lui attribue (Maier et al., 2009). La majorité des études des auteurs s'est attachée à montrer qu'en contexte d'accomplissement, la brève présentation du rouge à des sujets les plaçait dans un état motivationnel d'évitement, entraînant une variation de la performance lors de tests cognitifs (Lichtenfeld, Maier, Elliot, & Pekrun, 2009) et moteurs (Elliot & Aarts, 2011). Cet effet a été évalué sur la base d'indices comportementaux, attentionnels et psychophysiologiques.

Dans le cadre de ce travail doctoral, nous avons cherché à étendre le travail conceptuel et empirique d'Elliot et de ses collaborateurs, de façon à mieux comprendre les mécanismes d'approche et d'évitement sous-jacents à l'évaluation automatique de stimuli implicites de l'environnement (couleur rouge) et ses effets psychophysiologiques lors de tests cognitifs (mémoire) et moteurs (production de force).

Il existerait une multitude de systèmes d'approche et d'évitement au niveau fonctionnel et neurobiologique conçus pour faire face aux problèmes régulièrement rencontrés par les êtres humains (Kenrick & Shiota, 2008). Les mécanismes spécifiques d'approche et d'évitement sont susceptibles d'être déclenchés par des facteurs fonctionnellement pertinents dans l'environnement direct et par des facteurs liés aux différences de personnalité (Kenrick & Shiota, 2008). Sur la base de ces considérations, la motivation d'approche et d'évitement et son application à l'effet de la couleur rouge peuvent être étudiées à l'aide de plusieurs approches complémentaires : l'étude du rôle du contexte qui rendrait compte des facteurs fonctionnellement pertinents dans l'environnement direct ; l'étude des rôles de la personnalité et de l'origine culturelle qui rendrait compte des facteurs liés aux différences de personnalité.

Ainsi, ce travail doctoral se propose d'appréhender, dans le cadre de la motivation d'approche et d'évitement, l'influence de la couleur rouge sur la mémoire et la production de

¹ Selon Maier et ses collaborateurs (Maier, Barchfeld, Elliot, & Pekrun, 2009), l'effet de la couleur ne s'exprimerait que dans les contextes d'accomplissement ou de séduction. Ainsi, dans notre exemple, le fait que le lecteur eût été placé dans un état d'évitement est donc peu probable.

force, ainsi que la possible modulation de cet effet par les différences de personnalité et d'origine culturelle. Cette thèse s'organise de la façon suivante : la *premier chapitre* (i.e., *cadre théorique*) présente les éléments théoriques du rôle du contexte, du rôle de la personnalité et du rôle de l'origine culturelle relatifs à la motivation d'approche et d'évitement (partie 1) au sein de laquelle le modèle des couleurs d'Elliot et de ses collaborateurs est décrit en suivant une démarche similaire (partie 2). Le *second chapitre* présente les *choix méthodologiques* liés à notre travail. La première partie s'attarde sur les approches neuropsychologique et psychophysologique, et plus particulièrement sur leur contribution dans l'étude de la motivation, ses mesures et nos choix pour le présent travail. Les trois parties suivantes détaillent précisément les méthodes des indices physiologiques retenus dans le cadre de cette thèse. La cinquième partie présente les méthodes relatives à la manipulation expérimentale implicite des couleurs, validées dans la littérature correspondante. Les méthodes de sélection des sujets utilisées dans le cadre de l'étude des différences de personnalité sont évoquées dans la sixième partie. La dernière partie se centre sur les méthodes de sélection des sujets utilisées dans le cadre de notre approche interculturelle. Les cinq chapitres suivants présentent les études empiriques émergeant des hypothèses de recherche formulées sur la base des considérations théoriques et méthodologiques des deux premiers chapitres. Chaque étude a été rédigée selon le même plan incluant à minima les parties suivantes : introduction, méthode, résultats, discussion. Nous allons détailler maintenant les chapitres de cette partie empirique.

Le premier volet de notre travail empirique (rôle du contexte) a cherché à étendre les résultats d'Elliot et de ses collaborateurs de l'effet du rouge sur la mémoire (*chapitre 3*) et la production de force (*chapitre 4*). Notre but était en outre dans le cadre cognitif de valider l'influence du rouge sur un marqueur physiologique de l'anxiété ; et dans le cadre moteur de valider l'influence du rouge sur l'efficacité de la production de force. Le second volet de notre travail empirique (rôle de la personnalité) a cherché à engager un processus de validation en langue française du questionnaire d'Elliot et Thrash (2010) permettant la mesure des tempéraments d'approche et d'évitement (*chapitre 5*) pour ensuite étudier la possible modulation de l'effet du rouge sur la mémoire par ces traits de personnalité (*chapitre 6*). Le troisième volet de notre travail empirique (rôle de l'origine culturelle) s'est attaché à étudier de façon exploratoire (*chapitre 7*) la possible modulation de l'effet du rouge sur la production de force par les différences liées à l'origine culturelle. Enfin, le dernier chapitre a présenté la discussion et la conclusion générale.

Cadre Théorique

Chapitre I. Cadre théorique

I.1 Motivation d'approche et d'évitement

I.1.A Définition

La distinction entre la motivation d'approche et la motivation d'évitement a selon Elliot (2008) une longue et riche histoire dans la psychologie. En accord avec (Lewin, 1935), et selon Elliot (2008, page 3) « *la motivation d'approche peut être définie comme l'activation de comportements par, ou l'orientation de comportements vers, des stimuli positifs (objets, évènements, possibilités); tandis que la motivation d'évitement peut être définie comme l'activation de comportements par, ou l'orientation de comportements à l'écart de, stimuli négatifs (objets, évènements, possibilités)* ».

Dans les années quatre-vingt-dix la conceptualisation d'un « entrelacement » de la cognition, des sentiments et des motivations pour expliquer les comportements, a contribué à l'émergence d'un volume important d'études relatif à la distinction approche-évitement (pour une revue, voir Elliot, 2008). Un nombre conséquent de travaux a en effet porté sur des questions spécifiques relatives aux comportements (leur « énergisation », les mécanismes appétifs et aversifs sous-jacents, et les variables valencées qui les guident et les dirigent). Ainsi, la distinction approche-évitement semble être aujourd'hui un moyen d'intégrer différents types et niveaux d'analyse pour étudier de façon précise et intégrée la motivation (Cacioppo & Berntson, 1994; Carver & Scheier, 1998; Elliot & Church, 1997; Higgins, 1997).

I.1.B Le rôle fondamental de la motivation d'approche et d'évitement

I.1.B.a L'adaptation à l'environnement

La distinction d'approche et d'évitement aurait un rôle fondamental sur le fonctionnement animal et humain : l'adaptation pour la survie. En ce sens, les deux formes de motivation seraient nécessaires et indissociables : la motivation d'évitement pour éviter les menaces, la motivation d'approche pour prospérer. Ce rôle fondamental peut être replacé dans une perspective phylogénétique (Schneirla, 1959) : tout organisme vivant, de l'amibe à l'être

humain, serait équipé d'un système basique d'approche-évitement qui produirait ou régulerait des mouvements vers/s'éloignant de stimuli bénéfiques/nocifs. Bien entendu, les mécanismes sous-jacents sont plus complexes chez l'être humain que la réaction protoplasmique de l'amibe, mais leur fonction reste la même : réagir efficacement à son environnement pour survivre et prospérer. Par exemple, une manifestation physiologique de la motivation d'approche et d'évitement (l'apparition d'une asymétrie de l'électroencéphalogramme liée à la perception de stimuli émotionnels) a été observée depuis quelques décennies chez le primate (Kalin, Larson, Shelton, & Davidson, 1998), le rat (Sullivan & Gratton, 1998) et l'homme (Davidson, 1992). Cet exemple illustre le postulat phylogénétique selon lequel les êtres humains et les animaux organisent sur les mêmes bases motivationnelles les réponses liées au contexte. L'étude des liens entre des stimuli émotionnellement valencés et les réponses comportementales correspondantes reposerait ainsi sur le rôle fondamental adaptatif de la motivation d'approche et d'évitement (Elliot, 2008).

1.1.B.b Les différences individuelles d'adaptation

Les scientifiques ont documenté la présence phylogénétique de différences individuelles liées aux mécanismes d'approche et d'évitement. Ainsi, des différences entre « individus d'une même espèce » ont été mises en évidence concernant la tendance à préférentiellement approcher ou éviter des stimuli nouveaux (pour une revue sur les études animales, voir Jones & Gosling, 2008). Dès lors, la réponse à un contexte particulier pourrait être conditionnée par des prédispositions telles que les tempéraments motivationnels (Elliot & Thrash, 2010).

A l'instar des interactions existant entre le contexte et les « penchants » psychologiques des individus (Bardel & Colombel, 2009), l'approche interculturelle a pour objet la mise en évidence de l'influence de la culture sur les comportements (Berry, Poortinga, Breugelmans, Chasiotis, & Sam, 2011; Kitayama, 2002). Salili et ses collaborateurs précisent (page 73) que les valeurs culturelles peuvent influencer les cognitions et les comportements d'accomplissement se manifestant ainsi de différentes manières pour des individus issus de cultures différentes (Salili, Chiu, & Lai, 2001). Cette démarche répond au postulat selon lequel la motivation d'approche et d'évitement est un concept « universel » du fonctionnement psychologique, tout en étant sensible à la culture (Hamamura & Heine, 2008).

1.1.B.c Des mécanismes d'évaluation implicites pour s'adapter

Pour survivre et prospérer, la capacité des organismes à déterminer si un stimulus est bénéfique ou nocif dans une perspective adaptative est centrale, tout comme la rapidité à laquelle cette évaluation va être réalisée. Ainsi, tout être vivant est « pré-équipé » pour réaliser des réponses d'approche ou d'évitement immédiates à des classes particulières de stimuli (Zajonc, 1998). Ces réponses automatiques (e.g., réflexes de douleurs, expressions faciales, cf. page 57) sont les plus rudimentaires et les plus rapides à se mettre en place en réaction à l'environnement, elles fonctionnent comme une propédeutique à des réponses plus élaborées (Ferguson & Bargh, 2008). Il a par exemple été montré que lorsqu'un individu est confronté à un environnement menaçant son autonomie, une réponse défensive perceptivo-motrice est automatiquement mise en place pour tenter de restaurer ce besoin fondamental (Radel, Pelletier, Sarrazin, & Milyavskaya, 2011). Ces réflexes sont le reflet d'une évaluation rapide et non-intentionnelle (Chen & Bargh, 1999) de la dimension positive ou négative des stimuli rencontrés (Osgood, Suci, & Tannenbaum, 1957). Les circuits neuronaux impliqués dans cette évaluation automatique basique de la valence des stimuli sont par ailleurs distincts de ceux, plus élaborés, impliqués dans l'identification et la discrimination conscientes (LeDoux, 1996; Ruiz-Padial, Vila, & Thayer, 2011). Ainsi l'étude des effets sur les comportements de stimuli explicites et implicites du contexte reposerait sur les processus évaluatifs d'approche et d'évitement décrits ci-dessus.

Cependant, le caractère non-intentionnel de ces processus évaluatifs rend délicate leur évaluation subjective par le sujet (Ferguson & Bargh, 2008) comme par exemple à l'aide de questionnaires. Parallèlement à cette considération, l'évaluation automatique produit un état physiologique et somatique destiné à préparer l'organisme à produire un comportement manifeste. Ces manifestations biologiques, telles que la réactivité cardiaque (Blascovich & Tomaka, 1996) ou le tonus musculaire (Coombes, Cauraugh, & Janelle, 2006), seraient alors les marqueurs physiologiques des états motivationnels et de leurs processus associés (Damasio, 1999).

1.1.B.d Des stratégies et tactiques d'adaptation variées

Elliot et Church (Elliot & Church, 1997) précisent par ailleurs que ce phénomène d'évaluation automatique est sujet aux différences individuelles déjà évoquées : des individus vont avoir un penchant naturel à évaluer les situations de façon appétive ou aversive. Les

auteurs ajoutent que chez les organismes disposant d'un cortex, ces tendances initiales peuvent être modifiées par différents facteurs tels que les cognitions, les affects, les interactions sociales ou les normes culturelles. Le réflexe évaluatif initial pourrait ainsi ne plus correspondre à la réponse comportementale produite. Lang et Bradley (2008) expliquent cette position en liant les différences individuelles à la notion de « stratégie », et les effets situationnels (nés de l'interaction entre l'individu et le contexte) à la notion de « tactique ». Ainsi la multitude de comportements observables serait l'ensemble des tactiques que l'individu mettrait au service des deux stratégies motivationnelles initiales d'approche et d'évitement.

1.1.B.e Implications

Etant donné la nature fondamentale de la motivation d'approche et d'évitement (i.e., son omniprésence dans le fonctionnement biologique et psychologique, à travers les espèces et les cultures), il est raisonnable de considérer la distinction d'approche et d'évitement comme un principe organisateur de l'étude de la motivation (Elliot, 2008). L'étude de la motivation d'approche et d'évitement couvre ainsi plusieurs niveaux d'analyses et de conceptualisations : dispositionnel (i.e., traits) / situationnel (i.e., états) ; implicite / explicite, et culturel.

Quelques notions centrales dans ce domaine vont d'abord être définies.

1.1.C Précisions terminologiques

La distinction approche-évitement est un concept intégrateur pouvant s'appliquer à la plupart des construits motivationnels. Aussi, un certain nombre de concepts couvrent partiellement ou complètement l'espace conceptuel de la motivation d'approche et d'évitement. Ces derniers renvoient à la fois aux comportements observables *per se*, mais aussi et surtout aux mécanismes et processus motivationnels sur la base desquels ces comportements se sont construits (Elliot, 2008).

1.1.C.a Les distinctions motivationnelles

Plusieurs « distinctions » de la littérature renvoient à la notion d'approche et d'évitement. La distinction hédonique Plaisir-Douleur renvoie à des phénomènes subjectifs liés aux expériences affectives et aux sensations corporelles (Rozin, 1999). La distinction Approche-Retrait met typiquement l'accent sur le mouvement comme étant un indicateur direct de la motivation (Schneirla, 1959). Les distinctions Appétitif-Aversif et Approche-Evitement sont

enfin utilisées indistinctement dans la littérature pour évoquer tous les niveaux et degrés de complexité des processus motivationnels en fonction de leur valence positive ou négative (Elliot & Church, 1997).

1.1.C.b La valence positive ou négative

La *valence positive-négative* est le noyau conceptuel de la distinction d'approche et d'évitement (Elliot, 2008). Selon l'auteur un stimulus est positivement ou négativement évalué par l'organisme qui lui attribue une valence positive ou négative. Cela provoque des tendances et des états motivationnels permettant d'approcher ou d'éviter ce stimulus. Les termes positifs et négatifs regroupent ainsi respectivement les concepts « bénéfique, désirable, aimé » et « nocif, indésirable, détesté ». Par ailleurs, en accord avec la définition proposée au début de ce chapitre, au concept de *valence* s'ajoute indissociablement celui d'activation. La dimension de l'activation (de calme à excité) renvoie à l'énergie mobilisée dans les processus motivationnels, indépendamment de leur valence (Hanoch & Vitouch, 2004; Osgood et al., 1957).

1.1.C.c Emotion et Motivation

Les termes évoqués ci-dessus (e.g., aimé, indésirable) laissent supposer des liens étroits unissant la motivation d'approche et d'évitement avec les émotions positives et négatives. Les concepts d'émotion et de motivation étant souvent assimilés aux mêmes propriétés fonctionnelles comme l'activation et le guidage des comportements (Roseman, 2008), un certain nombre de théories psychologiques ne les distinguent pas (e.g., Murray, 1938). D'autres auteurs considèrent au contraire que les émotions sont la conséquence de la motivation. Les émotions positives et négatives seraient produites par la perception de l'adéquation ou de l'inadéquation de la situation avec les états motivationnels du sujet du moment (Roseman, Spindel, & Jose, 1990). D'autres auteurs considèrent enfin que les émotions positives et négatives sont les causes de la motivation (Tomkins, 1981). A la lumière de ces positions théoriques diverses, nous considérons dans le présent travail, à l'instar d'Elliot et Thrash (2002), que les émotions sont simplement des processus associés aux motivations. Les auteurs ont en effet lié dans une série d'études les systèmes motivationnels d'approche et d'évitement avec leurs émotions, comportements et cognitions associés. Ils ont montré que les comportements d'approche, les émotions positives et les buts motivationnels d'approche convergeaient sur un seul facteur latent, tout comme les

comportements d'évitement, les émotions négatives, et les buts motivationnels d'évitement. Cette intégration conceptuelle et empirique des concepts d'émotion et de motivation (Carver, Sutton, & Scheier, 2000) peut s'appliquer plus particulièrement à la motivation d'évitement et l'anxiété.

1.1.C.d Motivation d'évitement et anxiété

Les théoriciens des émotions sont au cœur d'un débat vigoureux portant sur la conceptualisation des dimensions fondamentales des sentiments (Wilt, Oehlberg, & Revelle, 2011), ainsi la place de l'anxiété dans l'espace affectif dépend du modèle théorique de référence. Malgré cette diversité, anxiété et motivation d'évitement sont deux construits conceptuellement très proches. Par exemple, dans les modèles affectifs à deux dimensions (i.e., valence – activation), l'anxiété est conçue à l'instar de la motivation d'évitement comme étant l'association d'une activation et d'une valence négative (Barrett & Russell, 1998). Dans les modèles unidimensionnels opposant les sentiments positifs et négatifs, l'anxiété est conceptualisée comme étant un des sentiments négatifs (Watson & Tellegen, 1985). Ces derniers ont été associés à la motivation d'évitement (Elliot & Thrash, 2002). Enfin, motivation d'évitement et anxiété peuvent être toutes deux distinguées en termes de traits et d'états (Spielberger, 1983). Ces similitudes entre la motivation d'évitement et de l'anxiété suggèrent que l'anxiété n'est pas seulement une simple variable affective. Une approche intégrée de l'anxiété propose de la concevoir davantage comme l'ensemble des processus affectifs, cognitifs et biologiques associés à la motivation d'évitement (Corr, 2002; Cury, Elliot, Sarrazin, Da Fonseca, & Rufo, 2002 ; Cury, Elliot, Da Fonseca, & Moller, 2006; Cury, Da Fonseca, Zahn, & Elliot, 2008 ; Wilt et al., 2011).

Dans ce cadre, Elliot et McGregor (1999) ont réalisé une étude ayant permis de préciser les liens de la motivation d'évitement, de l'anxiété et de la performance cognitive. Leurs résultats montrent que l'état d'anxiété en situation d'évaluation (Spielberger, 1972) est le médiateur de l'effet débilisant de la motivation d'évitement (i.e., buts d'évitement de la performance) sur la performance cognitive. L'anxiété serait selon leurs conclusions la conséquence de la motivation d'évitement. Les auteurs expliquent cet effet par le fait que la motivation d'évitement produit de l'anxiété en situation de test à travers la focalisation du sujet sur la possibilité d'un échec. Les réactions cognitives de cet état d'anxiété (i.e., l'inquiétude) sont perturbatrices en éloignant le sujet des exigences de la tâche et en limitant les processus mnésiques de récupération de l'information (Deffenbacher, 1980; Sarason, 1972; Wine,

1971). Les réactions affectives et physiologiques de cet état d'anxiété (i.e., l'émotivité) telles que la hausse de la fréquence cardiaque n'ont cependant pas été formellement liées à la baisse de l'efficacité cognitive (Fulmer & Frijters, 2009) malgré leur lien avec la motivation d'évitement (Deffenbacher, 1980; Elliot & McGregor, 1999). Elliot et McGregor (1999) ont montré par ailleurs que le trait de l'anxiété en situation d'évaluation agissait similairement à la motivation d'évitement-trait (i.e., la peur de l'échec) comme disposition affective de base. Cette proximité conceptuelle entre le trait d'anxiété et la motivation dispositionnelle d'évitement s'illustre au niveau empirique par l'utilisation de questionnaires liés au trait d'anxiété (Spielberger, 1983) pour mesurer la motivation d'évitement (Corr, 2001). En accord avec ces considérations théoriques et empiriques, l'anxiété sera définie dans le cadre de ce travail doctoral comme étant la conséquence de la motivation d'évitement.

I.1.D Rôle du contexte : effets des stimuli affectivement valencés sur la motivation d'approche et d'évitement

I.1.D.a Vue d'ensemble

Dans la définition d'Elliot (2008) de la motivation d'approche et d'évitement proposée au début de ce chapitre, il est clairement énoncé que la motivation repose sur les interactions que l'organisme entretient avec des stimuli de son environnement, qu'ils soient concrets ou abstraits. De ces interactions naissent l'énergie (Elliot & Church, 1997) et le guidage dans une direction (Elliot & Thrash, 2001) des comportements « motivés ».

Ainsi que cela a été évoqué, l'évaluation de la valence des stimuli dans l'environnement est l'un des processus fondamentaux sur lesquels est basée l'adaptation basique ou complexe de l'organisme à son contexte (Berntson & Cacioppo, 2008; Derryberry & Reed, 2008; Ferguson & Bargh, 2008). Cette évaluation adaptative va permettre soit de se rapprocher ou de conserver (physiquement ou psychologiquement) des stimuli évalués positivement, soit de s'écarter ou de se maintenir (physiquement ou psychologiquement) à l'écart de stimuli évalués négativement (Elliot, 2008).

Ces processus et mécanismes sous-jacents à la motivation d'approche et d'évitement reposent sur des structures neurales basiques et des réseaux neuronaux distincts (Gray, 1990) et interconnectés (i.e., système d'approche et d'évitement/défense, Bernston et al., 1997). La neuropsychologie et la psychophysiology permettent d'étudier à l'aide de techniques

modernes les bases biologiques des systèmes d'approche et d'évitement, et notamment les processus automatiques et implicites qui échappent à la conscience.

Ces aspects vont être abordés, forgeant les bases d'une étude du rôle des stimuli de l'environnement dans le champ de la motivation d'approche et d'évitement. La littérature relative à l'étude des effets des couleurs sur le fonctionnement psychologiques montre que ce dernier a été principalement étudié dans un contexte d'accomplissement (Maier et al., 2009; Moller, Elliot, & Maier, 2009), et dans une moindre mesure dans un contexte social lié à la séduction (Elliot et al., 2010). Ces contextes vont donc à présent être abordés.

1.1.D.b Contexte d'accomplissement et contexte social

1.1.D.b.1 Contexte d'accomplissement et approche-évitement

La motivation d'accomplissement

En accord avec Elliot et Dweck, « l'accomplissement » est l'atteinte de la compétence ou l'évitement de l'incompétence (Elliot & Dweck, 2005). Ainsi, le contexte d'accomplissement est l'ensemble des situations (tâches, tests, performances, travail professionnel) dans lesquelles un individu doit démontrer sa compétence, ou éviter de démontrer son incompétence (Elliot, 1999). En cohérence avec ce postulat, la motivation d'accomplissement est l'activation et le guidage des comportements qui sont orientés vers l'atteinte de la compétence ou l'évitement de l'incompétence (Thrash & Hurst, 2008).

La théorie des buts d'accomplissement

La motivation d'accomplissement peut être étudiée par différentes approches détaillées dans la revue de Thrash & Hurst, 2008. La théorie des buts d'accomplissement semble être celle qui a reçu le plus d'attentions ces vingt-cinq dernières années (pour une revue, voir Elliot & Dweck, 2005). Le modèle d'analyse le plus récent de cette théorie (Elliot & McGregor, 2001) repose sur l'intégration conceptuelle entre la valence de la compétence (distinction approche/évitement) et la définition de la compétence (distinction auto-référencée/normative). Ainsi, dans un état motivationnel d'approche, la valence attribuée à la situation est positive et le comportement est initié ou dirigé vers un événement désirable. Dans un état motivationnel d'évitement, la valence accordée est négative et la conduite est générée par la confrontation potentielle à un événement non désiré (e.g., menace) donnant lieu à des comportements de fuite ou de renoncement.

Motifs d'accomplissement implicites et explicites

McClelland et ses collaborateurs (McClelland, Koestner, & Weinberger, 1989) ont plaidé pour une conceptualisation de la motivation selon deux systèmes distincts mais liés : les motifs implicites et explicites. Selon les auteurs, les motifs explicites sont basés sur la cognition et sont préférentiellement suscités par des indications verbales. Les motifs explicites sont évalués en demandant aux gens directement quelles sont leurs intentions et leurs objectifs, à l'aide de mesures auto-rapportées (e.g., échelles de mesure des buts d'accomplissement évoqués ci-dessus). En revanche, les motifs implicites sont fondés sur les affects. Ils sont préférentiellement suscités par des stimuli non-verbaux, et peuvent être mesurés par des variables non-déclaratives (i.e., l'apprentissage implicite, les réactions physiologiques et comportementales, Schultheiss et al., 2005). En effet, parce qu'ils sont inconscients, les motifs implicites ne peuvent pas être mesurés avec précision en demandant simplement aux gens quelles sont leurs motivations (Cain & LeDoux, 2008).

Implications

Dans le cadre de cette thèse, en accord avec la majorité des études d'Elliot sur l'effet des couleurs (Elliot et al., 2007), nous avons étudié la motivation d'approche et d'évitement en contexte d'accomplissement, c'est-à-dire lors de tests cognitifs et moteurs où le sujet devait réaliser une performance.

La mesure auto-rapportée des buts d'accomplissement est en outre un des moyens utilisés par les auteurs (Elliot & Maier, 2007) pour évaluer l'état motivationnel d'évitement perçu du sujet en situation d'accomplissement (i.e., processus explicite)².

L'association de méthodes objectives, comme l'approche neuro-psychophysique, pour mesurer les processus motivationnels implicites, et de méthodes subjectives, comme les questionnaires, pour mesurer les processus motivationnels explicites, semble nécessaire (Fulmer & Frijters, 2009).

I.1.D.b.2 Contexte social et approche-évitement

Les interactions sociales peuvent être source de plaisir ou de peine (Diener, Oishi, & Lucas, 2003). Elles seraient liées à des processus d'approche tels que l'affiliation, et à des

² Dans nos études, conformément aux études récentes d'Elliot et de ses collaborateurs (e.g., Elliot & Aarts, 2011) cette mesure n'a pas été retenue, jugée redondante avec les autres mesures auto-rapportées.

processus d'évitement tels que le rejet (Baumeister & Gitter, 2008). Pourtant, le travail théorique et empirique sur les motivations « sociales » et « relationnelles » serait moins conséquent que celui relatif au domaine de l'accomplissement (Gable & Berkman, 2008).

Buts sociaux fondamentaux

Dans le cadre d'interactions sociales, plusieurs buts sociaux fondamentaux peuvent être déclinés selon la distinction d'approche et d'évitement (Kenrick & Shiota, 2008). Sur la base de plusieurs revues de bibliographie, les auteurs distinguent les buts sociaux fondamentaux suivants : la formation d'alliance (i.e., s'entendre avec ses individus), la protection du soi (i.e., éviter les prédateurs ou les conflits avec les organismes ayant besoin des mêmes ressources), améliorer son statut (i.e., améliorer son accès aux ressources et aux partenaires), protéger ses ascendants et descendants proches (i.e., préserver sa lignée).

Le contexte social sous-jacent au contexte d'accomplissement

Certains auteurs plaident pour une étude de la motivation intégrant simultanément la motivation d'accomplissement et la motivation sociale (Roussel, Elliot, & Feltman, 2011). En effet les contextes d'accomplissement seraient nécessairement de nature sociale (Blascovich, 2008), page 433. La compétence serait ainsi influencée par la présence d'autrui (Muller, Atzeni, & Butera, 2004), qu'elle soit réelle, implicite, imaginaire, ou liée à l'expérimentateur (Geen, Thomas, & Gammill, 1988; Guerin, 1986). Des études récentes ont en effet lié les buts d'accomplissement (y compris ceux de maîtrise) avec les stratégies de comparaison sociale (Bounoua et al., 2011; Darnon, Dompnier, Gilliéron, & Butera, 2010; Régner, Escribe, & Dupeyrat, 2007). Par ailleurs, le besoin social fondamental cité ci-dessus (i.e., la protection du soi) peut s'exprimer avec des menaces simulées (Blanchard & Blanchard, 1990). Le danger est dans ce cas suggéré dans les protocoles expérimentaux à l'aide de représentations du danger (e.g., couleur rouge, Elliot & Maier, 2007 ; images de serpents, Dimberg, 1986).

Implications

Le contexte d'accomplissement et le contexte social lié à la séduction sont ceux qui ont reçu l'attention des chercheurs du paradigme des couleurs. La valence appétive ou aversive accordée à un stimulus coloré peut effectivement varier en fonction de la nature du contexte. Cet effet sera développé ultérieurement à la page 36 de ce document.

1.1.D.c Processus perceptifs implicites

Pour s'adapter à leur environnement, nous avons vu que les organismes ont notamment besoin de rapidement déterminer si les stimuli auxquels ils sont confrontés sont bénéfiques ou menaçants (Chen & Bargh, 1999). Ils disposeraient pour cela de « réflexes rudimentaires » permettant une évaluation automatique associée à des réponses automatiques (i.e., neuronales, somatiques, autonomes et hormonales) contribuant à préparer l'organisme à réagir (Zajonc, 1998). Ces mécanismes seraient activés en permanence, tout en étant particulièrement sensibles aux stimuli menaçants (Gard, Gard, Mehta, Kring, & Patrick, 2007), à l'anxiété (Bardel & Colombel, 2009) ou aux environnements coercitifs (Radel et al., 2011).

I.1.D.c.1 L'évaluation implicite (vs explicite)

L'évaluation des stimuli peut être implicite (i.e., automatique) ou explicite (i.e., consciente). L'évaluation explicite est par définition verbalisable, c'est-à-dire accessible à la conscience et mesurable par des mesures auto-rapportées. Ce type d'évaluation est depuis longtemps étudié (Allport & Odbert, 1936). Selon le modèle d'auto-motivation (Bargh, 1990), l'évaluation implicite (ou automatique) représente au contraire des évaluations générées involontairement par la simple perception de stimuli du contexte associés avec des états motivationnels spécifiques.

L'évaluation implicite constitue le point de départ de la perception émotionnelle héritée de l'évolution des espèces, les processus évaluatifs explicites ayant été hiérarchiquement superposés sur ces derniers. L'organisation de l'ensemble repose sur l'existence de boucles de régulation réciproques entre les niveaux implicites et explicites de l'évaluation (Berntson & Cacioppo, 2008).

L'étude de l'évaluation automatique s'est particulièrement intensifiée ces cinq dernières années en montrant qu'elle était davantage liée aux états et traits motivationnels que l'évaluation explicite (Ferguson & Bargh, 2004). L'explication avancée tient au fait que les individus ne veulent pas ou n'arrivent pas à correctement verbaliser à propos de l'évaluation des stimuli qui leur ont été présentés, (Ferguson, 2008). Ainsi, nous nous sommes intéressés dans le cadre de ce travail doctoral, à l'étude des effets de l'évaluation implicite de stimuli colorés.

I.1.D.c.2 Terminologie

Il convient de préciser deux termes que l'on retrouve dans la littérature de l'évaluation automatique : automatique et implicite. Ces termes sont relatifs aux modalités de mesures plus que le construit mesuré (pour une revue, voir Ferguson & Bargh, 2008). Selon les auteurs, les termes automatique et implicite, considérés dans la littérature de la psychologie expérimentale, peuvent partager (1) la même définition, ou bien être divergents (2), le terme implicite étant alors défini de façon moins restrictive que le terme automatique.

- (1) Lorsqu'ils partagent la même définition, les termes automatique et implicite décrivent des processus inconscients, se déroulant en dehors de l'effort et du contrôle de l'individu (Moors & De Houwer, 2006). Ils font référence aux processus cognitifs qui influencent le traitement de l'information sans que l'individu ne puisse introspectivement les identifier (Ferguson & Bargh, 2008). Les paradigmes expérimentaux utilisent dans ce cadre des stimuli subliminaux, c'est-à-dire conçus pour être perçus en dehors du seuil de la conscience. Par exemple, les stimuli subliminaux visuels peuvent être présentés pendant une durée de trente (Ruiz-Padial et al., 2011) à seize (Radel et al., 2011) millisecondes. L'intérêt de ce paradigme réside dans le fait que le stimulus implicite va activer les connaissances et/ou les émotions explicites auxquelles il a été associé, en les rendant ainsi plus rapidement et plus efficacement accessibles. Par exemple Ferguson et Bargh (Ferguson & Bargh, 2008) décrivent l'expérience menée par Fazio et ses collaborateurs (Fazio, Sanbonmatsu, Powell, & Kardes, 1986). Les sujets devaient répondre « bon » ou « mauvais » à la vue de photos affectivement valencées (i.e., valence positive = « bon » ; valence négative = « mauvais »). Les sujets qui avaient perçu au préalable une photo subliminale positive répondaient plus rapidement à l'apparition des photos positives tandis que les sujets « primés » avec une photo négative, répondaient plus rapidement à l'apparition des photos négatives. L'étude présente illustre les effets de l'évaluation implicite sur les fonctions exécutives.
- (2) Il arrive que le terme implicite ait une définition moins restrictive, sur laquelle se base notre travail doctoral à l'instar des études d'Elliot et de ses collaborateurs (2007). Le caractère implicite repose sur trois considérations (De Houwer & Moors, 2007). Tout d'abord le sujet n'a pas conscience du stimulus affectivement valencé. Ensuite il ne sait pas que ce stimulus a la propriété d'activer des processus motivationnels spécifiques.

Enfin il ignore que c'est cet effet qui est spécifiquement étudié. Les évaluations implicites peuvent dans ce cadre être générées subrepticement pendant une durée supérieure à celle des stimuli subliminaux (de l'ordre de la seconde, Ferguson & Bargh, 2008). Le sujet peut ainsi rendre compte à posteriori du stimulus implicite qui lui a été présenté. Les protocoles proposés dans le cadre de cette thèse ont été conçus à partir de ces considérations. D'autres procédures reposent sur les mêmes principes. Il s'agit par exemple du test d'association implicite (Greenwald, McGhee, & Schwartz, 1998; Greenwald, Poehlman, Uhlmann, & Banaji, 2009). Ce test mesure indirectement à l'aide de temps de réaction, le degré avec lequel les sujets évaluent implicitement la valence positive ou négative de stimuli. Les données recueillies ne sont pas déclaratives et peuvent également illustrer le lien entre l'évaluation automatique de stimuli valencés et des fonctions exécutives (Ferguson & Bargh, 2008).

I.1.D.c.3 Evaluation implicite et valence des stimuli

Plus précisément, l'évaluation implicite renvoie au positionnement d'un stimulus sur une échelle de valence sans que le sujet n'en ait conscience (Berntson & Cacioppo, 2008). Cette évaluation a un spectre très large. Elle peut concerner des stimuli « réels » tels que des mots, des photos, des odeurs, mais aussi des stimuli « abstraits » comme des idées, des valeurs, ou des buts (Ferguson, 2007). Ce positionnement s'effectue spontanément, très rapidement, et sans effort (Ferguson & Bargh, 2008) sur la base de l'expérience de l'individu (voire de l'espèce) accumulée lors de rencontres antérieures avec des stimuli identiques ou similaires (Derryberry & Reed, 2008). Par exemple, les individus sont capables d'évaluer si une expression faciale est positive ou négative en un clignement des paupières (Murphy & Zajonc, 1993).

I.1.D.c.4 Une évaluation en lien avec l'état motivationnel

L'évaluation automatique serait liée à l'état motivationnel du sujet. La littérature sur les processus évaluatifs indique clairement que la catégorisation des stimuli rencontrés en fonction de leur valence contribue à placer les sujets dans un état motivationnel congruent avec la nature appétive ou aversive du stimulus (e.g., Lang, 1995). Ce processus est d'autant plus saillant si le sujet est amené à percevoir un stimulus qui a été associé auparavant à un état motivationnel spécifique (Bargh, 1990). Ainsi, les processus motivationnels d'approche et d'évitement peuvent être implicitement activés lors d'une rencontre avec un objet, un

événement ou une possibilité positive/négative (Bargh & Chartrand, 1999 ; Cacioppo, Gardner, & Berntson, 1997). Un nombre conséquent de paradigmes repose sur ce postulat, visant à provoquer expérimentalement un état motivationnel particulier grâce à la présentation de stimuli affectivement valencés (pour une revue, voir Fulmer & Frijters, 2009 ; Lang & Bradley, 2008). Il a en outre été démontré que les individus évaluaient automatiquement les stimuli dans l'environnement, en examinant leur congruence avec le but poursuivi (Ferguson & Bargh, 2004; Sherman, Presson, Chassin, Rose, & Koch, 2003). Ainsi l'évaluation implicite pourrait être aussi la conséquence de l'état motivationnel des individus. Par exemple, Radel et ses collaborateurs ont montré que des individus qui cherchaient à rétablir un besoin d'autonomie brimé par un environnement contrôlant, détectaient et orientaient automatiquement leur système perceptivo-moteur vers les éventuelles sources d'autonomie présentes dans l'environnement (Radel et al., 2011).

I.1.D.c.5 Perception locale vs globale

Un autre processus attentionnel lié à la motivation d'évitement a été mis en évidence à la fin des années cinquante par Easterbrook (Easterbrook, 1959). L'auteur a émis l'hypothèse selon laquelle l'intensité de l'état d'activation réduisait la quantité de stimuli qu'un organisme utilisait. Cette hypothèse supportée par un travail empirique conséquent (e.g., Derryberry & Reed, 1998 ; Friedman & Förster, 2008) suggère que la tension affective liée à la motivation d'évitement provoquerait une réduction de l'espace visuel (centration sur des détails) opposée à son élargissement (centration sur la globalité). Il a été démontré que cette modulation de l'espace visuel agissait en dehors de la conscience des individus, reflétant des processus attentionnels basiques et implicites (Koivisto, Revonsuo, & Lehtonen, 2006). Ainsi la focalisation attentionnelle pourrait être utilisée comme un indicateur implicite de la motivation d'évitement (Maier et al., 2008). Par ailleurs plusieurs lignes de recherche ont démontré que ce processus était accompagné d'une cognition rigide (Derryberry & Reed, 1998; Mikulincer, Kedem, & Paz, 1990) dont le manque de flexibilité serait gênant pour certaines tâches d'accomplissement telles que les tests de quotient intellectuel. Ces derniers nécessiteraient en effet un accès fluide et efficace à un grand nombre d'informations et d'opérations mentales (Spielberger & Vagg, 1995). A ce titre, une étude récente a montré que la dégradation de la performance intellectuelle à un test de QI de sujets placés dans un état motivationnel d'évitement était médiée par la focalisation attentionnelle (Maier et al., 2008).

Implications :

L'évaluation implicite est rapide et automatique. Elle est associée à des processus rudimentaires profondément ancrés dans le fonctionnement des organismes. L'utilisation de stimuli affectivement valencés permettrait de solliciter les processus perceptifs implicites pour placer subrepticement l'individu dans un état motivationnel particulier (Bargh, 1990), sans avoir recours aux méthodes subjectives d'induction qui peuvent présenter certains biais méthodologiques (Fulmer & Frijters, 2009) développés à la page 60 de ce document. Par ailleurs, l'existence de ces processus attentionnels basiques permettrait en partie d'expliquer l'effet débilant de la motivation d'évitement sur les fonctions exécutives (Eysenck, 1992). Ils peuvent être en outre utilisés pour évaluer objectivement l'état motivationnel d'un individu (Maier et al., 2008).

I.1.D.d Préparer l'organisme à agir

Une des fonctions de l'évaluation automatique évoquée ci-dessus serait de produire rapidement un état physiologique et somatique destiné à préparer l'organisme à produire un comportement « manifeste » adapté à son contexte. Les approches neuropsychologique et psychophysique³ permettent dans ce cadre d'appréhender les processus autonomes et somatiques associés à cette préparation (Balconi, Brambilla, & Falbo, 2009; Berntson & Cacioppo, 2008; Cain & LeDoux, 2008; Lang & Bradley, 2008).

I.1.D.d.1 Préparation à une action appétive ou défensive

Allport conceptualisait en 1935 la notion de préparation de l'organisme (Allport, 1935) comme étant « *un état mental et neural, organisé à travers l'expérience, qui exerce une influence directe et dynamique sur les réponses des individus à tous les objets et situations auxquels il est lié* ». Coombes et ses collaborateurs (Coombes, Gamble, Cauraugh, & Janelle, 2008) précisent que « *la fonction primaire des émotions est la préparation à l'action* ».

Dans le cadre de la motivation d'approche et d'évitement, un état motivationnel spécifique pourrait ainsi contribuer à une préparation à l'action singulière de comportements permettant de se rapprocher/s'éloigner d'éléments contextuels positifs/négatifs. La manipulation d'un état motivationnel précédant la réalisation d'un mouvement est en effet reconnue pour modifier les caractéristiques de celui-ci (Coombes, Cauraugh, & Janelle, 2007a). Dans une

³ Ces approches sont détaillées à la page 48 de ce document.

étude où l'évaluation des stimuli était implicite (Chen & Bargh, 1999), il a été démontré que les éléments plaisants du contexte activant le système motivationnel d'approche favorisaient les comportements d'approche (i.e., mouvements vers le corps plus rapides), tandis que des stimuli plaisants stimulant le système motivationnel d'évitement favorisaient les comportements d'évitement (i.e., mouvements d'éloignement du corps plus rapides). De nombreuses procédures expérimentales reposent sur ce principe (e.g., Radel et al., 2011).

Si le travail empirique évoqué ci-dessus traite des conséquences comportementales de la motivation, il est intéressant de noter que des études ont également mis en évidence l'effet que le mouvement pouvait avoir sur la motivation. Le paradigme de « flexion-extension » (Cacioppo, Priester, & Berntson, 1993) propose ainsi que les mouvements de flexion activeraient le système motivationnel d'approche tandis que les mouvements d'extension activeraient le système motivationnel d'évitement. Dans la perspective de mouvements latéralisés, il a été montré que pour un sujet droitier, la réalisation de contractions musculaires du côté gauche (Schiff & Bassel, 1996) activerait le système motivationnel d'évitement tandis que celles réalisées du côté droit activeraient le système motivationnel d'approche. Ces deux approches ont été intégrées conceptuellement et empiriquement dans le modèle de la congruence motrice (Cretenet & Dru, 2004 ; Cretenet & Dru, 2009; Dru & Cretenet, 2008).

Implications :

Cette section a tenté d'illustrer le concept de préparation à l'action et son lien avec l'évaluation implicite des stimuli. Deux expérimentations (n°2 et n°4) de ce travail doctoral ont étudié ce lien. Nos protocoles expérimentaux ayant eu recours à un stimulus menaçant implicite (i.e., la couleur rouge), nous allons maintenant nous centrer sur le cas particulier des mécanismes défensifs de la préparation à l'action.

I.1.D.d.2 Les réponses basiques de défense

Un exemple

Cain et Ledoux ont imaginé le scénario suivant (Cain & LeDoux, 2008): un enfant joue dans un parc sous la surveillance de sa mère. Un chien pénètre brusquement dans le parc. Tout d'abord, l'enfant se fige dans son élan, mais après quelques secondes il court derrière sa mère pour se réfugier.

«Combat, fuite, paralysie »

Comment expliquer ce comportement ? D'un point de vue neurobiologique, les émotions et motivations partagent des bases neurales communes. Elles sont le résultat d'un traitement cérébral des informations permettant aux organismes de résoudre des problèmes basiques de façon à s'adapter pour survivre (Cain & LeDoux, 2008; Lang & Bradley, 2008). Selon Masterson et Crawford les réactions défensives des animaux et des humains partagent une typologie commune lorsque ces derniers sont confrontés à des stimuli menaçants (Masterson & Crawford, 1982). Les auteurs distinguent le combat, la fuite, et l'immobilisation (i.e., paralysie). Ces réponses sont en partie celles adoptées par le petit garçon de notre exemple. Elles sont révélatrices de l'activation du système d'évitement/défense.

Distance de la Menace

Les réponses défensives sont actives (combat, fuite) ou passives (i.e., immobilisation). En effet, un certain nombre de théories animales et humaines précisent que la nature des réponses défensives est conditionnée par la distance réelle ou imaginaire (McNaughton & Corr, 2004) qui sépare l'individu (Mobbs et al., 2009) ou l'animal (Fanselow, 1994) du danger. Selon ces théories, si la menace est imminente (i.e., peur), l'organisme se préparera à fuir ou à combattre (i.e., potentialisation des ressources motrices disponibles). Si la menace est distante (i.e., anxiété anticipatrice), l'organisme se figera (i.e., inhibition motrice) de façon à concentrer ses ressources sur les processus attentionnels sollicités par l'état de vigilance.

Analyse des réponses défensives

Pour comprendre ces mécanismes, nous aurions pu dans notre exemple interroger l'enfant sur ses sentiments durant cette expérience. Il aurait certainement répondu qu'il avait été effrayé par l'arrivée soudaine du chien et qu'il avait couru pour éviter d'être mordu. Il est cependant parfois difficile d'étudier les mécanismes neuronaux impliqués dans ce que ressent l'individu et dans ce qu'il se prépare à faire et fait (Cain & LeDoux, 2008). Par ailleurs les réponses défensives sont associées à des modifications neurobiologiques et psychophysiologiques singulières (Carrette, Albert, Lopez-Martin, & Tapia, 2009). Ainsi, les méthodes neuropsychologique et psychophysiologique seraient des outils d'investigation forts utiles (Fulmer & Frijters, 2009) pour appréhender les mécanismes sous-jacents aux conduites motivées telles que celles suggérées dans le scénario ci-dessus. Les méthodes

psychophysiologiques retenues dans le cadre de ce travail doctoral seront détaillées ultérieurement.

Implications

Les réactions émotionnelles à des stimuli menaçants peuvent être interprétées comme les manifestations phylogénétiques basiques d'un système commun de défense des mammifères que certains auteurs nomment le cerveau négatif (Carretie et al., 2009). Dans ce cadre, les comportements de défense peuvent être interprétés (comme nous avons essayé de le faire dans cette thèse) sur la base d'indices biologiques. Ces marqueurs se manifesteraient lors de la perception des stimuli menaçants dans l'environnement, ou lors de la préparation et de la réalisation des comportements appropriés. En d'autres termes, l'approche psychophysiologique nous a permis de mettre en évidence les processus rudimentaires autonomes et somatiques d'évitement impliqués lorsqu'un organisme se prépare à agir après avoir perçu un stimulus menaçant.

I.1.D.d.3 Des réponses variées, une interprétation complexe

L'étude des comportements est cependant rendue difficile par le nombre étendu de manifestations physiologiques possibles d'un même système motivationnel en réponse à des stimuli affectifs (Lang, 1995). Ces différentes manifestations (nommées par l'auteur « tactiques ») sont très largement déterminées par l'environnement dans lequel l'état émotionnel s'exprime, qu'il fasse appel au système d'approche ou de défense (regroupés par l'auteur sous le terme de « stratégie »). Une étude empirique (Iwata & LeDoux, 1988) a par exemple montré qu'un rat soumis à un stimulus aversif, avait une baisse de sa fréquence cardiaque s'il était confiné dans sa cage, alors que cette dernière augmentait si le rat était libre de ses mouvements. Ces deux tactiques opposées, liées pourtant à un même système stratégique de défense, illustrent à plus grande échelle la complexité des comparaisons (Lang & Bradley, 2008).

Selon Bradley, les études menées en laboratoire devraient donc être conçues de façon à contrôler avec précaution le contexte dans lequel les stimuli affectifs sont induits (Bradley, 2000). Un nombre conséquent d'études utilisent dans ce but des tâches de visualisation d'images affectivement valencées (e.g., Lang & Bradley, 2008; Ruiz-Padial, Mata, Rodríguez, Fernández, & Vila, 2005). Ainsi, les réactions observées dans ces protocoles

peuvent être liées au stimulus affectif. Son caractère appétitif ou aversif est alors indexé sur les mesures des activités cérébrale, somatique et autonome (Lang & Bradley, 2008).

Implications

En accord avec ces considérations et le paradigme des images affectivement valencées, les protocoles expérimentaux de cette thèse ont été construits en contrôlant la manipulation expérimentale des stimuli, selon des procédures d'induction validées détaillées ultérieurement dans ce document.

I.1.E Le rôle de la personnalité

La plupart des études conceptualisent et étudient la motivation d'approche et d'évitement en terme d'« *état* » et focalisent sur la variété des processus situationnels, biologiques et sociaux qui influencent ces états motivationnels (Larsen & Augustine, 2008). Cependant, la motivation peut aussi être conceptualisée en termes de « *traits* », ces tendances ou tempéraments, qui poussent un individu à préférentiellement s'engager dans des dynamiques d'approche ou d'évitement (Larsen & Augustine, 2008). L'importance des différences individuelles a été mise en évidence dans le champ de la motivation d'approche et d'évitement (Tamir & Diener, 2008). Elles peuvent compléter l'analyse des processus motivationnels.

I.1.E.a L'étude des traits de personnalité

Les traits (ou tempéraments) sont des construits psychologiques permettant l'étude des différences de personnalité observées lors des régulations émotionnelles, attentionnelles et motrices (Rothbart & Derryberry, 1981). Les caractéristiques des traits semblent émerger précocement dans l'enfance et présenter une relative stabilité temporelle (Bates, 1987; Goldsmith & Lemery-Chalfant, 2008). Bien que les traits soient enracinés dans la constitution de l'individu, une vision dynamique de ces derniers postule qu'ils peuvent être influencés par la maturation, et dans une certaine mesure, par l'expérience (Henderson & Wachs, 2007).

Dans cette perspective différentielle, les études animales sont utiles pour appréhender les dimensions basiques de la personnalité (pour une revue, voir Jones & Gosling, 2008). Les auteurs précisent que cette approche apporte les preuves phylogénétiques des différences individuelles d'approche et d'évitement. Les études animales permettent en outre la réalisation d'études qui seraient difficiles voire impossibles chez l'être humain (Jones &

Gosling, 2008). Elles autorisent en effet un contrôle expérimental accru, davantage de possibilités de mesures physiologiques, plus d'opportunités naturalistes et phylogénétiques, et un vieillissement plus rapide des sujets pour les études longitudinales. Dans le cadre de ce travail, nous avons utilisé certaines conclusions issues de cette approche pour interpréter nos résultats.

Chez l'être humain ces variables sont classiquement mesurées à l'aide de questionnaires qui évaluent des caractéristiques stables de la personnalité. C'est par exemple le cas des questionnaires du trait d'anxiété (Spielberger, 1983) et des tempéraments d'approche et d'évitement (Elliot & Thrash, 2010). Ainsi les traits sont les dispositions d'un individu à adopter préférentiellement un comportement, des pensées ou des sentiments singuliers, en étant peu affectés par les caractéristiques de la situation dans laquelle il se trouve (Stemmler & Wacker, 2010). Plus particulièrement, les traits influencent les niveaux de base et les modifications des états motivationnels d'approche et d'évitement (Larsen & Ketelaar, 1991). Les « états » sont quant à eux des manifestations transitoires des systèmes motivationnels liées à la fois aux traits comme cela vient d'être dit, mais également à la situation dans laquelle se trouve le sujet (Stemmler & Wacker, 2010). Ce sont les activations psychologiques et biologiques momentanées qui sont associées au choix ou à la planification des comportements, des pensées et sentiments (Stemmler, Aue, & Wacker, 2007).

1.1.E.b Tempérament d'approche et d'évitement : une structure de base de la personnalité

Pour décrire les dimensions fondamentales de la personnalité pouvant différencier les individus (Allport & Odbert, 1936), les chercheurs ont développé un grand nombre de taxinomies de traits, dans le champ des émotions (Watson, Wiese, Vaidya, & Tellegen, 1999), de la personnalité (Eysenck, 1967), de la régulation du soi (Carver & Scheier, 1990) et de la motivation (Elliot, 1999; Gray, 1987). Depuis une dizaine d'années une théorie émergente de la personnalité cherche à lier conceptuellement et empiriquement ces différentes taxinomies autour de la distinction approche/évitement (Elliot & Thrash, 2002; Elliot & Thrash, 2010; Gable, Reis, & Elliot, 2000; Gable, Reis, & Elliot, 2003). L'ensemble de ces études a convergé sur l'existence de deux systèmes de régulation indépendants, les tempéraments d'approche et d'évitement, qui seraient les dispositions de base sur lesquelles reposeraient toutes les autres (Elliot & Thrash, 2010). Par exemple les traits d'extraversion et de névrosisme (Eysenck, 1967) seraient sous-jacents respectivement aux traits motivationnels

d'approche et d'évitement (Elliot & Thrash, 2002). Plus généralement, ces liens peuvent s'étendre au bien-être (Elliot & Thrash, 2010). En effet, il a été montré que les individus qui poursuivent habituellement des buts d'approche reportent des niveaux de bien-être supérieurs à ceux qui poursuivent classiquement des buts d'évitement (Tamir & Diener, 2008).

Les mesures utilisées classiquement pour rendre compte des dispositions motivationnelles (i.e., extraversion-névrosisme, affects positifs-négatifs, BIS-BAS) partageraient une variance commune (Elliot & Thrash, 2002). Cette variance partagée a été interprétée par les auteurs en termes de motivation d'approche et d'évitement. C'est en partie sur la base du constat de ce chevauchement empirique et conceptuel, qu'un instrument de mesure des tempéraments d'approche et d'évitement a été récemment conçu et validé par Elliot et Thrash (2010). Cet outil est actuellement le seul à offrir une mesure des tempéraments.

Ainsi, Elliot et Thrash (2010) définissent le « tempérament d'approche » comme étant « une (1) sensibilité neurobiologique générale à des stimuli (réels ou imaginaires) positifs (i.e., récompense) qui est accompagnée (2) d'une vigilance perceptuelle pour, (3) d'une réactivité affective à, (4) et une prédisposition comportementale envers de tels stimuli ». Le « tempérament d'évitement » est défini à contrario comme étant « une (1) sensibilité neurobiologique générale à des stimuli (réels ou imaginaires) négatifs (i.e., punition) qui est accompagnée (2) d'une vigilance perceptuelle pour, (3) d'une réactivité affective à, (4) et une prédisposition comportementale envers de tels stimuli ». En cohérence avec cette définition, les aspects neurobiologiques, attentionnels, liés à la réactivité affective et à la prédisposition comportementale vont être développés.

1.1.E.c Les différences individuelles (1) neurobiologiques

Les tempéraments d'approche et d'évitement reposeraient sur deux systèmes neuronaux distincts (Elliot & Thrash, 2010) déjà évoqués dans ce document. Les tempéraments se différencieraient alors selon l'état habituel des manifestations neurobiologiques, autonomes et somatiques du système auquel ils sont liés (Fox & Reeb, 2008).

En effet, les marqueurs biologiques des systèmes motivationnels, à l'image de l'asymétrie frontale de l'électro-encéphalogramme (EEG), sont considérés comme étant une mesure des traits (Tomarken, Davidson, Wheeler, & Doss, 1992) et des états motivationnels (Davidson, Ekman, Saron, Senulis, & Friesen, 1990). Ainsi, lorsqu'un individu effectue un EEG, son état émotionnel habituel (i.e., trait) peut influencer les mesures de base au repos et par la suite la

mesure de son état pendant la manipulation expérimentale. Les mesures de bases peuvent ainsi refléter les « penchants » motivationnels des individus, tandis que les variations de cette mesure reflèteront plutôt la régulation motivationnelle de ces derniers (Fox & Reeb, 2008).

1.1.E.d Les différences individuelles de (2) vigilance perceptuelle

I.1.E.d.1 Vigilance et système attentionnel

La vigilance est décrite par certains auteurs comme étant l'un des effets attentionnels de la motivation (Derryberry & Reed, 2008). La modélisation de Posner et Raichle (1994) permet d'appréhender les structures impliquées dans ce processus. Leur modèle repose sur l'interaction de trois réseaux neuronaux impliqués dans les effets attentionnels liés aux stimuli affectivement valencés. Le premier est le système noradrénergique de « vigilance » qui permet de maintenir l'individu en alerte mais aussi de favoriser le stockage d'informations importantes dans la mémoire. Le second est le système « attentionnel postérieur » basé sur un réseau limbico-cortical impliqué dans l'orientation sélective de l'attention (i.e., focaliser sur un stimulus ou se désengager de ce dernier). Le troisième est le système « attentionnel antérieur » qui est un système cortical de contrôle volontaire du système attentionnel postérieur.

I.1.E.d.2 Evaluation automatique et personnalité

La définition des tempéraments d'approche et d'évitement ci-dessus évoque explicitement le lien de ces traits motivationnels avec la « vigilance perceptuelle ». Un nombre conséquent d'études a en effet montré que les individus perçoivent, mémorisent et utilisent les stimuli de l'environnement de manière conforme à leurs traits de personnalité sous-jacents (Bargh, Lombardi, & Higgins, 1988; Bargh & Pratto, 1986). Les individus semblent évaluer automatiquement des stimuli comme positifs ou négatifs au-delà du contexte, en leur accordant une valence « générale ». L'évaluation automatique révèle alors une préférence ou une aversion « chronique » des individus vis-à-vis de ces stimuli (Chen & Bargh, 1999). Dès lors, les caractéristiques de l'évaluation automatique peuvent être les conséquences des penchants motivationnels des sujets au regard de stimuli affectivement valencés. Les biais attentionnels recouvrent dans ce cadre conceptuel la modulation par la personnalité de la vigilance et de l'orientation de l'attention envers des stimuli affectivement valencés (Derryberry & Reed, 2008).

I.1.E.d.3 Les biais attentionnels

Il a été montré que la motivation d'approche (i.e., système d'activation comportementale - BAS), et la motivation d'évitement (i.e., système d'inhibition comportementale – BIS) ou l'anxiété, sont à l'origine d'une vigilance et d'une orientation de l'attention respectivement en faveur de stimuli d'approche et d'évitement (pour une revue, voir Bar-Haim, Lamy, Lee, Bakermans-Kranenburg, & van Ijzendoorn, 2007; Bardel & Colombel, 2009; Derryberry & Reed, 2008).

Un stimulus menaçant ayant été utilisé dans les protocoles expérimentaux de ce travail doctoral (i.e., la couleur rouge), nous allons préciser les biais attentionnels liés à une sensibilité d'évitement élevée. Bardel et Colombel (2009) précisent à ce sujet que « les anxieux, identifiant plus rapidement et plus facilement les indices mineurs de menace, percevraient de ce fait le monde comme un environnement (...) aversif »(page 411). Dennis et Chen (2007) ajoutent que ces biais attentionnels négatifs peuvent être adaptatifs en permettant le traitement précoce d'une menace, mais également délétères pour la performance mesurée lors de tâches attentionnelles, en appauvrissant les ressources attentionnelles disponibles (Bishop, Duncan, Brett, & Lawrence, 2004). En effet les sujets sensibles à l'évitement démontrent une hyper-vigilance envers les stimuli aversifs (Eldar, Yankelevitch, Lamy, & Bar-Haim, 2010) tout en ayant du mal à désengager leur attention de ces derniers (Bardel & Colombel, 2009; Derryberry & Reed, 2008). Ces processus pourraient être responsables d'une baisse de l'efficacité cognitive. La théorie du contrôle attentionnel (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007) postule à ce sujet que des individus sensibles à l'évitement qui seraient exposés à un stimulus menaçant et/ou soumis à une charge cognitive intense, démontreraient une diminution de l'efficacité cognitive. Ils auraient une plus grande susceptibilité d'être distraits de la tâche qu'ils effectuent du fait de leurs biais attentionnels négatifs, au point de ne pouvoir la réaliser correctement (Derryberry & Reed, 1994). Plusieurs études ont supporté cette conclusion à l'aide de paradigmes basés sur des tâches mobilisant la mémoire de travail (Daleiden, 1998; Hopko, Hunt, & Armento, 2005).

Par ailleurs, certaines études utilisant notamment le paradigme des détections de sondes ont montré que la préférence attentionnelle initialement observée envers les stimuli menaçants chez les individus très anxieux, pouvait être suivie d'une redirection de l'attention à l'écart de ces stimuli (Chen, Ehlers, Clark, & Mansell, 2002; Mogg & Bradley, 1998; Moukheiber et al., 2010; Pflugshaupt et al., 2007; Putman, 2011). Selon Bardel et Colombel (2009), ce biais

d'évitement de la menace consécutif à l'hyper-vigilance à des stimuli menaçants (i.e., vigilance – évitement) semble être lié à une stratégie de protection. Cette dernière serait mise en œuvre par les individus très anxieux pour tenter de réduire les conséquences négatives de l'exposition à des stimuli menaçants.

1.1.E.e Les différences individuelles de (3) réactivité affective

La réactivité affective (i.e., la régulation émotionnelle) permet à l'individu d'ajuster ses comportements en fonction des demandes de la situation (Frijda, 1988). Comme le suggère la définition des tempéraments ci-dessus, les traits de personnalité influencent la flexibilité requise pour mettre en œuvre une régulation émotionnelle appropriée à la situation (Thayer & Lane, 2009).

Ce postulat repose sur des études ayant démontré que les tempéraments d'approche et d'évitement sont liés respectivement à des dispositions affectives positives et négatives, (Elliot & Thrash, 2002, 2010). Ainsi, les individus organisés selon un trait de névrosisme lié au tempérament d'évitement réagissent avec des émotions négatives telles que, l'anxiété, la colère, la frustration ou le dégoût (Larsen & Augustine, 2008). A contrario, les individus ayant un trait d'extraversion élevé lié au tempérament d'approche démontrent habituellement des émotions positives telles que l'enthousiasme, l'intérêt, le plaisir, et le soulagement (Larsen & Augustine, 2008). Selon les auteurs, ces derniers individus auraient des réactions émotionnelles globalement plus intenses. Cette différenciation de la réactivité émotionnelle est accentuée lorsque les stimuli émotionnels (i.e., positifs-négatifs) présentés aux individus sont congruents avec la valence (i.e., approche-évitement) de leurs traits de personnalité (Canli et al., 2001).

Par ailleurs, des études utilisant les mesures biologiques initiales (i.e., mesure phasique, sujet au repos) et des scores de réactivité (i.e., mesure tonique, variation de la mesure biologique initiale liée à l'activité du sujet) ont mis en évidence les processus physiologiques associés à cette réactivité affective. Par exemple, il a été montré que les personnes ayant un trait d'anxiété élevé (vs bas) présentaient des mesures phasiques de la variabilité de la fréquence cardiaque élevées (vs basses) et une régulation émotionnelle appropriée au contexte affectif induit (Miu, Heilman, & Miclea, 2009).

1.1.E.f Les différences individuelles de (4) prédisposition comportementale

La théorie du renfort de sensibilité de Gray offre une explication théorique du lien entre la personnalité et l'expérience émotionnelle (Gray, 1990). Cette théorie repose sur la distinction déjà évoquée des deux systèmes motivationnels d'approche et d'évitement qui se distinguent au niveau des mécanismes du cerveau mis en jeu lors des réponses comportementales à des stimuli valencés (Larsen & Augustine, 2008). Ainsi, le système comportemental d'approche (i.e., BAS) est responsable d'une sensibilité accrue envers les stimuli positifs, tandis que le système d'inhibition comportemental (i.e., BIS) est responsable d'une sensibilité accrue envers les stimuli négatifs. Carver et ses collaborateurs ont ensuite révisé cette théorie à l'aide d'un modèle nommé « les deux grandes dimensions de la personnalité » (Carver & Scheier, 1990; Carver & White, 1994). Les auteurs ont mis en relation les systèmes BIS/BAS avec des différences individuelles « comportementales ». Ces deux systèmes ont enfin été récemment conceptuellement et empiriquement liés respectivement aux tempéraments d'approche et d'évitement (Elliot & Thrash, 2010). En somme, les individus présenteraient des prédispositions comportementales (i.e., des tendances à se comporter d'une façon appétive ou aversive) explicitement liées à leurs tempéraments d'approche et d'évitement.

Dans ce cadre, les individus sensibles à la motivation d'évitement (i.e., scores BIS ou scores de trait d'anxiété très élevés) seraient ceux qui présentent le plus de différences individuelles au niveau des réponses défensives, un résultat bien documenté dans la littérature (Corr, 2001). Par exemple, le résultat selon lequel la potentialisation du réflexe défensif de sursaut par des stimuli aversifs est prédite par le BIS, est robuste (Cook, Hawk, Davis, & Stevenson, 1991). D'autres études ont étendu ces résultats aux fonctions exécutives (e.g., mémoire de travail), en montrant que les sujets ayant des scores BIS élevés étaient ceux qui avaient les performances cognitives mobilisant la mémoire de travail les plus faibles (Unsworth et al., 2009).

1.1.E.g Implications

Il semble important de tenir compte des traits de personnalité car dans une même situation, ces derniers peuvent moduler les effets de stimuli affectifs (Stemmler & Wacker, 2010). Cette modulation est reflétée par les mesures d'indices biologiques de la motivation, tels que la variabilité de la fréquence cardiaque (Thayer & Lane, 2009), impliquant des précautions

méthodologiques lors des mesures physiologiques. Les processus sous-jacents à cette modulation seraient en partie attentionnels (Bardel & Colombel, 2009).

Le questionnaire d'Elliot et Thrash (Elliot & Thrash, 2010) a été utilisé dans le cadre de cette thèse pour étudier la modulation de l'effet d'un stimulus menaçant sur les fonctions exécutives par les tempéraments d'approche et d'évitement.

I.1.F Le rôle de l'origine culturelle

La plupart des chercheurs étudiant les comportements à travers les cultures stipulent que la culture est le modérateur d'un fonctionnement psychologique « universel » (Jahoda, 1992). D'autres insistent au contraire sur le fait que le fonctionnement psychologique est différent en fonction des cultures (van de Vijver & Leung, 1997). Les études récentes intègrent ces approches universaliste et relativiste en une seule perspective (Kitayama, 2002).

I.1.F.a Cultures individualistes et collectivistes

Dans toutes les cultures, les individus se réfèrent aux normes culturelles et notamment à celles qui définissent ce qu'est être une « bonne personne » dans le domaine des relations sociales (Norenzayan & Heine, 2005). Ainsi, les cultures peuvent être différenciées en fonction de la manière dont les individus se définissent les uns par rapport aux autres (Hamamura & Heine, 2008). On distingue les cultures « individualistes » et des cultures « collectivistes » (Triandis, 1995). Les premières, à l'instar des cultures occidentales, renforcent l'idée selon laquelle chaque individu est une entité unique et auto-suffisante dont la discrimination positive la distingue des autres (Hamamura & Heine, 2008). Les secondes, à l'instar des cultures asiatiques, renforcent à contrario l'idée selon laquelle chaque individu est intégré à un réseau social. L'enjeu majeur est de maintenir sa « face », c'est-à-dire sa place sociale en termes de respectabilité ou de soumission (Ho, 1976).

I.1.F.b Motivation d'approche et d'évitement et origine culturelle

Il a été démontré que les buts d'approche seraient plus désirés dans les cultures individualistes, tandis que les buts d'évitement le seraient davantage dans les cultures collectivistes (Diener et al., 2003). Une étude interculturelle a montré par ailleurs que cette différence d'attractivité des buts en fonction de l'origine culturelle pouvait avoir des conséquences positives sur le bien-être subjectif et physiologique (Elliot, Chirkov, Sheldon, & Kim, 2001). Ainsi, les individus des cultures individualistes adopteraient préférentiellement

des buts d'approche tandis que les individus des cultures collectivistes privilégieraient les buts d'évitement (Tamir & Diener, 2008). Ce penchant culturel vis-à-vis d'un type de motivation pourrait avoir des implications cognitives, par exemple en influençant la sensibilité qu'ont les individus vis-à-vis d'informations affectivement valencées. Hamamura et ses collaborateurs ont testé cette hypothèse dans leur étude dont les résultats ont montré que des individus asiatiques mémorisaient davantage des informations d'évitement, comparativement à des individus d'Amérique du nord qui renaient davantage des informations d'approche (Hamamura, Meijer, Heine, Kamaya, & Hori, 2009).

1.1.F.c Origine culturelle, et tâche d'approche vs évitement

L'ensemble de ces considérations a conduit des chercheurs à explorer les différences culturelles potentielles en fonction de la nature (i.e., approche vs évitement) de la tâche à effectuer. Dans une de leurs expérimentations, Hamamura et Heine (2008) ont montré que des étudiants asiatiques réussissaient mieux une tâche de puzzle lorsque chaque mauvaise réponse était sanctionnée (i.e., tâche d'évitement) alors que des étudiants canadiens réussissaient mieux cette tâche lorsque chaque bonne réponse était récompensée (i.e., tâche d'approche). Ces résultats montrent que la motivation d'évitement pourrait se révéler bénéfique dans les cultures collectivistes.

1.1.F.d Implications

La préférence des asiatiques pour la motivation d'évitement que nous cherchons (nous occidentaux) à éviter peut paraître surprenante. Un individu occidental va préférentiellement essayer de « gagner » tandis qu'un individu asiatique va essayer de « ne pas perdre ». Les divergences de définitions de ce qu'est une bonne personne culturellement reconnue, semblent expliquer les différences culturelles de régulation. Ainsi, la motivation d'évitement n'aurait pas les mêmes conséquences négatives en terme de performance ou de santé chez les asiatiques comparativement aux occidentaux.

Ces considérations méritent une attention particulière dans les recherches interculturelles effectuées dans le domaine de la motivation d'évitement. Par exemple, un stimulus évoquant un état d'évitement dans la culture occidentale, évoque-t-il le même état dans la culture asiatique ? Ce même stimulus peut-il avoir des conséquences comportementales opposées en fonction de la culture d'origine des sujets ? Malgré les éléments évoqués dans ce chapitre

mettant l'accent sur la modulation des processus motivationnels par la culture, à notre connaissance, ces questions n'ont pas encore été investiguées.

I.2 Modèle psychologique de la couleur et hypothèses générales

L'étude contextuelle de la motivation d'approche et d'évitement abordée ci-dessus a permis de mettre l'accent sur l'importance de la perception de stimuli affectivement valencés dans la régulation des comportements en situation d'accomplissement.

Dans ce cadre, la couleur est une expérience perceptuelle omniprésente dans l'environnement, qui, au-delà de sa valeur esthétique, revêt d'importantes significations (Valdez & Mehrabian, 1994). Pourtant, Elliot et ses collaborateurs (2007) ont récemment noté le manque d'informations scientifiques relatives à l'effet de la couleur sur les affects, la cognition et les comportements. Selon les auteurs, l'incohérence des résultats disponibles vient principalement d'un manque d'analyse théorique et de méthodes d'induction des couleurs peu fiables. Elliot et ses collaborateurs ont ainsi revisité et refondé ce travail empirique et conceptuel pour proposer un « *modèle de l'effet de la couleur sur le fonctionnement psychologique* ». Nous nommerons ce modèle le *paradigme des couleurs*.

I.2.A Les bases du paradigme des couleurs

I.2.A.a Des études antérieures éparses

La grande majorité des études précédant le paradigme des couleurs avaient une visée pragmatique, cherchant à trouver quelles couleurs pouvaient influencer des comportements liés notamment à la productivité et à la santé (Elliot & Maier, 2007). Selon les auteurs, ces études antérieures appliquées décrivaient des effets des couleurs vagues et parfois contradictoires (Frank & Gilovich, 1988), sans expliquer ces effets à l'aide de théories explicatives du fonctionnement psychologique. Une partie de ces études se basaient ainsi sur le postulat de Goldstein (Goldstein, 1942) selon lequel les couleurs rouge et jaune étaient excitantes et les couleurs verte et bleue étaient apaisantes, au regard de leur longueur d'onde. D'autres études justifiaient les effets des couleurs sur la base des différentes significations qui pouvaient leur être associées, une couleur déclenchant des réactions psychologiques cohérentes avec ces associations (Soldat, Sinclair, & Mark, 1997). Enfin, des méthodes de présentation des couleurs explicites et peu rigoureuses auraient contribué à limiter la

comparaison et la portée des conclusions de ces études (cf. partie II.5 traitant de ces biais méthodologiques). C'est sur ces bases qu'Elliot et ses collaborateurs ont entrepris la révision du modèle psychologique des couleurs, décrite ci-dessous et dans la partie méthodologique de ce document.

1.2.A.b Postulats du paradigme des couleurs

Ainsi, la couleur véhicule des significations et peut communiquer ces dernières, mais l'étude des processus associés à cette propriété originale demeure équivoque dans la littérature. Elliot et ses collaborateurs (2007) ont fondé leur modèle théorique de façon à étudier rigoureusement cette propriété, sur la base de trois postulats :

- La signification des couleurs est basée en premier lieu sur les penchants biologiques phylogénétiques prédisposant les individus (et les animaux) à répondre d'une certaine façon à certaines couleurs dans certaines situations, et ce, dans une perspective d'adaptation.
- Ces significations «basiques» sont renforcées ou modulées par les associations apprises lors des interactions de l'individu avec son environnement. Ainsi, les significations des couleurs et leurs effets sont contextuels, une même couleur pouvant avoir différentes significations en fonction du contexte.
- La simple perception de la couleur suscite des processus d'évaluation automatiques et rudimentaires de sa valence, qui produisent des comportements motivés : les couleurs qui véhiculent des significations positives produisent des comportements d'approche, tandis que les couleurs qui ont des significations négatives sont la cause de comportements d'évitement. Ainsi, la couleur exerce son influence sur le fonctionnement psychologique de façon implicite (terme défini dans la partie théorique de ce document à la page 18). En effet l'ensemble du processus, de l'évaluation du stimulus coloré jusqu'à l'activation et la production de la réponse comportementale associée, se déroule sans que le sujet n'en ait conscience.

1.2.B Le rôle du contexte dans le paradigme des couleurs

Les travaux d'Elliot et de ses collaborateurs se sont centrés sur l'effet de la couleur. La majorité de leurs études ont porté sur des situations d'accomplissement (Elliot & Aarts, 2011; Elliot, Maier, Binser, Friedman, & Pekrun, 2009; Elliot et al., 2007; Elliot, Payen,

Brisswalter, Cury, & Thayer, 2011; Lichtenfeld et al., 2009; Maier et al., 2008; Moller et al., 2009; Payen et al., 2011). Deux études ont focalisé sur l'effet de la couleur dans les relations de séduction (Elliot et al., 2010; Elliot & Niesta, 2008) et une étude enfin, sur la préférence infantile des couleurs en fonction de la valence du contexte (Maier et al., 2009).

1.2.B.a Signification des couleurs : associations apprises

Depuis leur plus tendre enfance les individus rencontrent des associations implicites et explicites entre les couleurs et des messages particuliers, des concepts, des expériences ou des situations particulières. Avec la répétition, ces associations sont supposées devenir de plus en plus intégrées, si bien que la simple perception d'une couleur dans une situation particulière active ce à quoi elle a été associée, et influence ainsi les sentiments, les cognitions et les comportements (modèle conceptuel général d'activation par les stimuli, Baldwin & Meunier, 1999).

1.2.B.b Signification de la couleur rouge

1.2.B.b.1 Dans un contexte d'accomplissement

Chez les êtres humains le rouge est associé au danger, à la menace (Elliot et al., 2007). Cette association est apprise dans différents domaines où l'apprentissage social est saillant (Elliot & Maier, 2007; Moller et al., 2009). A l'école, le rouge est la couleur largement utilisée par les professeurs pour notifier les erreurs. Dans le langage courant le mot « rouge » est souvent associé à des situations négatives (e.g., « être dans le rouge »). Dans le domaine de la signalisation, la couleur rouge est par exemple utilisée sur les panneaux triangulaires indiquant un danger. Compte tenu de ce lien entre le rouge et le danger, des études récentes ont montré que cette couleur déclenche une motivation et des comportements d'évitement en contexte d'accomplissement.

1.2.B.b.2 Dans un contexte de séduction

Il a été montré que la couleur rouge pouvait être associée à la motivation d'approche dans des contextes de séduction. Les femmes (Elliot et al., 2010) et les hommes (Elliot & Niesta, 2008) trouvent plus désirables des individus du sexe opposé portant des habits de couleur rouge, ou dont la photo est présentée sur un fond rouge. Selon les auteurs, la couleur rouge serait souvent utilisée par les humains pour séduire (e.g., rouge à lèvres).

I.2.B.b.3 Des processus phylogénétiques

Les études animales peuvent nous éclairer sur les bases phylogénétiques de la motivation (Jones & Gosling, 2008), et plus particulièrement sur celles de la catégorisation de la couleur rouge comme étant un stimulus menaçant.

I.2.B.b.3.i Rouge et opposants

Chez les primates le rouge est associé au danger, à la menace lors des phases de confrontations. Par exemple les mandrills ont leur nez brillamment coloré en rouge ce qui signale à un adversaire une prédisposition à l'affrontement (Setchell & Wickings, 2005), donc un danger potentiel. L'évocation de la menace par la couleur rouge a été étudiée au sein d'autres espèces (Anderson, Christoff, Panitz, De Rosa, & Gabrieli, 2003; Gerald, 2003). Par exemple, une étude portant sur un passereau endémique d'Australie, le Diamant de Gould, s'est spécifiquement attachée à montrer que la couleur rouge était un signal d'agression et d'intimidation inné (Pryke, 2009). De la même façon la présence de rouge sur le visage d'un humain peut évoquer l'agressivité ou la colère (Changizi, 2009; Drummond, 1997). Ces exemples illustrent le fait que l'association entre la couleur rouge et la motivation d'évitement pourrait aussi avoir une origine biologique.

I.2.B.b.3.ii Rouge et attractivité

Chez beaucoup de mammifères, il a été démontré que la femelle durant sa période de fécondité, affiche des teintes rouges, très probablement pour attirer les mâles (Setchell, Wickings, & Knapp, 2006). La couleur rouge serait ainsi associée à la motivation d'approche dans les contextes liés à la reproduction. Cette association présente chez les mammifères suggère que l'association entre la couleur rouge et l'attractivité sexuelle chez l'être humain (Elliot et al., 2010; Elliot & Niesta, 2008) pourrait également avoir des bases phylogénétiques.

I.2.B.b.4 Des processus précoces

Une étude a porté sur l'attirance spontanée qu'ont les enfants de 12 mois pour des objets en fonction de leurs couleurs (Maier et al., 2009). Il a été démontré que les enfants choisissent préférentiellement des objets de couleur rouge dans un contexte d'approche (i.e., après avoir vu un visage souriant) mais qu'ils les délaissent dans un contexte d'évitement (i.e., après

avoir vu un visage mécontent). Ces résultats suggèrent que les significations liées à la couleur rouge sont présentes précocement dans le développement des individus.

I.2.B.b.5 Implications

Considérés ensembles, ces résultats étayent l'idée selon laquelle les associations véhiculées par la couleur rouge dépendent du contexte. Le rouge évoquerait chez certaines espèces animales et chez l'homme, une menace en contexte d'accomplissement et le désir en contexte de séduction. Ce lien serait d'une part fondé sur une origine phylogénétique, et d'autre part renforcé et généralisé par l'apprentissage social (Maier, et al., 2009).

I.2.B.c Des processus implicites

Dès qu'une association entre une couleur et une situation est intégrée, la couleur est supposée agir de façon implicite et automatique sur le fonctionnement psychologique (modèle d'auto-motivation, Bargh, 1990). En effet la couleur est traitée précocement, rapidement et automatiquement par le système perceptif (Gegenfurtner & Kiper, 2003) qui produit alors des réponses d'approche et d'évitement adaptatives fondamentales, en dehors de la conscience ou de l'intention des individus (Elliot et al., 2009).

I.2.B.c.1 La spécificité des stimuli colorés

Chaque « objet » que l'individu rencontre au quotidien contient des informations issues de sa couleur (Elliot et al., 2009). Selon les auteurs, la couleur est la caractéristique distale du stimulus tandis que l'objet lui-même en est la caractéristique focale : un individu focaliserait davantage sur l'objet que sur sa couleur. L'effet de la couleur agirait ainsi de façon plus subtile que la plupart des stimuli utilisés dans la littérature (Elliot et al., 2009). Cette propriété originale est renforcée par la faible durée de présentation du rouge (i.e., quelques secondes) nécessaire pour produire des effets. Les auteurs insistent sur le caractère minimaliste des stimuli colorés, en ajoutant qu'il n'est ainsi pas nécessaire comme dans la plupart des études, de présenter le stimulus affectif de multiples fois (par séries ou blocs).

Cette spécificité des stimuli colorés et de la couleur rouge en particulier, met en évidence la force des significations associées à la couleur rouge, et l'intérêt de son usage dans l'étude des comportements. L'effet de la couleur rouge repose ainsi davantage sur sa signification que sur ses propriétés physiques telle que la longueur d'onde (Goldstein, 1942). C'est ce qui a été démontré par Lichtenfeld et ses collaborateurs (2009) dans une étude où la simple évocation

du mot « rouge » produisait dans un contexte d'accomplissement une dégradation de la performance intellectuelle, au même titre que des supports colorés. L'extraction de la valence des stimuli lexicaux (Zajonc, 1980) est en effet à l'instar de l'extraction de la teinte des stimuli colorés (Gegenfurtner & Kiper, 2003) précoce et automatique. Ce résultat suggère que la teinte de la couleur et la signification qui lui est associée puissent agir de façon subtile et automatique. Cela a été confirmé notamment par une étude de Moller et ses collaborateurs (2009) utilisant un test d'association basé sur des mesures de temps réaction.

I.2.B.c.2 L'évaluation du caractère implicite des stimuli colorés

L'influence des couleurs agit donc en dehors de l'intention des individus. Ces derniers n'auraient pas conscience que la couleur rouge ait activé un état motivationnel particulier dont l'effet serait expérimentalement mesuré (De Houwer & Moors, 2007). Cela est vérifié dans l'ensemble des études d'Elliot et de ses collaborateurs, à l'aide de mesures auto-rapportées (e.g., humeur, activation, motivation d'évitement, compétence perçue) n'ayant jamais été liées à la perception de la couleur. A la fin de chaque expérience, il est également vérifié que les participants n'aient pas eu conscience du but de l'expérience. D'autres procédures permettent de rendre compte des processus implicites impliqués dans le paradigme des couleurs, nous allons les détailler.

I.2.B.c.3 Mesures objectives de la motivation d'évitement induite implicitement par la couleur rouge

Le fait que l'effet du rouge repose sur des processus implicites dont l'utilisation de mesures auto-rapportées ne rendait pas compte, a conduit les auteurs à utiliser des mesures comportementales, neuropsychologiques et psychophysiologiques de la motivation d'évitement.

Les conséquences comportementales de la motivation d'évitement suivantes ont permis aux auteurs de démontrer de façon « innovante » (Fulmer & Frijters, 2009) que la couleur rouge plaçait implicitement les individus dans un état motivationnel d'évitement :

- 1) *choisir une tâche facile plutôt que modérément difficile* (Elliot et al., 2007) ;
- 2) *frapper moins de fois sur la porte d'une pièce dans laquelle un test doit être effectué* (Elliot et al., 2009) ;
- 3) *éloigner son buste de l'écran sur lequel un test doit s'afficher* (Elliot et al., 2009) ;

4) *détecter plus facilement des erreurs* (Mehta & Zhu, 2009) ;

5) *focaliser son attention* (Maier et al., 2008; Mehta & Zhu, 2009) ;

6) *ne pas adopter un comportement amorcé par un stéréotype* (Smeesters & Liu, 2011).

Seuls deux marqueurs physiologiques de la motivation d'évitement ont permis aux auteurs de démontrer que la couleur rouge plaçait les individus implicitement dans un état motivationnel d'évitement :

1) *activation asymétrique de la zone corticale frontale droite* (Elliot et al., 2007) ;

2) *production de force* (Elliot & Aarts, 2011).

1.2.B.d Effets de la couleur rouge sur l'efficacité cognitive

Sur la base du cadre conceptuel de la motivation d'approche et d'évitement évoqué au début de ce document, il a été démontré que la rencontre avec un stimulus menaçant évoque un état motivationnel d'évitement poussant l'individu à éviter celui-ci. Les études menées dans des contextes d'accomplissement (Chalabaev, Major, Cury, & Sarrazin, 2009; Elliot & Harackiewicz, 1996; Hembree, 1988) indiquent par ailleurs que la motivation d'évitement dégrade la performance à un test cognitif en produisant de l'anxiété qui distrait le sujet du but de la tâche, ce dernier développant des processus de protection de soi débilissants (pour une revue, voir Elliot & Dweck, 2005).

Ainsi un certain nombre de travaux a clairement démontré que voir du rouge avant de s'engager dans un test cognitif stimulait le système de défense en provoquant un état motivationnel d'évitement, et nuisait à la performance (Elliot et al., 2007; Elliot et al., 2011; Lichtenfeld et al., 2009; Maier et al., 2008; Mehta & Zhu, 2009).

1.2.B.e Hypothèses relatives à l'étude de l'effet de la couleur rouge lors d'un test cognitif

1.2.B.e.1 Mesure de l'effet du rouge sur la mémoire

Les tâches cognitives sont les plus utilisées par Elliot et ses collaborateurs pour étudier les effets négatifs de la couleur rouge en situation d'accomplissement (Elliot et al., 2007; Lichtenfeld et al., 2009; Maier et al., 2008). Ces tâches sont des tests de quotient intellectuel (i.e., analogies, anagrammes, suites logiques de chiffres à compléter) qui sollicitent les fonctions exécutives (e.g., inhibition de la réponse dominante, flexibilité,

vigilance, selon Unsworth et al., 2009). Nous proposons dans le cadre de cette thèse de répliquer les effets négatifs du rouge sur la performance à un test, en ciblant ces derniers sur une capacité qui n'a pas encore été étudiée dans le paradigme des couleurs : la mémoire de travail (Hansen et al., 2003). Des tests de mémoire de travail ont été empruntés à la batterie d'évaluation du quotient intellectuel « *Wechsler Intelligence Test* » (3^{ème} édition, 1997 ; traduite en français en 2000). Ces tests sont très populaires pour évaluer les fonctions neuropsychologiques (Agranovich & Puente, 2007) et sont reconnus pour être sensibles à la motivation d'évitement (Fulmer & Frijters, 2009; Hopko et al., 2005; Visu-Petra, Miclea, Cheie, & Benga, 2009). Nous avons donc fait l'hypothèse que l'effet débilisant du rouge serait répliqué sur ces tests évaluant la mémoire de travail.

L'**étude empirique n°1** a permis d'étudier cette hypothèse.

I.2.B.e.2 Un marqueur physiologique autonome de l'effet du rouge en contexte d'accomplissement

La variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) est un marqueur physiologique du système nerveux autonome, à la fois sensible à la mobilisation des ressources cognitives lors des tests d'intelligence (Thayer, Hansen, Saus-Rose, & Johnsen, 2009) et à l'anxiété (Friedman, 2007). A ce titre, la VFC rend compte de la stimulation du système motivationnel de défense. Le travail empirique existant dans ce domaine a utilisé des manipulations explicites des stimuli affectifs. Aussi, la couleur rouge, sur la base de sa manipulation expérimentale implicite, pourrait permettre d'étudier l'influence d'un stimulus implicite menaçant dans un contexte d'accomplissement sur la VFC. Nous avons fait l'hypothèse que la VFC pourrait être un marqueur physiologique de l'état motivationnel d'évitement provoqué par la couleur rouge causant une dégradation de la performance à un test cognitif.

L'**étude empirique n° 1** a permis d'étudier cette hypothèse.

I.2.B.f Effet de la couleur rouge sur la production de force

Nous avons vu que l'exposition à des stimuli affectivement valencés produisait automatiquement des comportements d'approche ou d'évitement (combat, fuite, paralysie) en activant les systèmes basiques d'approche et de défense. Le lien entre la couleur rouge et la production de force considérée comme l'énergie mise à disposition par les processus de préparation à l'action liés à l'activation du système de défense, n'a fait l'objet que d'une seule

étude (Elliot & Aarts, 2011). Les auteurs ont montré que la présentation du rouge pendant des tests de force maximale de la main améliorerait la production de force, cette dernière ayant été plus rapide et plus vigoureuse que celle mesurée dans des conditions de contrôle. La couleur rouge présentée pendant un test de force maximale évoquerait un danger imminent qui déclencherait le système basique d'évitement/défense prédisposant l'individu à produire des réactions défensives actives.

1.2.B.g Hypothèse relative à l'étude de l'effet de la couleur rouge sur la production de force maximale volontaire

Nous avons vu précédemment que les réactions défensives peuvent être actives (combat, fuite) ou passives (paralysie) et que les réactions « passives » peuvent être déclenchées si la menace est perçue comme « distante » par l'individu. Nous avons donc fait l'hypothèse selon laquelle la présentation de la couleur rouge avant la production de force (et non pas pendant celle-ci), conduirait probablement à des réponses de défense passives caractérisées par une inhibition motrice (Mobbs et al., 2009). Cette hypothèse n'ayant encore jamais été testée préciserait les liens entre le rouge et la production de force maximale.

L'étude empirique n°2 a permis d'étudier de cette hypothèse.

1.2.C Le rôle de la personnalité dans le paradigme des couleurs

Dans le cadre du paradigme des couleurs les traits de personnalité n'ont jamais été étudiés comme des modulateurs potentiels des effets contextuels de la couleur rouge sur le fonctionnement psychologique.

1.2.C.a Modulation des effets du rouge par les traits de personnalité

L'étude de la motivation d'approche et d'évitement évoquée au début de ce travail a mis l'accent sur le fait que les traits de personnalité pourraient moduler les liens entre les stimuli affectifs et les comportements qui leur sont associés (Stemmler & Wacker, 2010). Plus particulièrement, nous avons vu que les tempéraments d'approche et d'évitement ont un effet sur l'état neurobiologique de l'individu, sa vigilance perceptuelle, sa réactivité affective et ses prédispositions comportementales (Elliot & Thrash, 2010).

Une question émerge de ce constat : est-ce que l'effet débilisant du rouge en contexte d'accomplissement est modulé par les différences individuelles liées aux tempéraments d'approche et d'évitement ?

1.2.C.b Hypothèse relative à la modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments

Les biais attentionnels liés à l'évitement seraient exacerbés chez les sujets ayant un tempérament d'évitement élevé. Les processus attentionnels étant les médiateurs de l'effet débilisant du rouge sur la performance cognitive (Maier et al., 2008), nous avons donc formulé l'hypothèse principale selon laquelle les sujets ayant un tempérament d'évitement élevé, seraient plus sensibles à l'effet débilisant du rouge, et démontreraient ainsi une plus grande dégradation de leurs scores de mémoire.

L'étude empirique n°3B a permis d'étudier cette hypothèse.

L'étude de cette hypothèse a nécessité au préalable de proposer une démarche de validation en langue française du questionnaire américain d'Elliot et Thrash (2010) mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement.

L'étude empirique n°3A rend compte de cette analyse corrélacionnelle.

1.2.D L'approche interculturelle dans le paradigme des couleurs

Des études interculturelles permettraient d'étudier la généralisation à plusieurs cultures (ou non) de l'effet de la couleur rouge en contexte d'accomplissement. Cela permettrait ainsi de préciser si la signification psychologique accordée à la couleur rouge varie en fonction du contexte culturel, ou si elle est « universelle ».

1.2.D.a Etudier la généralisation interculturelle de la signification psychologique du rouge dans un contexte de séduction

L'étude d'Elliot et de ses collaborateurs (Elliot et al., 2010) a tenté de répondre à cette question dans le contexte de la séduction (cf. expérience 4). Les auteurs ont répliqué en Chine le protocole expérimental permettant de mesurer le degré d'attractivité accordé par des femmes nord-américaines à des hommes vêtus avec un polo rouge. Les femmes trouvaient les hommes habillés en rouge plus séduisants, qu'elles soient asiatiques ou occidentales. Ainsi, l'effet de la couleur rouge dans un contexte d'approche serait généralisable au-delà des cultures occidentales, ce dernier étant observé dans les cultures collectivistes et individualistes. Les recherches interculturelles sur la préférence des couleurs ont en effet montré que les individus issus de cultures différentes associaient indistinctement le rouge à

l'amour (Aslam, 2006). Ces conclusions étayent la thèse d'une construction universelle des significations accordées à la couleur en contexte appétitif.

1.2.D.b Étudier la généralisation interculturelle de la signification psychologique du rouge dans un contexte d'accomplissement

A ce jour aucune étude n'a été menée pour étudier la modulation éventuelle de la signification de la couleur en fonction de la culture en contexte d'accomplissement. Pourtant, les éléments développés dans ce document ont pointé des différences culturelles liées à la motivation d'évitement et aux significations accordées aux couleurs.

L'hypothèse d'une modulation de l'effet du rouge par la culture pourrait par exemple se décliner de la façon suivante : la couleur rouge conserverait son caractère universel aversif, et placerait les individus asiatiques dans un état motivationnel d'évitement. Or, nous avons vu dans la partie théorique qu'il existait des différences culturelles liées à l'évitement. L'état motivationnel d'évitement occasionnerait des conséquences positives en situation d'accomplissement pour les individus asiatiques, contrairement aux occidentaux. Ainsi, les conséquences de la présentation de la couleur rouge en situation d'accomplissement seraient probablement bénéfiques pour les asiatiques.

Une autre alternative nous paraît cependant plus plausible : de nombreuses études interculturelles ont montré des différences culturelles de significations accordées aux couleurs, et particulièrement pour la couleur rouge lorsque sont considérées les cultures asiatiques et occidentales (Chan & Courtney, 2001). Ces auteurs ont notamment montré que les sujets asiatiques associaient beaucoup moins le rouge au danger et au signal « stop » que les sujets occidentaux. En effet une étude interculturelle menée récemment dans le domaine de la signalisation des dangers a apporté les preuves que les sujets asiatiques ne réagissaient pas correctement aux symboles utilisés en occident (Chan, Han, Ng, & Park, 2009). Les auteurs ont expliqué ce résultat sur la base de « stéréotypes de population » à l'origine des différences de significations interculturelles accordées au rouge (page 836). Les asiatiques associeraient en effet davantage le rouge au bien-être et à la joie.

1.2.D.c Hypothèse relative à la modulation de l'effet de la couleur rouge par l'origine culturelle

La couleur rouge ne devrait pas évoquer un danger pour les individus d'origine chinoise plaçant ces derniers dans un état motivationnel d'approche. Ainsi, les conséquences de la présentation de la couleur rouge en situation d'accomplissement ne devraient pas être négatives, contrairement aux effets délétères observés pour les sujets occidentaux. Un tel résultat pourrait étayer la prépondérance de l'apprentissage social dans la signification accordée à la couleur rouge en contexte d'accomplissement.

L'étude empirique exploratoire n°4 a permis l'étude de cette hypothèse.

Choix méthodologiques

Chapitre II. Choix méthodologiques

La mise en œuvre de nos hypothèses de recherche a nécessité de faire des choix relatifs aux outils utilisés. Les outils physiologiques ont offert une contribution méthodologique majeure à notre travail et seront détaillés en premier lieu. La méthode utilisée pour réaliser une manipulation expérimentale « implicite » des couleurs sera ensuite abordée. Enfin les méthodes de sélection des participants seront discutées dans le cadre de l'étude de la modulation de l'effet de la couleur par les traits de personnalité et par l'origine culturelle.

II.1 La neuropsychologie et la psychophysiologie au service de l'étude de la motivation

La psychologie a une longue tradition, en particulier en Europe (Wilt et al., 2011), de tenter de comprendre quels sont les facteurs biologiques qui peuvent être impliqués dans les processus motivationnels (Eysenck, 1952). Les recherches animales puis humaines ont permis de lier des paramètres neuropsychologiques et psychophysiologiques aux processus motivationnels d'approche et d'évitement sous-jacents aux émotions (Jones & Gosling, 2008). Plus particulièrement chez l'être humain, il est reconnu que les émotions sont le reflet des manifestations de trois systèmes (Andreassi, 2000; Lang & Bradley, 2008) : les modifications neurologiques médiées par le système nerveux central (cf. Figure 2.), les modifications physiologiques médiées par le système nerveux périphérique (autonome et somatique) et les comportements.

Les approches neuropsychologique et psychophysiologique regroupent les méthodes relatives aux mesures des manifestations physiologiques centrales et périphériques des motivations, dont le modèle neuro-anatomique des émotions précise les principes conceptuels.

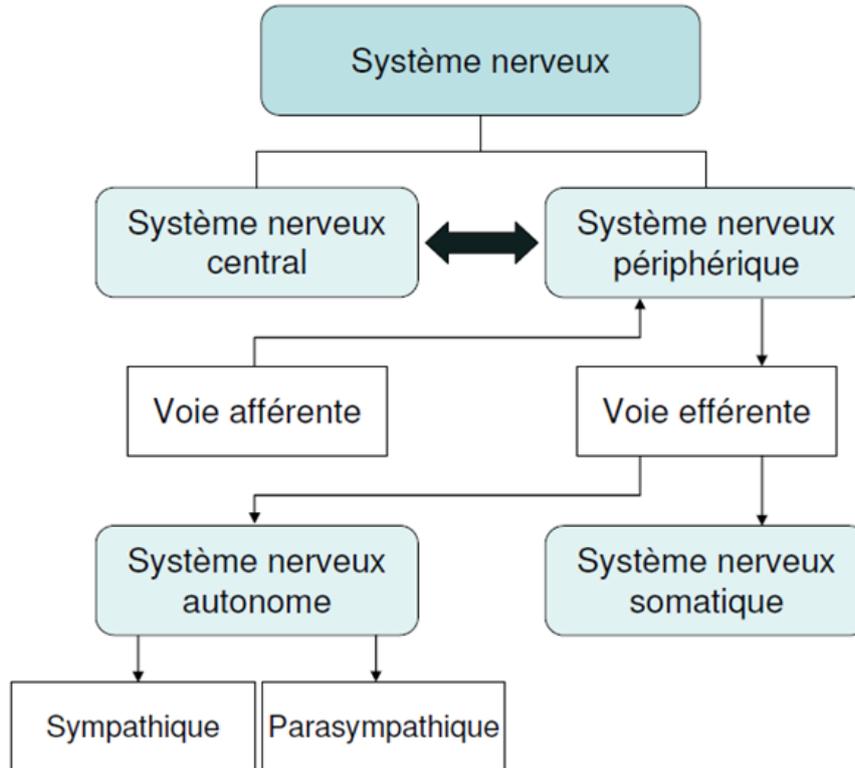


Figure 2. Schéma du système nerveux et de ses composants impliqués dans l'approche neuro-psychophysiologique

II.1.A Le modèle neuro-anatomique des émotions

Comme cela a été évoqué dans la partie théorique de ce travail, la motivation d'approche et d'évitement aurait comme base deux systèmes neuronaux intriqués : un système d'approche qui organiserait les réponses à des stimuli favorisant la survie et un système de défense qui organiserait les réponses à des stimuli menaçants (Lang & Bradley, 2008). Ces deux systèmes seraient basés sur des réponses neurales spécifiques liées aux traits et aux états motivationnels (Taylor, Welsh, Wager, Phan et al., 2004).

Les précédentes recherches animales (Jones & Gosling, 2008) et celles menées sur des patients cérébrolésés (e.g., Staub, Bruggimann, Magistretti, & Bogousslavsky, 2002), ont mis en évidence que des régions spécifiques du cerveau permettaient d'attribuer la signification émotionnelle des stimuli sensoriels (distinction approche/évitement), de les mémoriser afin de prédire ensuite les réponses à des récompenses ou à des punitions. Des hormones jouant le rôle de neurotransmetteurs permettent de favoriser la stimulation spécifique de ces circuits (Frye & Rhodes, 2008; Hoebel, Avena, & Rada, 2008; Panksepp & Moskal, 2008),

participant également à augmenter l'intensité des motivations appétives et défensives, surtout si la menace est imminente (McNaughton & Corr, 2004).

Ces systèmes neuronaux d'approche et d'évitement se distinguent à différents niveaux structurels du système nerveux (Berntson & Cacioppo, 2008) que nous allons maintenant détailler.

II.1.A.a Le système limbique

De façon générale, le modèle neuro-anatomique des émotions (Lang & Bradley, 2008) propose que les entrées issues du cortex visuel et du thalamus convergent vers le système limbique (cf. Figure 3): tout d'abord sur les structures limbiques « proprement dites » (dont principalement l'amygdale) qui ensuite se projettent sur les structures paralimbiques (dont l'aire septale) et apparentées (dont l'hypothalamus). Au niveau fonctionnel (Staub et al., 2002), l'amygdale est génératrice des sensations de peur (fuite) ou d'agressivité (combat), tandis que l'aire septale est génératrice de plaisir ou de satisfaction. Ces réactions émotionnelles sont finalement accompagnées de manifestations végétatives dont l'hypothalamus constitue le point de départ (variations du rythme cardiaque, du rythme respiratoire, des fonctions sudorales, digestives, vasomotrices, visuelles et musculaires).

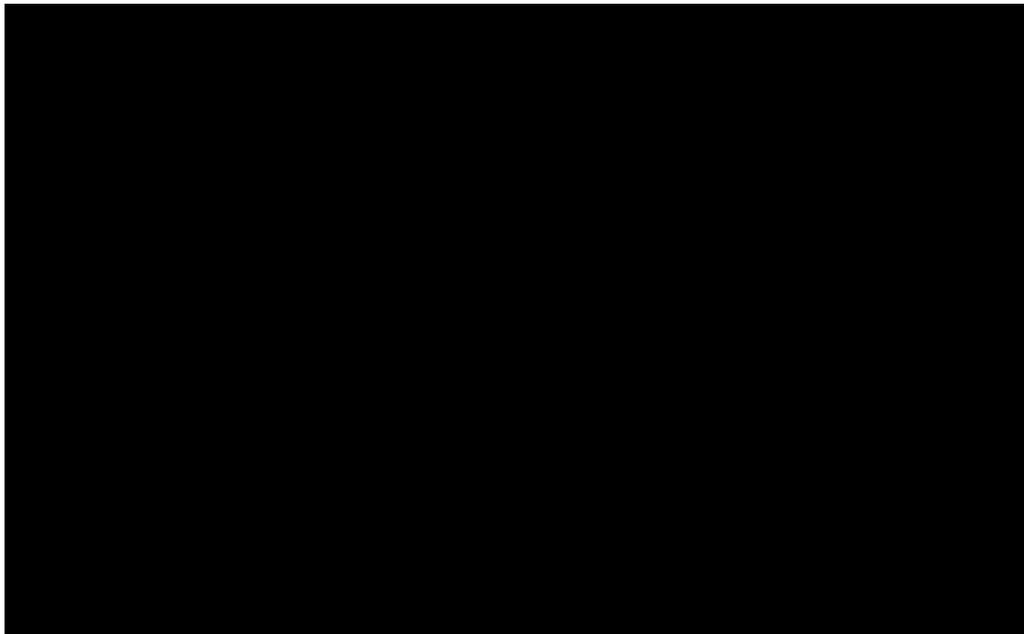


Figure 3. *Le système limbique (Rosenzweig, Leiman, & Breedlove, 1996) Non reproduit*

II.1.A.b Le cortex préfrontal

Par ailleurs, le système limbique qui vient d'être brièvement décrit anatomiquement et fonctionnellement, est en relation avec les aires associatives du cortex et spécialement les aires préfrontales (cf. Figure 4, face dorsolatérale (aires 9,10, 46), face orbitaire (aires 11, 12, 25, 32, 47), face médiane (aires 24, 32 et parties internes des aires 6, 8, 9, 10)). Le cortex préfrontal intervient dans le contrôle intentionnel des émotions et dans l'évaluation de la signification émotionnelle des situations complexes. Le cortex préfrontal est en outre connecté avec le néocortex sensoriel et le système moteur (à l'instar du système limbique, nous l'avons vu), et constitue à ce titre l'interface entre les émotions et la cognition. La « théorie des marqueurs somatiques » (Bechara & Damasio, 2005; Damasio, 1995) précise qu'il existe dans les régions orbitofrontales un système capable d'enregistrer le lien entre une situation et un état somatique correspondant. Lorsqu'une situation similaire se produit derechef, ce système réactive l'état somatique qui y avait été associé par le passé, rappelant « physiquement » sa valeur émotionnelle. Par exemple, des situations menaçantes sont souvent associées à une hausse de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle (Lang & Bradley, 2008). Ces « tableaux physiologiques » marquent alors objectivement des états émotionnels particuliers.

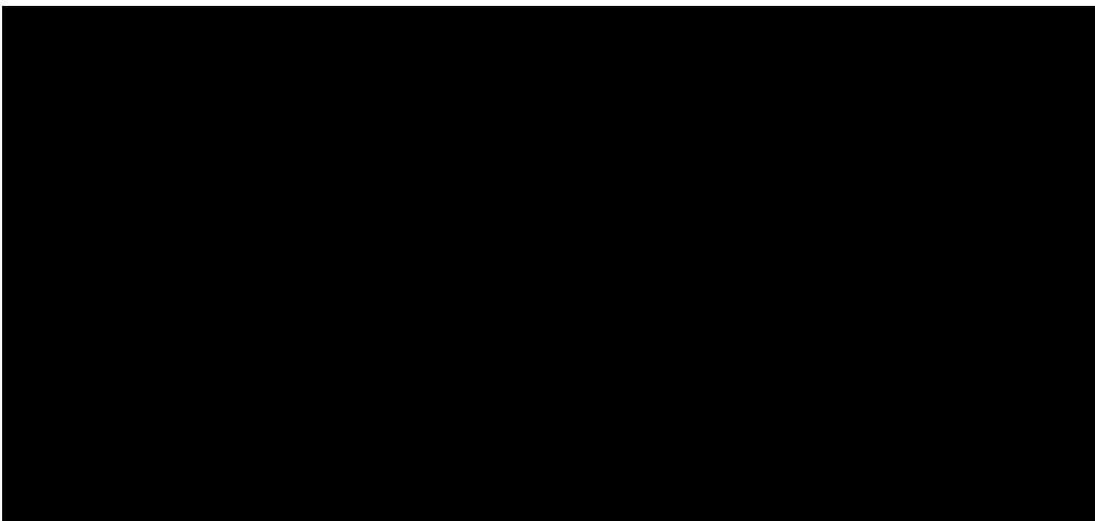


Figure 4. *Cortex préfrontal*

Les aires cytoarchitectoniques selon Broadman (Staub et al., 2002) Non reproduit

Il existe par ailleurs une latéralisation hémisphérique des émotions théorisée notamment par Davidson et ses collègues (Davidson, 1992; Davidson, 1998; Sutton & Davidson, 1997;

Wheeler, Davidson, & Tomarken, 1993) qui distinguent deux réseaux cérébraux sous-tendant la régulation affective (Carver & White, 1994). Un système « d'approche », associé aux régions préfrontales gauches, générant des émotions positives impliquées dans les conduites appétitives. Un système « d'évitement », localisé dans les aires préfrontales droites, générant au contraire des affects négatifs et permettant de fuir/éviter des situations aversives.

Les premières études sur les corrélats anatomiques des émotions avaient conduit à la conception selon laquelle les aires corticales contrôlaient les aires sous corticales sous-tendant les mécanismes émotionnels élémentaire (par exemple, la peur). Aujourd'hui, cette conception évolue vers les interactions réciproques entre les deux structures, voire une inversion de leurs relations. Cette implication primordiale des circuits cortico-limbiques place les émotions au centre des processus liés à l'attention, à la mémoire et à la prise de décision (Tucker, Derrybery, & Luu, 2000).

II.1.B Les mesures des approches neuropsychologique et psychophysiological

Les changements physiologiques liés à la modification de l'activité du système nerveux en réponse à des contextes motivationnels appétitifs ou aversifs, sont considérés comme étant des marqueurs efficaces de l'influence de la motivation sur le comportement (Blair, Peters, & Granger, 2004). Les mesures des états motivationnels associés à ces changements physiologiques constituent le creuset méthodologique des approches neuropsychologique et psychophysiological. La neuro-imagerie et la psychophysiological regroupent respectivement les techniques de mesures des modifications de l'activité du système nerveux central et du système nerveux autonome, dont les liens ont été décrits précédemment au sein du modèle neuro-anatomique des émotions. N'ayant pas eu recours aux méthodes de la neuro-imagerie dans le cadre de ce travail doctoral, celles-ci ne seront que brièvement exposées.

II.1.B.a La neuro-imagerie

La neuro-imagerie regroupe l'ensemble des techniques issues de l'imagerie médicale permettant d'observer l'activation des zones du cerveau lorsqu'un individu exécute une tâche. Les principales techniques sont l'électroencéphalographie, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (cf. Figure 5) et l'imagerie spectroscopique en proche infrarouge. La première technique mesure l'activité électrique du cerveau tandis que les deux dernières mesurent une manifestation physiologique de l'activité cérébrale appelée « effet BOLD »

(oxygénation relative des zones cérébrales). Le travail empirique utilisant ces outils de mesure a pour objet l'étude des liens entre les profils d'activités cérébrales et la motivation d'approche et d'évitement (Stewart et al., 2010; Taylor, Welsh, Wager, Luan Phan et al., 2004).



Figure 5. *Outil de mesure IRMf Non reproduit*

II.1.B.b La psychophysiologie

Les outils de l'approche psychophysiologique permettent de mesurer de façon non-invasive les manifestations périphériques des états émotionnels liés à l'activation des systèmes nerveux autonome et somatique (Lang & Bradley, 2008). Ainsi, les indices les plus couramment employés sont les mesures de l'activité cardiaque, de la réponse électrodermale, de l'oculomotricité et de l'activité musculaire (électromyographie, production de force, Andreassi, 2000). A l'aide de ces indices, un grand nombre de travaux ont tenté de mettre en évidence les modulations du système nerveux périphérique en réponse à différents stimuli cognitifs et émotionnels (Fulmer & Frijters, 2009; Lang & Bradley, 2008). N'ayant pas eu recours aux mesures de la réponse électro-dermale, de l'oculométrie, du réflexe de sursaut, et de l'activité musculaire faciale, ces dernières ne seront que sommairement présentées.

II.1.B.b.1 L'activité cardiaque

L'activité cardiaque est mesurée par un électrocardiographe qui produit un électrocardiogramme (cf. Figure 6), c'est à dire le tracé de l'activité électrique du cœur accompagnant ses contractions (EEG). Les deux principaux indices psychophysiologiques

basés sur l'activité cardiaque sont la réactivité cardiaque et la variabilité de la fréquence cardiaque, tous deux dérivés de l'ECG (pour plus de précision sur ces mesures, cf. page 63).

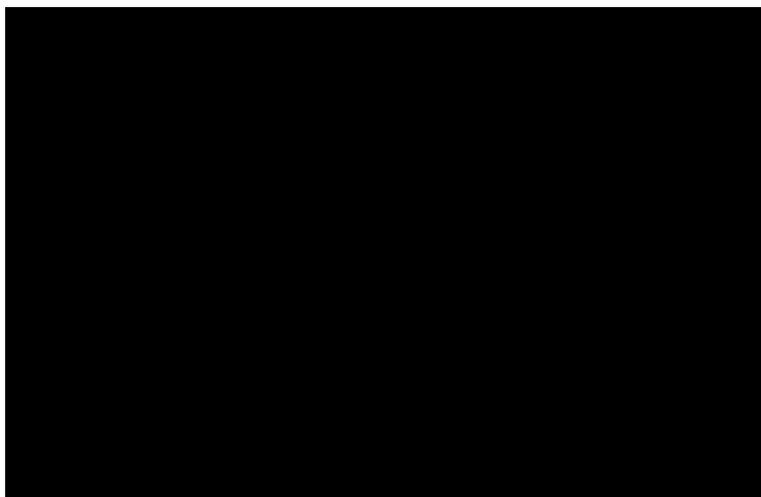


Figure 6. *Exemple d'ECG Non reproduit*

La réactivité cardiaque

La mesure des variations de la fréquence cardiaque (i.e., la réactivité cardiaque), et particulièrement la hausse de la fréquence cardiaque, a été utilisée depuis longtemps comme un indicateur de l'intensité de la motivation et de l'engagement dans la tâche (Brehm & Self, 1989), de réactions défensives face à des stimuli menaçants (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997), d'un état d'anxiété (Cannon, 1929; Friedman, 2007), mais aussi d'une réponse appétive à des stimuli de récompense (Fowles, 1980) ou encore de processus attentionnels (Harrison & Turpin, 2003; Ruiz-Padial et al., 2011; Schwerdtfeger, 2006). L'éventail des interprétations possibles des variations de la réactivité cardiaque (Hofmann & Kim, 2006) a conduit certains auteurs à proposer des modèles intégrant d'autres variables cardiovasculaires. Le modèle biopsychosocial de Blascovich & Tomaka (1996) propose par exemple d'associer la mesure de la fréquence cardiaque, avec celles de la contractilité du ventricule gauche, de la résistance périphérique totale, et du volume d'éjection systolique. Lang et Bradley (2008) insistent en effet sur l'importance de la prise en compte des conditions expérimentales dans l'interprétation des variations cardiovasculaires. Ils rapportent sur la base d'études animales qu'une manifestation du système de défense par la présentation d'un stimulus menaçant peut conduire soit à une hausse de la fréquence cardiaque si l'animal a la possibilité de fuir, soit à une baisse de cette dernière si l'animal est immobilisé.

En accord avec ce postulat, la hausse de la fréquence cardiaque pourrait apporter les preuves selon lesquelles le stimulus est suffisamment saillant pour avoir augmenté l'intensité motivationnelle, génératrice d'un engagement dans la tâche avec des modifications de l'attention.

Les voies sympathiques et parasympathiques de régulation

La régulation de l'activité cardiaque est le fruit de l'action à la fois antagoniste et réciproque des systèmes sympathiques et parasympathiques du système nerveux autonome (cf. Figure 2.). Une hausse de la fréquence cardiaque peut ainsi être la conséquence d'une hausse de l'activité du système sympathique, d'une baisse de l'activité parasympathique (i.e., retrait vagal), ou la conséquence de ces deux actions conjuguées (Friedman, 2007). Dans la littérature la voie sympathique a pourtant largement été favorisée au détriment de la régulation vagale (Levy & Schwartz, 1994) car la simple mesure de la réactivité cardiaque ne permettait pas de connaître la part respective des systèmes sympathique et parasympathique. Dès les années quatre-vingt dix, cette tendance s'est inversée du fait de l'apparition d'une nouvelle méthode de traitement de l'ECG, l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC).

La variabilité de la fréquence cardiaque

La VFC permet grâce à ses indices temporels et fréquentiels de rendre compte précisément de la régulation vagale (i.e., tonus vagal) et de la balance sympatho-vagale de l'activité cardiaque (Task-Force, 1996). La théorie poly-vagale (Porges, 2001) et le modèle d'intégration neuro-viscérale (Thayer et al., 2009; Thayer & Lane, 2000) identifient l'implication du tonus vagal dans la modulation des comportements sociaux et de l'expression des émotions. Selon Thayer et ses collaborateurs (2009), le tonus vagal peut être défini selon les notions de trait ou d'état. Le trait fait référence à la mesure phasique (ligne de base) du tonus vagal reflétant une caractéristique individuelle à être habituellement flexible - ou non - dans la régulation des émotions. La notion d'état renvoie à la mesure tonique (variation) du tonus vagal reflétant la régulation émotionnelle liée à la situation pendant laquelle la mesure est réalisée. Dans ce cadre, un grand nombre d'études a notamment montré que la réduction du tonus vagal était un marqueur fiable de l'anxiété (Berntson, Cacioppo, & Quigley, 1994; Elliot et al., 2011; Kreibig, 2010; Smith et al., 2011).

L'analyse de la VFC permet une évaluation fiable et précise des mécanismes du tonus vagal à travers l'arythmie sinusale respiratoire (i.e., RSA). La RSA est le mécanisme

physiologique selon lequel la fréquence cardiaque augmente et diminue lorsque l'on inspire et expire, elle est principalement mesurée par les hautes fréquences (HF) de la VFC (Bernston et al., 1997). L'analyse spectrale de l'électrocardiogramme décrite à la page 63 de ce document est la méthode d'analyse la plus répandue pour extraire la composante HF du spectrogramme de la VFC (Task-Force, 1996).

Par ailleurs, une baisse de la VFC-état ne reflète pas seulement l'anxiété, elle rend aussi compte de fonctions exécutives (Suchy, 2009) telles que la charge mentale (Jorna, 1992). Ainsi lors de la réalisation de tâches cognitives complexes, une baisse de la VFC (i.e., baisse des HF) est dans ce cadre significative d'une dégradation du fonctionnement cognitif (Hansen, Johnsen, & Thayer, 2003; Porges, 1992; Thayer & Lane, 2000).

II.1.B.b.2 La réponse électrodermale

La réponse électrodermale repose sur la mesure des propriétés électriques de la surface de la peau qui sont contrôlées par le système nerveux autonome (cf. Figure 7). Cette mesure est utilisée en psychophysiology pour quantifier l'expérience émotionnelle (Sequeira, Hot, Silvert, & Delplanque, 2009) en rapport avec l'intensité des stimuli émotionnels (Codispoti, Bradley, & Lang, 2001) et des processus attentionnels associés (Schwerdtfeger, 2006).

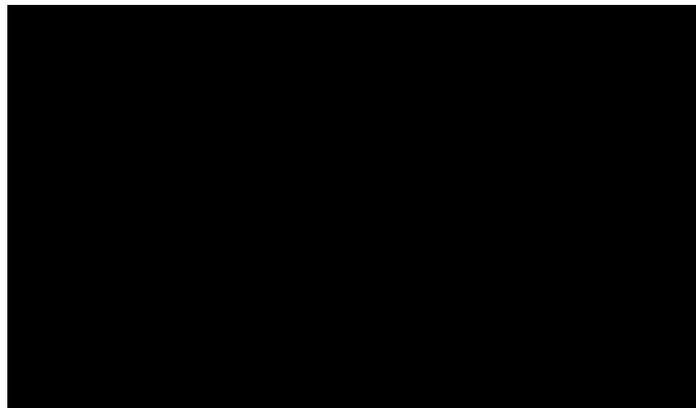


Figure 7. Exemple de dispositif de mesure de la réactivité électrodermale *Non reproduit*

II.1.B.b.3 L'oculométrie

La valence affective (Kimble, Fleming, Bandy, Kim, & Zambetti, 2010) et l'intensité d'un stimulus émotionnel (Bradley, Miccoli, Escrig, & Lang, 2008) influencent le diamètre pupillaire (Prehn, Heekeren, & van der Meer, 2011), ainsi que la direction du regard et son

temps de fixation (Krajewski, Sauerland, & Muessigmann, 2011). Ces paramètres peuvent être mesurés à l'aide d'un oculomètre ou d'un pupillomètre (cf. Figure 8).

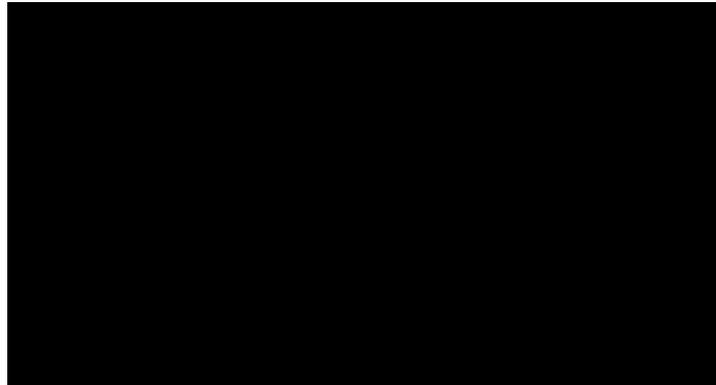


Figure 8. *Exemple d'oculomètre et de pupillomètre Non reproduit*

II.1.B.b.4 L'activité musculaire

L'activité musculaire est un indice périphérique de l'activité mentale et du comportement (Andreassi, 2000; Fulmer & Frijters, 2009). Elle peut être conditionnée par des processus inconscients tels que le réflexe de sursaut, l'activité musculaire faciale ou conscients telle que la production de force maximale volontaire. L'électromyographie (EMG) et la dynamométrie (cf. Figure 9) sont les principales méthodes utilisées pour caractériser l'activité musculaire (cf. page 67).



Figure 9. *Exemple de dynamomètre et d'électromyographe*

Le réflexe de sursaut

La modulation de ce réflexe de protection en réponse à des stimuli de valences opposées en fait un outil de mesure des réactions émotionnelles implicites (Vrana, Spence, & Lang, 1988). Gard et ses collaborateurs ont en effet montré dans leur étude (Gard et al., 2007) que la modulation du réflexe de sursaut (ici de la paupière) marque l'activation d'un système motivationnel d'approche (inhibition du réflexe) ou d'évitement (potentialisation du réflexe).

L'activité musculaire faciale

Les activités électromyographiques du muscle zygomatique (joue) et du muscle corrugateur (sourcil) peuvent varier en fonction de la valence des stimuli émotionnels perçus (Dimberg, 1986). Les auteurs ont montré que la présentation d'images aversives (serpents) et appétives (fleurs) provoquaient respectivement une hausse de l'activité du muscle corrugateur et une hausse de l'activité du muscle zygomatique.

La production de force maximale volontaire

A l'image des mouvements involontaires (i.e., réflexe de sursaut, activité musculaire faciale), les mouvements volontaires pourraient être influencés par l'activation des circuits motivationnels d'approche et d'évitement, la préparation à l'action étant l'une des fonctions de la motivation (Coombes, Janelle, & Duley, 2005). La préparation à l'action liée aux réponses défensives face à une menace a été précédemment évoquée dans la partie théorique de ce document. L'EMG, la mesure de couples de forces et d'explosivité sont les principaux outils utilisés au cours de tâches motrices simples (Coombes, Cauraugh, & Janelle, 2007b; Elliot & Aarts, 2011) pour mesurer la production volontaire de force rendant compte de la préparation à l'action de l'organisme.

Dans le cadre de la préparation à l'action (Öhman & Mineka, 2001), les protocoles expérimentaux se centrent, en effet, sur la mobilisation de l'énergie nécessaire à la réalisation programmée d'un mouvement particulier lorsqu'un stimulus menaçant a été présenté (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990). De telles situations évoquent la nécessité pour le sujet de se préparer à répondre à une menace par des comportements de fuite ou de combat (Carretie et al., 2009). Les principaux résultats de la littérature montrent que la force et l'explosivité sont positivement corrélés à la valence négative du stimulus lorsque celui-ci est intense (Coombes et al., 2006), mais certaines études ont montré des résultats disparates (Coombes, Higgins, Gamble, Cauraugh, & Janelle, 2009; Noteboom, Barnholt, & Enoka, 2001) invoquant la façon

dont le stimulus est présenté (Payen et al., 2011; Stanley & Knight, 2004). Ainsi que cela été détaillé dans la partie théorique de ce document, le système motivationnel de défense peut conduire soit à une potentialisation motrice si la menace est imminente, soit à une inhibition motrice propice à une vigilance accrue, si la menace est présumée/anticipée (Mobbs et al., 2009; Mobbs et al., 2007).

Si l'activation des systèmes motivationnels d'approche et d'évitement peut influencer les caractéristiques des mouvements, l'inverse est aussi possible. James proposait déjà dans son ouvrage (James, 1890) que les mouvements pouvaient être la cause plutôt que la conséquence des émotions. Cacioppo et ses collaborateurs (Cacioppo et al., 1993) ont méthodologiquement mis en évidence l'hypothèse selon laquelle les mouvements de flexion du bras conduisaient à une activation du système motivationnel d'approche, tandis que les mouvements d'extension impliquaient une activation du système motivationnel d'évitement. Dru et Cretenet (Cretenet & Dru, 2004, 2009; Dru & Cretenet, 2008) ont complété ce modèle en y intégrant le concept de latéralité. Un mouvement du membre droit *vs* gauche stimule l'hémisphère gauche (lié à la motivation d'approche) *vs* l'hémisphère droit (lié à la motivation d'évitement). L'intégration des deux modèles a conduit les auteurs à formuler l'hypothèse de congruence motrice selon laquelle par exemple la flexion du bras droit produit les mêmes effets motivationnels que l'extension du bras gauche. D'autres auteurs (Chen & Bargh, 1999; Marsh, Ambady, & Kleck, 2005; Schiff & Bassel, 1996) ont en outre montré que les mouvements de flexion *vs* extension étaient plus rapides et plus vigoureux après avoir été confronté à un stimulus appétitif *vs* aversif.

La mesure de la production de force maximale volontaire dans des états motivationnels variés permettrait d'appréhender les liens de la motivation et les mouvements. Un contexte émotionnel peut modifier la fonction motrice qui elle-même peut stimuler des états motivationnels spécifiques. Evalués à travers des indices de production de force, les comportements d'approche et d'évitement peuvent être considérés comme étant le reflet d'état motivationnels particuliers (Coombes et al., 2007b).

II.1.C Intégration des méthodes neuropsychologique et psychophysiological

Dans le cadre de l'étude de la « saillance motivationnelle » de la couleur rouge, Elliot et ses collaborateurs ont utilisé dans leur étude n°6 (2007) une mesure neuropsychologique

(électroencéphalographie). Nous allons ci-dessous résumer l'intérêt des outils physiologiques dans le cadre du paradigme des couleurs afin de préciser les choix des outils retenus dans ce travail doctoral.

II.1.C.a Le rôle du contexte

L'approche neuro-psychophysique étudie les manifestations biologiques de la motivation en utilisant traditionnellement des tâches expérimentales standardisées telles que des tests de production de force ou des tests cognitifs (Fulmer & Frijters, 2009). Par exemple, les auteurs évoquent à la page 235 l'utilisation courante des tests de mémoire de la batterie d'évaluation du quotient intellectuel « Wechsler » (Wechsler, 2000) utilisés dans le cadre de ce travail doctoral. Les chercheurs utilisent des stimuli (images, sons, mots) dont la valence est positive, neutre ou négative pour provoquer un état émotionnel dont les processus motivationnels sous-jacents peuvent être liés aux comportements (Hillman, Rosengren, & Smith, 2004). Au-delà de leur nature et de leur valence émotionnelle, les modalités de présentation de ces stimuli sont manipulées, les chercheurs faisant varier leur intensité (Coombes et al., 2007b), le caractère implicite ou non de leur présentation (Ruiz-Padial et al., 2011), ou encore l'instant de leur présentation (Stanley & Knight, 2004).

Notre travail s'est ainsi inscrit dans ce cadre méthodologique, en cherchant à étendre la validité prédictive du modèle d'Elliot et de ses collaborateurs en l'enrichissant d'indicateurs physiologiques nouveaux.

II.1.C.b Une approche compatible avec les processus implicites

Nous avons vu au sein des approches neuropsychologique et psychophysiques que l'influence de la motivation sur le comportement pouvait être déterminée précocement par des processus inconscients, inaccessibles aux évaluations subjectives, mais pouvant être physiologiquement mis en évidence (LeDoux, 1996; Ruiz-Padial et al., 2011). Dans le paradigme des couleurs d'Elliot et de ses collaborateurs (2007), nous avons évoqué par ailleurs que l'étude des effets de la couleur sur le comportement repose sur une manipulation expérimentale implicite de la couleur. Dès lors, l'utilisation de marqueurs physiologiques de la motivation serait utile pour rendre compte de l'effet des couleurs, ce dernier n'étant probablement pas mesurable par l'utilisation de questionnaires.

II.1.C.c Une compensation des biais des mesures subjectives

Si l'absence de lien entre les mesures auto-rapportées et l'effet de la couleur rouge est explicitée dans la littérature relative au paradigme de couleurs par les processus implicites sous-jacents à cet effet, l'hypothèse d'une possible carence des mesures auto-rapportées à rendre compte des manifestations comportementales et psychophysiologiques peut aussi être formulée (Fulmer & Frijters, 2009).

Les mesures subjectives auto-rapportées permettent de rendre compte des manifestations conscientes des émotions relatives à l'activité du système nerveux central (i.e., via le langage). Bien que l'utilisation de questionnaires soit très développée en psychologie, cela n'est pas sans poser un certain nombre de problèmes méthodologiques (Fulmer & Frijters, 2009). Il a tout d'abord été démontré que les mesures auto-rapportées n'étaient pas correctement liées aux manifestations physiologiques des émotions (Gray, 1988), ni aux comportements (Schwerdtfeger, 2006). En effet, elles peuvent être sujettes à une large palette d'influences extérieures comme les modalités d'enchaînements et de formulations des items (i.e., inversées ou non) et la désirabilité sociale (Corr, 2001). Elles peuvent en outre refléter l'interaction de plusieurs construits psychologiques plus qu'un seul en particulier, avec comme conséquence la confusion plus que la clarification des processus évalués (Elliot & Thrash, 2002). Enfin, les participants peuvent avoir des difficultés à comprendre les items des questionnaires et à évaluer leurs ressentis (Corr, 2001). C'est ce dernier biais qui limite également la portée de méthodes phénoménologiques centrées sur l'utilisation d'interviews pour évaluer les motivations des participants dans des contextes proches de la réalité. Plus de précisions sur les biais de l'utilisation des échelles auto-rapportées ou d'interviews dans le champ de la motivation d'accomplissement sont évoqués dans la revue de Fulmer et Frijters (2009).

Ainsi, le recours à des marqueurs physiologiques de la motivation permettrait de compenser les possibles limitations méthodologiques des approches subjectives évoquées ci-dessus.

II.1.C.d Les limites des mesures physiologiques des états motivationnels

Les variations de l'activité neurale peuvent subir l'influence de facteurs environnementaux tels que les médicaments, la nicotine, l'alcool, la caféine, l'effort, ou additionnels tels que le mouvement, l'éveil, l'attention, la fatigue ou les hormones (Andreassi, 2000). La

discrimination de l'influence des états motivationnels et de celle de ces facteurs restent problématiques (Fulmer & Frijters, 2009) et nécessite des précautions méthodologiques (Andreassi, 2000). Le contrôle de ces facteurs lors de la sélection des populations d'étude est ainsi recommandé. La loi des valeurs initiales (Berntson, Uchino, & Cacioppo, 1994) postule en outre que la magnitude d'une réponse psychophysiological dépend de la mesure de son niveau initial. Ainsi la variabilité intra-individuelle des mesures physiologiques peut-être contrôlée en tenant compte de leurs mesures de base.

Par ailleurs, certains auteurs mettent en avant le manque de corrélation entre les mesures physiologiques, les émotions et le comportement ou encore des résultats disparates (Lang & Bradley, 2008). Selon les auteurs, les réponses physiologiques émotionnelles pourraient être interprétées comme des phénomènes tactiques dépendant de facteurs individuels et contextuels dirigés par une même stratégie motivationnelle. Pour compenser ces biais et améliorer la fiabilité des mesures physiologiques, il est nécessaire de les compléter par des mesures subjectives et comportementales (Fulmer & Frijters, 2009; Roberts & Levenson, 2006), comme cela a été le cas dans le cadre de cette thèse.

II.1.C.e Choix des outils

L'extension de la valeur prédictive du modèle d'Elliot et de ses collaborateurs (2007) repose sur le choix de nouvelles variables psychophysiological, tant au niveau des indicateurs des états émotionnels, que de leurs manifestations comportementales.

II.1.C.e.1 Choix de l'indicateur physiologique de l'état motivationnel

Parmi les mesures de la neuro-imagerie, l'électroencéphalogramme est celui qui a été utilisé dans le cadre du paradigme des couleurs (étude n°6, Elliot et al., 2007). L'extension de ce travail aux autres outils de neuro-imagerie semble cependant compromise par leur aspect contraignant (e.g., immobilisme du patient) limitant les portées comportementales des protocoles, mais aussi, du fait de leur coût extrêmement élevé. Toutefois, contrairement aux lourds moyens de la neuro-imagerie, les index psychophysiological du système nerveux autonome (SNA) peuvent être mesurés dans un environnement expérimental moins contraint par des dispositifs transportables et financièrement abordables. En dehors de ce travail doctoral, les index psychophysiological du SNA n'ont à ce jour pas encore été utilisés dans le cadre du paradigme des couleurs. Nous allons maintenant présenter les raisons qui nous

ont conduits à choisir la variabilité de la fréquence cardiaque et la mesure de la production de force parmi les index détaillés précédemment (cf. page 52).

La variabilité de la fréquence cardiaque a régulièrement été associée à l'anxiété en utilisant des manipulations *explicites* de l'émotion (Hansen et al., 2003; Kreibig, 2010; Lovallo, 2005; Thayer, Friedman, & Borkovec, 1996). L'utilisation de manipulations expérimentales implicites (e.g., la couleur rouge) dans un contexte d'accomplissement sur la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) n'a en revanche pas encore été investiguée. Ce constat a justifié dans le cadre de cette thèse le choix la VFC comme indicateur physiologique de la régulation des émotions par le SNA.

Le mouvement impliqué dans la réalisation d'une tâche influence la VFC (Lehrer et al., 2010). Les tests de mémoire de travail de la batterie de test Wechsler (Wechsler, 2000) utilisés dans le cadre de notre travail présentaient à ce sujet l'avantage de permettre au sujet de réaliser la tâche avec un minimum de mouvements, les réponses étant données oralement.

II.1.C.e.2 Choix de l'indicateur physiologique comportemental

La majorité du travail empirique d'Elliot et de ses collaborateurs s'est appuyé sur des tâches cognitives (Elliot et al., 2007; Elliot et al., 2011; Lichtenfeld et al., 2009; Maier et al., 2008). En accord avec ce qui a été dit, c'est-à-dire dans le cadre conceptuel selon lequel la production de force exprime la mobilisation d'énergie musculaire en réponse à des émotions (Brown, 1948) une seule étude (Elliot & Aarts, 2011) s'est intéressée à l'effet de la couleur rouge sur la production de force mesurée lors de tâches motrices simples (test de pince et test de poignée). Ce travail mérite donc d'être étendu, d'autant plus que les auteurs ont utilisé une méthode de manipulation expérimentale des couleurs qui n'était pas celle classiquement utilisée dans la littérature (i.e., « *procédure de la page de garde* »). Ces dernières différaient au niveau de la temporalité de la présentation du stimulus dont on sait que cela peut avoir un effet sur la réponse défensive des individus (Coombes et al., 2007b; Stanley & Knight, 2004). Il nous a donc semblé pertinent d'étendre et de compléter le travail empirique d'Elliot & Aarts en utilisant la « *cover method* » préalable à l'exécution d'une tâche motrice simple.

Afin de nous affranchir d'une part de l'influence que les mouvements du membre supérieur peuvent avoir sur le déclenchement d'un état motivationnel particulier (Dru & Cretenet, 2008), et d'autre part des effets de l'adéquation (ou non) entre la valence des stimuli

émotionnels et la direction des mouvements (Cacioppo et al., 1993), nous avons fait le choix d'une tâche de force maximale isométrique d'extension du membre inférieur.

Dans les études liant mouvement et émotion, la production de force est supposée être un indicateur direct de l'activation motrice liée à la préparation à l'action (Puca, Rinkenauer, & Breidenstein, 2006). Les paramètres qui rendent compte de la production de force maximale volontaire (MVC) dans les tâches isométriques sont classiquement (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002; Coombes et al., 2007b) : le couple maximal de force, le pic de l'explosivité musculaire, et le pic électromyographique (EMG). Le pic EMG et le pic de MVC présentent de fortes similitudes. Ils sont très fortement corrélés dans les protocoles physiologiques (Chiu, Fry, Schilling, Weiss, & Kreider, 2002). Les pré-tests de notre étude de l'effet des couleurs sur la performance motrice ont effectivement permis d'observer conformément à ce qui vient d'être dit des corrélations significatives élevées entre les données EMG⁴ (analyse fréquentielle) et les données MVC ($.44 < r_s < .56$, $ps < .01$). Le pic EMG et le pic de MVC seraient en outre modifiés de la même façon par une combinaison de paramètres similaires liés à la taille, au nombre et à la fréquence de recrutement des unités motrices (Moritz, Barry, Pascoe, & Enoka, 2005). Nous avons donc fait le choix, à l'instar de l'étude liant performance motrice et couleurs d'Elliot et Aarts (2011), de retenir pour nos études motrices les mesures de couples de force et de taux de développement de la force.

II.2 Mesure des variables cardiaques

II.2.A L'intervalle R-R

La fréquence cardiaque est le nombre de battements du cœur par minute. Chaque battement est caractérisé par un complexe P-Q-R-S-T qui représente l'activité électrique du cœur sous-jacente. L'onde P correspond à la contraction (dépolérisation) des oreillettes, les ondes QRS à la contraction des ventricules et l'onde T à la relaxation (repolarisation) des ventricules (cf. Figure 10). L'intervalle R-R est l'écart temporel qui sépare les sommets de deux ondes R

⁴ L'activité électromyographique du Vastus Lateralis de la jambe droite a été évaluée en même temps que les mesures de MVC. Les participants ont été préparés pour le placement des électrodes selon les recommandations de la SENIAM (cf. seniam.org). Les données EMG étaient numérisées à 10KHz par une carte d'acquisition (DT 9800-series, Data Translation, Marlboro, USA) et analysées de façon fréquentielle à l'aide du logiciel Origin 6.1 (OriginLab, Northampton, USA).

successives et représente le cycle de repolarisation ventriculaire. Il est associé à la période cardiaque. L'intervalle RR est à la base du calcul des indices de l'activité cardiaque comme la fréquence cardiaque, la réactivité cardiaque et la variabilité de la fréquence cardiaque.

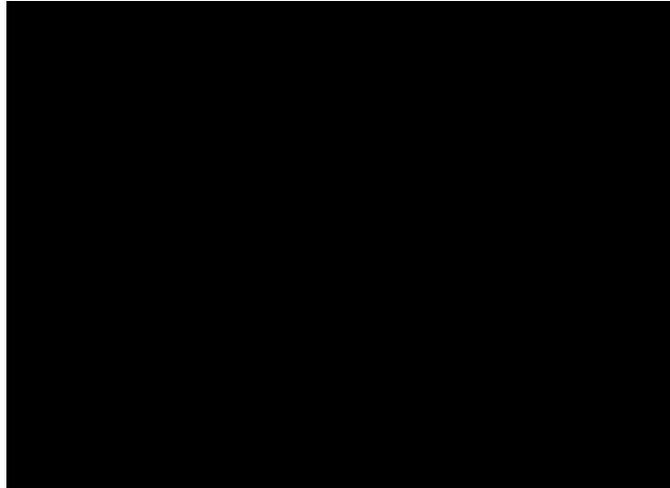


Figure 10. *Représentation des étapes successives de dépolarisation/repolarisation du cœur durant un battement* *Non reproduit*

II.2.B Matériel de mesure et logiciels de traitement du signal

L'intervalle R-R peut être déterminé graphiquement sur l'électrocardiogramme ou mesuré par une méthode ambulatoire à l'aide d'un cardio-fréquencemètre disposant de cette fonction. Dans le cadre de cette thèse nous avons opté pour la méthode ambulatoire peu contraignante pour le sujet. Dans ce cadre, le cardio-fréquencemètre (modèle RS 800 Polar Electro Oy, Finlande) a retenu notre attention, étant validé pour ce type de fonction (Cassirame, Tordi, Mourot, Rakobowchuk, & Regnard, 2007) et régulièrement utilisé dans les études sur la VFC (Capa & Audiffren, 2009; Capa, Audiffren, & Ragot, 2008).

Le Polar RS 800 est composé d'une ceinture (émetteur) fixée sur la poitrine du sujet et d'une montre (récepteur) que conservait l'expérimentateur. La montre est équipée d'un microprocesseur qui mesure l'intervalle de temps entre deux battements cardiaques (i.e., intervalle R-R). Les données étaient enregistrées à une fréquence d'échantillonnage de 1 milliseconde dans la montre et transmises au logiciel Polar Pro Trainer 5 (version 5.40.171) par communication infrarouge. Le logiciel permettait d'extraire un fichier texte regroupant dans une colonne l'ensemble des intervalles R-R de la phase de mesure, exprimés en millisecondes.

Le logiciel « Kubios HRV Analysis 2.0 » développé par Tarvainen et ses collaborateurs (Niskanen, Tarvainen, Ranta-aho, & Karjalainen, 2004; Tarvainen & Niskanen, 2006) a été utilisé dans la cadre de cette thèse pour le filtrage, le ré-échantillonnage et l'analyse factorielle des données R-R. Ce logiciel est fréquemment utilisé dans le champ de l'analyse psychophysiological de la VFC (Li et al., 2009; Millar et al., 2009; Roy, Boucher, & Comtois, 2009).

II.2.C Pré-traitement du signal R-R

Chaque période R-R a été validée avant toute analyse en vérifiant et corrigeant la présence d'éventuels artefacts. Il existe des artefacts de catégorie 1 et 2, respectivement assimilés à la non reconnaissance d'un ou plusieurs pics « R » et l'assimilation erronée d'une variation du signal à un pic « R ». Les extrasystoles occasionnelles révélatrices d'une irrégularité du rythme cardiaque impliquant des battements supplémentaires ou ignorés, permettent d'expliquer ces phénomènes. Les artefacts ont donc été identifiés et corrigés soit par l'insertion d'un battement par interpolation dans la cadre de l'absence de détection du pic R, soit par la suppression des deux battements trop courts et l'ajout d'un seul battement par interpolation. Les données R-R ainsi filtrées ont servi de base commune aux calculs de la réponse cardiaque et de la variabilité de la fréquence cardiaque présentés ci-dessous.

II.2.D Calcul de la réponse cardiaque

La réponse (i.e., réactivité) cardiaque à la présentation d'un stimulus est définie comme étant la variation de la fréquence cardiaque par rapport à une mesure de base à compter de l'instant où le stimulus est présenté au sujet (Schwerdtfeger, 2006). La réponse cardiaque est calculée sur la base des intervalles R-R dont les artefacts ont été corrigés. Les intervalles R-R suivant la présentation du stimulus sont ensuite transformés à l'aide d'une interpolation linéaire pour calculer la fréquence cardiaque instantanée à chaque seconde entière (secondes 1, 2 et 3) selon la méthode de Velden et Wölk (Velden & Wölk, 1987). Chacune de ces trois valeurs est ensuite soustraite à la fréquence cardiaque moyenne des 5 secondes précédant le stimulus (mesure de base) pour calculer la réactivité cardiaque de la première, deuxième et troisième seconde suivant le stimulus (Harrison & Turpin, 2003; Ruiz-Padial et al., 2005). La valeur maximale de ces trois scores de réactivité est définie comme étant le pic de réactivité cardiaque (Harrison & Turpin, 2003).

II.2.E Calcul de la variabilité de la fréquence cardiaque

II.2.E.a Conditions d'enregistrement

Les conditions d'enregistrement doivent être standardisées (Task-Force, 1996) en étant réalisées avec le même matériel, par le même expérimentateur, dans une pièce calme et tempérée sans lumière vive (Souza Neto, Neidecker, & Lehot, 2003). Les sujets ne doivent pas avoir consommé de substances pouvant influencer le rythme cardiaque préalablement à l'expérience (Andreassi, 2000).

Une position limitant les mouvements doit être privilégiée de façon à éviter les variations de la VFC imputables à ces derniers plutôt qu'à la régulation émotionnelle (Lehrer et al., 2010; Schwerdtfeger, 2006). Dans le cadre de cette thèse, nous avons préféré la position assise (Millar et al., 2009) à la position couchée (Task-Force, 1996), jugée plus contraignante.

Par ailleurs, la VFC étant associée à la RSA, la fréquence respiratoire (FR) peut être contrôlée. Toutefois, ce contrôle fait débat dans la littérature (Denver, Reed, & Porges, 2007). Pour éviter de contraindre le sujet à respirer à une fréquence respiratoire donnée, nous avons estimé la fréquence respiratoire en suivant scrupuleusement la méthode de Thayer et ses collaborateurs (Thayer, Sollers, Ruiz-Padial, & Villa, 2002). Cette estimation de la FR nous a autorisé à réaliser des analyses de la VFC avec et sans le contrôle de la FR.

Enfin la durée d'enregistrement du signal est définie par la durée d'échantillonnage. Cette dernière doit être courte (entre deux et cinq minutes) pour permettre la quantification de la régulation de l'activité cardiaque par le système nerveux autonome (Task-Force, 1996). Dans le cadre de cette thèse, la durée d'enregistrement a été fixée à trois minutes.

II.2.E.b Traitement mathématique des données

Une fois les données brutes filtrées, ces dernières ont alors été ré-échantillonnées à 4 Hz de façon à obtenir un pas d'échantillonnage régulier indispensable à toute analyse fréquentielle (Souza Neto et al., 2003).

Les données R-R ainsi filtrées et ré-échantillonnées ont été ensuite redressées à l'aide d'une méthode « douce » basée sur un filtre passe-haut adapté aux signaux temporels discrets (Tarvainen, Ranta-aho, & Karjalainen, 2001). Selon les auteurs, l'application de cette méthode est particulièrement adaptée à la quantification de l'indice des HF (page 174). Dans le cadre de cette thèse nous avons paramétré la valeur λ du filtre de façon à ce que les

fréquences supérieures à la limite inférieure des basses fréquences (i.e., 0.04 Hz) ne soient pas éliminées ($\lambda = 500$).

A la suite de ce traitement du signal, une analyse spectrale de puissance (transformée rapide de Fourier) a pu être conduite sur les données R-R. Cette analyse est basée sur l'utilisation d'un algorithme non paramétrique de la méthode Welch offrant l'avantage de réduire le « bruit » du signal traité (Welch, 1967). Le périodogramme ainsi généré illustre la répartition de densité spectrale ($\text{msec}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$) en fonction de la fréquence des oscillations présentes dans le tracé initial. La densité spectrale des hautes fréquences (HF : 0.15-0.50 Hz) a pu ainsi être calculée pour chaque période d'enregistrement et exprimée en unités normalisées (nu).

II.2.E.c Calcul de fréquence respiratoire (FR)

La fréquence respiratoire a été estimée selon la méthode de Thayer et ses collaborateurs (Thayer et al., 2002). Selon les auteurs, la fréquence centrale du spectre des hautes fréquences issue de cette méthode est fortement corrélée aux mesures de FR (Thayer et al., 2002). Cette dernière a été calculée sur la base d'une seconde analyse fréquentielle des données R-R, qui était autorégressive (AR) conformément aux recommandations des auteurs. La fréquence d'interpolation des séries R-R ayant été fixée à 4 Hz, l'ordre du modèle a été fixé à 16 niveaux (Niskanen et al., 2004).

II.3 Mesure du couple maximal de force

La MVC (Nm) est le couple maximal de force atteint lors d'une contraction musculaire volontaire maximale. Dans le cadre de ce travail, les données de MVC ont été recueillies lors de contractions isométriques maximales volontaires de la cuisse droite.

Un dynamomètre isocinétique de marque Biodex (Biodex, Shirley, NY, modèle System 3) associé au logiciel Biodex Advantage Software Package a été utilisé pour les mesures de couples de force (cf. Figure 11). Cet appareil utilise un transducteur classique de couple de force avec un corps statique et un arbre rotatif. Le capteur de couple transmet le signal du couple de l'arbre tournant à l'intérieur du corps du dynamomètre. Une jauge de contrainte est incluse dans le dispositif : c'est elle qui transforme la déformation mécanique liée au couple en un signal électrique. Le couple est dérivé de la force de rotation de l'axe du dynamomètre

autorisant la mesure du couple directement à l'axe de rotation. Ainsi, la longueur du bras de levier (i.e., de la jambe du sujet) n'est pas impliquée dans le processus de mesure, limitant la variabilité liée aux différences de longueurs des membres entre les sujets. En outre le système mesure le poids de la jambe avant chaque essai pour contrôler l'effet de la gravité sur le couple. Le dynamomètre Biodex que nous avons utilisé a ainsi offert une mesure précise et fiable du couple de force (Taylor, Sanders, Howick, & Stanley, 1991).

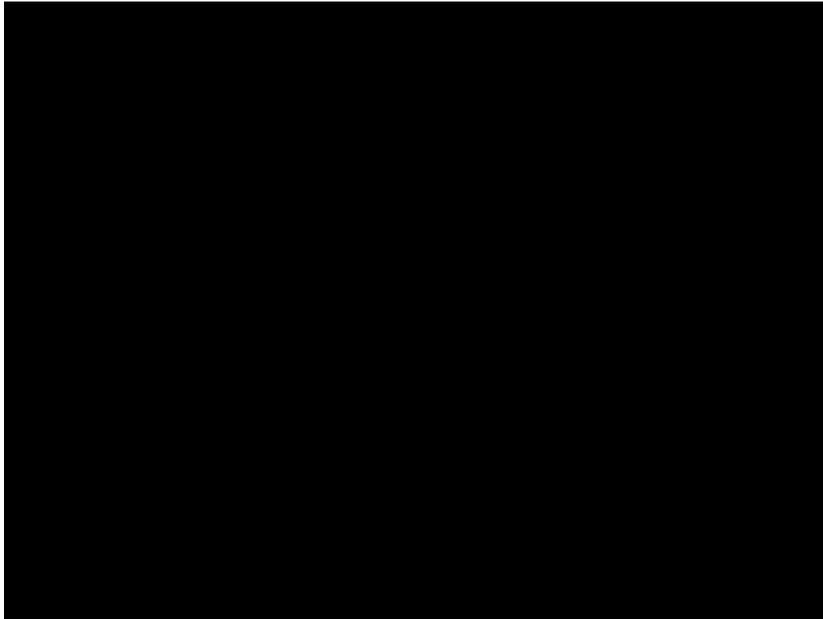


Figure 11. *Dynamomètre isocinétique Biodex, Shirley, NY – System 3 ayant permis la mesure des couples de force Non reproduit*

La procédure qui a été utilisée pour chaque essai dans le cadre de cette thèse est largement documentée (Easthope et al., 2010; Gruet, Vallier, Mely, & Brisswalter, 2010; Louis, Hausswirth, Easthope, & Brisswalter, 2011). Le sujet était installé dans un siège réglable permettant d'adapter sa morphologie avec les réglages standards suivants : 110° pour la hanche, 90° pour le genou (0° représentant l'extension maximale de la jambe). L'axe du genou était aligné à l'axe dynamomètre sur lequel était fixé un accessoire permettant de solidariser la cheville à l'appareil grâce à des sangles de fixation. Afin d'éviter tout mouvement de la hanche pendant les contractions, d'autres sangles de fixation étaient mises en place autour du tronc, du bassin et de la cuisse du participant. En effet tout mouvement superflu des segments corporels peut réduire la production de force (Weir, McDonough, & Hill, 1996). Ce dernier devait maintenir ses bras croisés contre la poitrine pour éviter toute traction sur les accoudoirs du fauteuil pendant les contractions. Lors de chaque phase de

mesure, le sujet devait chercher à tendre le plus fort possible sa jambe pendant cinq secondes (Gruet et al., 2010).

Le pic de force maximale correspondait à la valeur la plus élevée des couples de force enregistrés pendant la durée de chaque essai. Cette valeur était affichée sur l'écran du système Biodex. Pour chaque essai, un fichier texte (cf. Figure 12) était également généré, dans lequel étaient inscrites l'ensemble des valeurs de pics de force à une fréquence d'échantillonnage de 100 Hz (1 mesure toutes les dix millisecondes). La valeur affichée par le Biodex était contrôlée manuellement à posteriori en utilisant la fonction du tableur Microsoft Excel suivante : « =Max(plage de données : colonne des mesures de pics de force) ».

TEMPS mSec	MOMENT N-M	POSITION Degrés	POS (ANAT) Degrés	VELOCITY Deg/Sec
0	0.0	157.9	69	0.0
10	5.4	157.9	69	0.0
20	13.4	157.9	69	0.0
30	22.5	157.9	69	0.0

Figure 12. Extrait des 4 premières mesures d'un fichier Biodex de recueil des couples de force (i.e., MOMENT)

Aucun encouragement verbal ni de rétrocontrôle visuel n'étaient dispensés au sujet de façon à standardiser les conditions de réalisation des tests (ANAES, 2001; Matheson et al., 1991).

II.4 Mesure du taux maximal de développement de la force

La RFD rend compte de « l'explosivité » d'un muscle au cours des 250 premières millisecondes d'une contraction maximale volontaire (Aagaard et al., 2002). C'est un indicateur de la production de force utilisé dans le cadre d'études en physiologie de l'effort (Andersen, Andersen, Zebis, & Aagaard, 2010), en physiologie de réadaptation (Suetta et al., 2004), mais aussi dans le domaine sportif de haut niveau (Tschopp, 2003). En effet, dans les sports nécessitant la réalisation de mouvements explosifs, la RFD plus que la MVC est un facteur important de la performance (Andersen & Aagaard, 2006). La RFD est influencée par le niveau d'activation neural des muscles mobilisés (Aagaard et al., 2002) et par leurs

caractéristiques intrinsèques telles que la taille et le type des fibres musculaire (Andersen & Aagaard, 2006; Andersen et al., 2010).

Le calcul de la RFD a été effectué en suivant scrupuleusement la méthode largement documentée dans des études récentes (Andersen et al., 2010; Suetta et al., 2004). Ce calcul s'effectue sur la base des mesures brutes de couples de force. La RFD (Nm/s) est définie par la pente de la courbe des couples de force exprimée en fonction du temps, pour les vingt cinq intervalles suivant : de 0 (début de la contraction) à 10 ms, 0 à 20 ms, 0 à 30 ms, ..., 0 à 250 ms (cf. Figure 13).

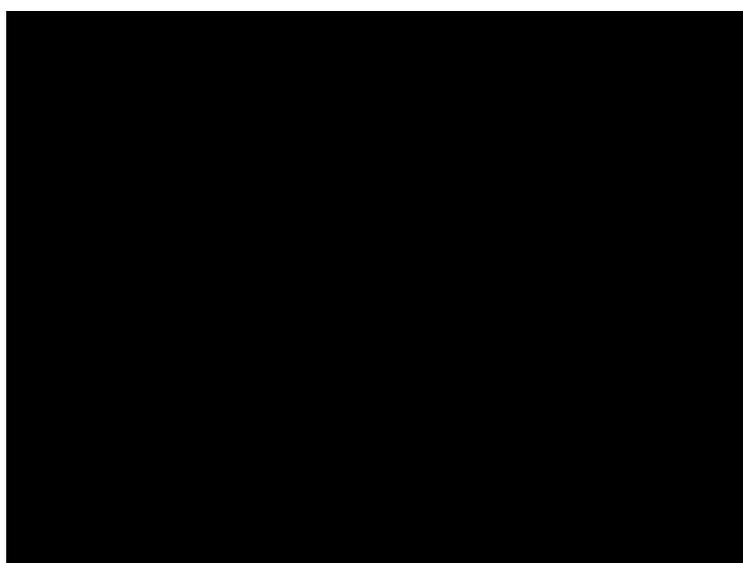


Figure 13. *Illustration du calcul de la RFD (Andersen et al., 2010) Non reproduit*

Le début de la contraction était défini comme étant l'instant où le couple de force dépassait la valeur de la mesure de base de 2,5% de l'amplitude de la mesure de base au pic maximal de force. Les auteurs distinguent trois paramètres de la RFD : un paramètre global défini par la valeur maximale (i.e., pic RFD), la RFD mesurée dans la phase précoce de la contraction (0-100 ms), et enfin la RFD mesurée dans sa phase tardive (200-250 ms). Chaque fichier texte généré par le système Biodex consécutivement à chaque essai de force maximale a été exporté vers le logiciel Matlab (The Mathworks, Inc., Natick, MA, USA). Un script programmé pour l'occasion a permis de détecter le début de la contraction musculaire, et de calculer les valeurs de RFD pour chaque intervalle de temps et enfin d'extraire le pic RFD. Etant intéressés par la

mesure de la mobilisation de l'énergie musculaire comme indicateur d'un état émotionnel (Elliot & Aarts, 2011), notre attention s'est focalisée uniquement sur le pic de RFD, les deux autres paramètres étant utilisés par les auteurs pour différencier les effets de l'entraînement sur les propriétés contractiles du muscle en fonction du temps, ce qui n'était pas notre préoccupation.

II.5 Manipulation expérimentale implicite des couleurs

Parce que la couleur est perçue à un niveau précoce, rudimentaire et automatique (Gegenfurtner & Kiper, 2003), la manipulation expérimentale des couleurs s'est faite à l'aide d'une méthode implicite, en accord avec le travail empirique et conceptuel d'Elliot et de ses collaborateurs (2007).

Cette méthode nommée « *procédure de la page de garde du test* » est la méthode la plus aboutie et la plus utilisée dans le paradigme des couleurs. Dans cette partie, nous allons décrire les matériels et les procédures spécifiques à cette méthode. D'autres méthodes dérivées de celle-ci, comme l'inscription colorée du numéro du participant sur une page de garde d'un test à réaliser (étude n°1 d'Elliot et de ses collaborateurs, 2007), l'affichage d'une couleur sur un écran d'ordinateur (étude n°2 d'Elliot & Aarts, 2011 ; étude n°6 d'Elliot et de ses collaborateurs, 2007), l'utilisation d'une photographie colorée (Elliot et al., 2010) ou d'un objet coloré (Maier et al., 2009) ont parfois été utilisées. Reposant sur les mêmes principes que la « *procédure de la page de garde* », et n'ayant pas été utilisées dans le cadre de ce travail, elles ne seront pas détaillées ici.

II.5.A Précautions méthodologiques

Elliot et ses collaborateurs (2007) ont mis au point une méthode standardisée de la manipulation des couleurs en ayant fait le constat que la majorité des études précédentes sur les couleurs ont utilisé des méthodes imprécises. Cette variabilité a selon les auteurs rendu difficile la comparaison des résultats entre les études, et expliquerait en partie la disparité des résultats obtenus (Valdez & Mehrabian, 1994; Whitfield & Wiltshire, 1990).

Beaucoup d'études ont en effet utilisé des pièces avec des murs colorés, ou des lumières colorées. Ces méthodes ne permettaient pas de contrôler, même approximativement comme dans le présent travail, la durée d'exposition à la couleur qui pouvait atteindre quatre jours

(Kwallek, Woodson, Lewis, & Sales, 1997). Cela posait en outre la question de l'habituation des participants au stimulus, voir son rejet. Par ailleurs, ces méthodes de manipulation des couleurs conduisaient à créer des environnements inhabituels pouvant biaiser l'implication du sujet dans la tâche.

Par ailleurs, la façon dont les couleurs sont typiquement perçues par les individus varie en fonction de trois paramètres (Fairchild, 2005) : la luminosité (i.e., **Lightness**), la saturation (i.e., **Chroma**) et la teinte (i.e., **hue**). La variation de ces trois paramètres dans un espace colorimétrique définit les propriétés intrinsèques de la couleur (Stokes, Fairchild, & Berns, 1992). Le modèle tridimensionnel de la commission internationale de l'éclairage (CIE LCh) a ainsi été utilisé par le groupe de travail d'Elliot pour concevoir les stimuli colorés. Cette variabilité n'a pas été prise en compte en standardisant la saturation et la luminosité dans les études précédentes, en dépit du fait que chacun de ces paramètres peut influencer la réaction d'un individu à une teinte (Camgoz, Yener, & Guvenc, 2003; Valdez & Mehrabian, 1994). De plus aucune étude précédente n'avait contrôlé la « typicité » de la couleur perçue, c'est-à-dire si le rouge que voyait le sujet était bien un exemple typique de ce qu'il pensait être du rouge (Elliot et al., 2007).

En accord avec ce qui vient d'être dit, la « *procédure de la page de garde* » repose sur la production de matériels colorés standardisés que l'on présente aux individus. Seule la teinte varie en fonction des stimuli colorés, permettant ainsi d'identifier ce paramètre comme étant celui supposé responsable de l'effet de la couleur sur le fonctionnement psychologique (Camgoz et al., 2003; Elliot et al., 2007; Valdez & Mehrabian, 1994).

II.5.B Choix des couleurs

Les plans expérimentaux utilisés sont exclusivement « inter-sujets », de façon à éviter qu'un participant ne suspecte l'étude de l'effet des couleurs en raison de la visualisation de plusieurs stimuli colorés (Elliot et al., 2010). La condition expérimentale « rouge » est contrebalancée avec des conditions expérimentales de contrôle qui sont chromatiques, et/ou achromatiques (i.e., neutres). Dans la mesure du possible, il est préférable de planifier ces deux conditions bien que la condition achromatique puisse être utilisée comme seul contrebalancement de la couleur rouge (Maier et al., 2008). Le contrôle chromatique permet de tester les effets de la couleur rouge sur la base de teintes équivalentes en saturation et en

luminosité, tandis que le contrôle achromatique ayant par définition une saturation nulle n'est standardisé qu'au niveau de la luminosité.

Les conditions achromatiques utilisent des stimuli neutres de couleur grise, blanche ou noire (Elliot et al., 2007). Les études les plus récentes du paradigme des couleurs (Elliot & Aarts, 2011) ayant eu recours à la couleur grise comme condition de contrôle achromatique, c'est sur cette teinte que nous avons porté notre choix.

Les conditions chromatiques de contrôle utilisent les stimuli colorés les plus contrastés par rapport à la couleur rouge. La couleur verte a été ainsi utilisée (Elliot et al., 2007) car le rouge et le vert sont des teintes « opposées » dans la majorité des espaces colorimétriques (Fehrman & Fehrman, 2004). Cette opposition peut se retrouver au niveau des significations associées à ces deux teintes : le vert évoque en général des associations positives (Kaya & Epps, 2004), comme par exemple la nature, ou les signaux indiquant un départ (e.g., feu vert). Comme le vert, la teinte bleue (Elliot et Aarts, 2011) est opposée au rouge dans les espaces colorimétriques. Elle offre certainement le contraste le plus marqué à la couleur rouge, étant la couleur préférée⁵ des jeunes adultes (Fehrman & Fehrman, 2004). La couleur bleue a sur ces bases été utilisée (à la place du vert) dans les dernières études d'Elliot et de ses collaborateurs comme la condition contrôle chromatique de la couleur rouge (Elliot & Aarts, 2011; Elliot et al., 2010). C'est donc sur cette teinte que nous avons porté notre choix.

Elliot et ses collaborateurs ont réalisé des études préliminaires (Elliot et al., 2007) de façon à s'assurer que les couleurs des stimuli présentés aux participants étaient « typiquement » représentatives des teintes utilisées. Les participants de ces études pilotes devaient répondre à deux questions après avoir visualisé un stimulus coloré (gris, blanc, noir, rouge, vert ou bleu). Ils utilisaient pour cela une échelle de réponse allant de (1) pas du tout à (5) extrêmement. Par exemple, dans le cadre de la couleur rouge, les questions étaient les

⁵ Malgré les valences positives des couleurs verte et bleue, le travail empirique d'Elliot et de ses collaborateurs n'a pas mis en évidence de différence entre les conditions expérimentales grise, verte ou bleue pour contrebalancer l'effet du rouge sur le fonctionnement psychologique. Les auteurs considèrent ainsi les conditions verte et bleue comme des conditions de « contrôle » de la condition rouge, au même titre que la condition grise (Elliot & Aarts, 2011; Elliot et al., 2009; Lichtenfeld et al., 2009; Maier et al., 2009; Payen et al., 2011). Le recours à des conditions de contrôle chromatique offre ainsi que nous l'avons dit un surcroît d'information relatif à la standardisation des stimuli selon leurs saturations. Deux études récentes ont cependant associé la couleur bleue à des processus motivationnels d'approche dans le cadre d'une tâche créative (Mehta & Zhu, 2009) ou lors de l'activation implicite de stéréotypes (Smeesters & Liu, 2011). Ces deux résultats en marge du travail empirique d'Elliot et de ses collaborateurs et dans des domaines différents, nous ont conduits à considérer à l'instar des auteurs du paradigme des couleurs que la condition bleue était uniquement une condition de contrôle chromatique. Les résultats de nos études empiriques ont en effet montré qu'il n'y avait pas de différence d'effet de la couleur grise et de la couleur bleue sur la mémoire et la production de force.

suivantes : « A quel point cette couleur est rouge ? » ; « A quel point cette couleur est un exemple typique de la couleur rouge ? ». Les matériels colorés ont pu ensuite être standardisés dans des espaces colorimétriques numériques, garantissant leur rigoureuse répllication d'une étude à l'autre.

II.5.C Matériels standardisés

La manipulation expérimentale des couleurs était contenue dans un classeur rigide blanc de format A4. Ce dernier contenait classiquement deux feuillets.

Le premier feuillet était rigide (papier mat renforcé de marque Epson). Il contenait un rectangle *coloré* de 18 x 12,68 cm au centre duquel les mots « Test expérimental » (ou « Test de Force » pour les études utilisant des tâches motrices) avaient été imprimés en noir avec une grosseur de 34 points (voir Figure 14, pour l'exemple de la couleur rouge).



Figure 14. *Exemple de rectangle coloré employé dans la manipulation expérimentale des couleurs*

Le paramétrage de la luminosité, de la saturation et de la teinte des trois couleurs expérimentales s'est fait à l'aide du logiciel Adobe Photoshop en utilisant l'espace colorimétrique « CIE LCh ». Les supports papiers ont été imprimés en utilisant les paramètres colorimétriques suivants (Elliot et al., 2011): rouge LCh(49.9, 50.9, 27.0), bleu LCh(49.6, 50.4, 271.0), et gris LCh(50.1, 10.4, 270.9). Les couleurs rouge, grise et bleue étaient ainsi standardisées selon une luminance et une saturation (couleurs « chromatiques » uniquement) équivalentes. Seule la teinte variait. Ces teintes ont été validés sur le produit fini à l'aide d'un spectromètre Eye-One Pro de marque Gretag MacBeth (cf. Figure 15).

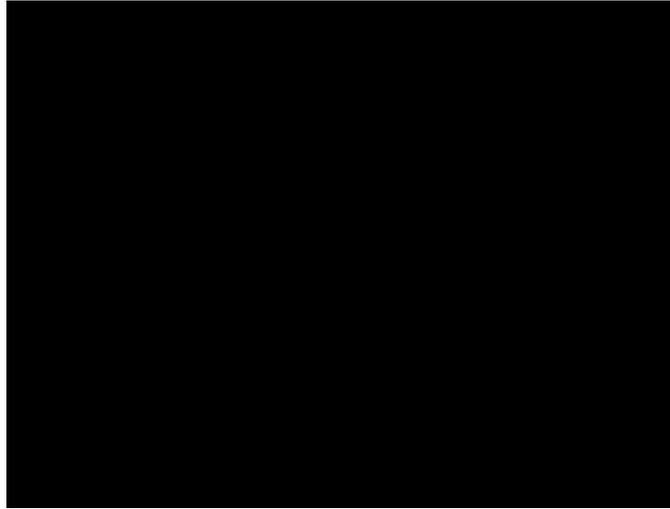


Figure 15. *Spectromètre Eye-One Pro Gretag MacBeth Non reproduit*

II.5.D Procédure

II.5.D.a Aménagement du laboratoire

Le laboratoire a été standardisé, de façon à offrir aux participants un environnement coloré neutre sur la base d'un éclairage identique quelle que soit l'heure de la journée. Ainsi, le jour de l'expérience, les participants étaient accueillis dans une pièce spécialement aménagée pour l'occasion, sans fenêtre, éclairée à la lumière blanche froide, avec une peinture murale blanche et un mobilier gris/noir. La tenue de l'expérimentateur et le matériel utilisé étaient standardisés de la même façon.

II.5.D.b Présentation subreptice du stimulus implicite

La «*procédure de la page de garde* » permet de présenter brièvement le stimulus coloré à l'insu du participant, présupposant son action implicite (De Houwer & Moors, 2007). Ainsi, prétextant le remplissage d'un questionnaire à la fin de la seconde phase de mesure, l'expérimentateur remettait aux participants le classeur blanc contenant les pages permettant la manipulation expérimentale de la couleur. Il demandait alors aux participants d'ouvrir le classeur à la première page colorée, et après un délai bref (approximativement deux secondes), de tourner la page. L'expérimentateur était placé de telle sorte qu'il ne pouvait voir la couleur du rectangle. Les participants remplissaient alors le questionnaire et remettaient le classeur refermé à l'expérimentateur.

II.5.D.c Contrôle de la manipulation expérimentale

La procédure de contrôle mise en œuvre dans le cadre de cette thèse était identique à celle utilisée dans les études du paradigme des couleurs d'Elliot et de ses collaborateurs. A la fin de chaque expérimentation, sous la forme d'une interview, l'expérimentateur demandait aux participants de répondre à la question suivante : « Que pensez-vous que nous essayons d'étudier dans le cadre de cette expérience ? ». Si le mot « couleur » était contenu dans la réponse, l'expérimentateur interrogeait à nouveau le participant : « Avez-vous une idée de la raison pour laquelle nous avons utilisé une couleur dans cette étude ? ». Enfin, l'expérimentateur demandait au participant de nommer la couleur contenue sur la première page du classeur de façon à vérifier un éventuel trouble de la perception de la couleur chez le participant. Ce contrôle était effectué à posteriori pour éviter d'attirer l'attention du participant sur les couleurs. Les sujets daltoniens étaient le cas échéant exclus à posteriori des analyses. L'ensemble des participants ne devinaient pas le but de l'expérience, qui leur été révélé par l'expérimentateur lors du bilan explicatif final.

II.6 Sélection des participants selon leurs traits de personnalité

II.6.A La dichotomisation

L'étude des effets des différences de personnalité en psychologie expérimentale repose classiquement sur des mesures de variables indépendantes continues auto-rapportées (i.e., construits psychologiques). Une pratique courante en psychologie différentielle consiste à transformer ces variables continues en variables catégorielles à deux modalités (i.e., dichotomisation, Brauer, 2002). Les effets de ces variables peuvent ensuite être examinés grâce à une analyse de variance (ANOVA) facilitant les interprétations des résultats, notamment dans le cas de devis expérimentaux multi-variés (Brauer, 2002; Ravichandran & Fitzmaurice, 2008).

Plusieurs méthodes sont utilisées dans la littérature. Nous nous sommes centrés sur les méthodes utilisées dans des protocoles récents ayant étudié les effets des différences de personnalité sur le comportement, à l'instar de notre étude expérimentale n°3B. Nous avons illustré ces démarches de constitution des groupes expérimentaux à l'aide d'études ayant utilisé le trait d'anxiété (Spielberger, 1983) qui est une variable utilisée pour mesurer la sensibilité à l'évitement (Corr, 2001).

II.6.A.a Normes

Les sujets peuvent être catégorisés en fonction de normes relatives à l'échelle de personnalité lorsque celles-ci sont publiées. Dans le cadre du trait d'anxiété, Spielberger (1983) proposait cinq intervalles de scores rendant compte de cinq niveaux d'anxiété différents : inférieur à 35 (très faible), de 36 à 45 (faible), de 46 à 55 (moyen), de 56 à 65 (élevé), supérieur à 65 (très élevé). A notre connaissance, cette méthode a été utilisée par peu d'auteurs (Miu, Heilman, & Miclea, 2009; Oldenburg, Lundh, & Kivistö, 2002). Elle offre l'avantage de se référer à des critères de classification validés permettant une comparaison inter-études. En revanche, les normes fournies par les auteurs ne sont pas toujours adaptées à la spécificité de la population d'étude et les scores d'anxiété ont globalement augmenté ces quarante dernières années (Bardel & Colombel, 2009), ce qui pourrait rendre les normes publiées par Spielberger obsolètes. En outre, la création des groupes expérimentaux sur la base de normes pose un problème de faisabilité dans le cadre d'échantillons faibles ou hétérogènes.

II.6.A.b Percentiles

D'autres auteurs ont utilisé une méthode centrée sur la distribution des percentiles des scores de personnalité (Cooper, Rowe, & Penton-Voak, 2008). La méthode consiste à utiliser les percentiles comme limites de catégorisations hautes et basses, en répartissant les scores les plus élevés (scores supérieurs à la valeur du percentile choisie) et les plus faibles (scores inférieurs à la valeur du percentile choisie) respectivement dans les groupes expérimentaux « scores élevés » vs « scores faibles ». Bien que cette méthode soit proche de celle des normes décrite ci-dessus, les bornes de classifications sont ici liées aux propriétés de la population d'étude. Les valeurs des percentiles choisies par les auteurs peuvent varier : 90^{ème}/10^{ème} (Capa & Audiffren, 2009), 80^{ème}/20^{ème} (Capa et al., 2008), 75^{ème}/25^{ème} (Cooper et al., 2008), 66^{ème}/33^{ème} (Reidy, 2004). D'autres auteurs utilisent une méthode dérivée des percentiles, en définissant les bornes de classification au regard de la moyenne plus ou moins un écart-type (Miskovic et al., 2010). Ces méthodes de classification des individus selon la distribution des scores à des tests mesurant les dimensions de la personnalité excluent tous les participants dont les scores seraient compris entre les deux bornes de classification. Ainsi, plus l'écart entre les bornes est élevé, plus l'exclusion de participants est grande.

II.6.A.c Coupure médiane

La « coupure médiane » est une méthode de classification également centrée sur la distribution des scores de la population d'étude. Elle offre la particularité de n'avoir qu'une seule valeur de coupure, correspondant à la valeur de la médiane des scores de la variable dispositionnelle mesurée. Dans les études qui portent sur le trait d'anxiété, les participants ayant un score de trait d'anxiété plus élevé/plus faible que la médiane sont classés dans le groupe des « plus anxieux »/« moins anxieux ». Cette classification est relative aux propriétés de la population d'étude. Ainsi, les valeurs de coupure varient en fonction des études (cf. Tableau 1), bien que n'étant pas toujours spécifiées (Jönsson, 2007; Pauls & Stemmler, 2003).

Tableau 1. *Exemple de valeurs de coupure médiane des scores du trait d'anxiété utilisées pour dichotomiser des groupes expérimentaux.*

Etudes	Coupure médiane
(Sehlmeyer et al., 2010)	32
(Narita et al., 2007)	36
(Harrison & Turpin, 2003; Kverno, 2000)	38
(Richards & French, 1991)	40
(Aftanas & Pavlov, 2005)	43
(Russo, Fox, & Bowles, 1999)	45
(Bardel & Colombel, 2009)	46 (norme)
(Eysenck & Byrne, 1994)	51

Nous pouvons constater que les valeurs utilisées sont généralement inférieures à la norme classiquement établie. Harrison et Turpin (2003) précisent qu'au-delà de ces constats, la valeur exacte de la coupure n'est pas systématiquement liée à la présence d'un effet. De façon alternative, certains auteurs considèrent comme normes, les valeurs des coupures médianes définies dans des études ayant reporté des effets liés aux différences individuelles (Schwerdtfeger, 2006).

Ainsi, la « coupure médiane » offre donc l'avantage de n'exclure aucun sujet de la classification. Toutefois elle implique une discrimination moins importante que les méthodes utilisant les normes et les percentiles, avec le risque de ne pas pouvoir mesurer l'effet potentiel de la différence individuelle.

II.6.B Limite des méthodes de dichotomisation et analyse de régression

Nous avons évoqué ci-dessus que les méthodes de dichotomisation sont fréquemment utilisées en psychologie différentielle parce qu'elles reposent sur des méthodes statistiques d'analyse de variance simples et « familières » (Ravichandran & Fitzmaurice, 2008), offrant une interprétation des résultats plus aisée notamment dans le cadre de plans multifactoriels (Brauer, 2002). Pourtant, ces méthodes de dichotomisation présentent des inconvénients (Irwin & McClelland, 2003; MacCallum, Zhang, Preacher, & Rucker, 2002; Maxwell & Delaney, 1993) principalement à cause de la perte d'informations liée à la modification arbitraire de la distribution (Pittenger, 2004). La dichotomisation d'une variable indépendante supposée continue entraînerait en effet une diminution de la puissance de test (Cohen, 1983). Dans le cadre d'une distribution normale, cette perte pourrait néanmoins être compensée par une hausse de l'effectif de la population d'étude d'au moins 38 % (Brauer, 2002).

Sur la base de ces critiques, les auteurs cités ci-dessus préconisent le recours à l'analyse de régression, qui permet de conserver la distribution d'origine de la variable indépendante continue et ainsi de ne pas diminuer la puissance statistique du test. Il suffit pour cela de régresser la variable indépendante sur la variable dépendante. Certains auteurs ont en effet montré sur la base de données brutes identiques, que l'analyse de variance de variables indépendantes dichotomisées présentait plus de risque d'erreur de première espèce que l'analyse de régression de ces variables non dichotomisées (Brauer, 2002). D'autres auteurs ont en revanche reportés des résultats identiques avec les deux méthodes statistiques (Corr & Kumari, 1997).

Dans le cadre d'un plan expérimental à plusieurs facteurs, le recours à l'analyse de régressions « multiples » est nécessaire, moyennant certaines précautions telles que la centration des variables, le codage des variables discrètes en contrastes orthogonaux, et le calcul des produits d'interaction à intégrer au modèle de régression (cf. Brauer, 2002 pour plus de précisions). L'interprétation des coefficients de régression est alors possible, mais moins aisée que l'interprétation des résultats d'une analyse de variance multifactorielle (Ravichandran & Fitzmaurice, 2008). Par ailleurs l'analyse de régressions multiples permet dans le cadre de deux variables indépendantes continues de s'affranchir du risque que présente la dichotomisation d'obtenir des résultats d'interactions faussés (Irwin & McClelland, 2003).

II.6.C Choix de la méthode

Notre étude empirique n°4 a été construite sur un plan à trois facteurs : couleur (gris vs rouge) x tempérament d'évitement x tempérament d'approche. Il nous était nécessaire de contrôler à priori que les sujets des deux conditions expérimentales de couleur présentaient une répartition équitable de leurs scores aux questionnaires de tempéraments (Stemmler et al., 2007). Nous avons fait pour cela le choix de mettre en œuvre un recrutement « pseudo-aléatoire » ayant nécessité une pré-sélection des participants en amont (i.e., avant la mise en œuvre du protocole), sur la base de leurs tempéraments, discriminés à l'aide d'une coupure médiane. Cette méthode a été retenue car elle permet de constituer des groupes statistiquement différents au niveau de leurs scores aux questionnaires de personnalité. Elle évite en outre l'exclusion déjà évoquée d'une part non négligeable de l'échantillon de base lors du recours aux autres méthodes.

Le recours à des analyses de régressions multiples peut conduire à une faible puissance statistique du fait de la multiplicité des prédicteurs inclus dans le modèle de base. La puissance statistique est classiquement favorisée dans le cadre de ces analyses par le recours à des effectifs d'étude élevés, la taille de l'effet mesuré étant généralement inconnue (Nunnally, 1978). L'auteur préconise des effectifs au moins égaux à 300 sujets. Plus récemment, sur la base de ces constats, une étude a synthétisé une série de méthodes permettant le calcul de la taille de l'échantillon au regard du nombre de prédicteurs du modèle de régressions multiples (Maxwell, 2000). Dans le cadre de notre étude n°3B comprenant trois prédicteurs principaux (la couleur, le tempérament d'évitement et le tempérament d'approche), il aurait été nécessaire selon les préconisations de l'auteur d'avoir une taille d'échantillon supérieure ou égale à 218 sujets. Notre taille d'échantillon étant égale à 64 sujets nous avons fait le choix à priori de mener dans notre étude empirique n°3B une analyse de variance après avoir dichotomisé les tempéraments d'approche et d'évitement, plutôt qu'une analyse de régressions multiples. Ce choix nous a permis en outre de préserver l'homogénéité du recours à l'analyse de variance comme méthode d'analyse des données pour l'ensemble de nos études. Le recours à cette méthode a enfin facilité l'interprétation des effets d'interaction du plan multifactoriel de l'étude n°3B. Toutefois, conscients des limites de la dichotomisation, des analyses de régressions multiples ont été réalisées à posteriori selon les recommandations de Brauer (2003). Ces dernières ont montré des résultats similaires à ceux des analyses de

variance (Corr & Kumari, 1997). Ces résultats sont reportés à la page 126 de ce document en note de bas de page de l'étude n°3B.

II.7 Sélection des participants selon leur origine culturelle

Dans la perspective de la psychologie interculturelle, les recherches empiriques s'orientent classiquement vers la sélection de populations qui diffèrent au niveau de leurs origines culturelles, de façon à étudier les différences que cela peut produire au niveau des attitudes, des pensées et des comportements observables (van de Vijver & Leung, 1997). Dans le cadre de cette thèse, une démarche de ce type a été mise en place de façon exploratoire pour étudier la possible modulation de l'effet du rouge sur la production de force par l'origine culturelle des participants. Nous présentons ci-dessous les éléments qui nous ont guidés pour sélectionner les participants et évaluer la pertinence des outils de mesure utilisés dans cette étude interculturelle.

II.7.A.a Sélection des participants

II.7.A.a.1 Sélection de la culture

Les pays sont classiquement utilisés pour définir les contours de la différenciation culturelle des populations d'étude (Berry et al., 2011). La sélection des cultures peut se faire alors sur la base d'un choix de nations pour lesquelles il est fait l'hypothèse que l'objet d'étude peut varier (Berry et al., 2011). Selon les auteurs, deux caractéristiques sont à considérer pour identifier des cultures distinctes au regard d'un objet d'étude : la différenciation supposée de l'objet d'étude en fonction des populations, et sa permanence dans le temps. Dans le cadre de notre travail, la signification de la couleur rouge est prétendue varier entre les populations occidentales et chinoises (Aslam, 2006), et cette différenciation remonte aux bases antiques de la Chine (Fernberger, 1935) et de la Grèce (Jobes, 1962). Cet aspect est développé dans l'introduction de l'étude n°4 de ce travail doctoral.

II.7.A.a.2 Sélection de l'échantillon

Il est nécessaire de considérer si un échantillon représentatif de chaque population peut être sélectionné. La grande majorité des études interculturelles sont menées avec des étudiants, qui ont la qualité d'être habitués au remplissage de questionnaires ou à la réalisation de tests

(Berry et al., 2011). Ces outils d'investigation sont en effet très répandus dans les approches quantitatives. Nous avons donc sélectionné des étudiants issus de la communauté chinoise de l'Université du Sud Toulon Var, pour les comparer à des étudiants français issus de la même université. Le sexe et l'âge des participants ont été contrôlés (Noiwan & Norcio, 2006). Malgré ces précautions, Berry et ses collaborateurs (2011) insistent sur le fait qu'il est impossible de choisir un échantillon dans une culture de façon à ce qu'il corresponde parfaitement avec celui de l'autre culture.

Concernant les études comparatives d'étudiants chinois et européens ou américains, les échantillons d'étudiants étrangers sont soit étudiés dans leur pays d'origine (Elliot et al., 2010; Ji, Guo, Zhang, & Messervey, 2009; Lesch, Rau, Zhao, & Liu, 2009), soit dans leur pays d'accueil (i.e., communautés étrangères), classiquement celui de l'autre population d'étude (Ou, Luo, Woodcock, & Wright, 2004; Roberts & Levenson, 2006; Soto & Levenson, 2009). Notre étude se situe à l'interface de ces deux pratiques. Les étudiants chinois que nous avons recrutés n'étaient présents en France que depuis le début de leur cursus universitaire. S'ils ne pouvaient avoir échappé aux influences des normes culturelles occidentales, ils étaient moins emprunts de ces dernières que des étudiants issus de la communauté chinoise vivant en France.

II.7.A.b Pertinence des outils de mesures

Berry (Berry et al., 2011) propose enfin différentes recommandations relatives au choix des outils permettant de quantifier les variations de l'objet d'étude. Les mesures doivent pouvoir être agrégées et comparées entre les groupes. L'outil de mesure ne doit pas faire l'objet d'une préférence (ou d'une habitude) pour l'un des deux groupes. Il doit être adapté aux caractéristiques linguistiques du groupe à l'aide par exemple d'une traduction des consignes.

Par exemple, dans leur étude comparative sur la force de la main, Wu et ses collaborateurs (Wu, Wu, Liang, Wu, & Huang, 2009) ont utilisé les mêmes procédures normalisées définies par la Société des Thérapeutes de la Main (ASHT) associées au même matériel de mesure (Dynamomètre Jamar). Ainsi, les dynamomètres et les procédures standards de mesures de force qui y sont associées, semblent être des outils appropriés à l'évaluation de différences interculturelles.

Dans le cadre de notre étude exploratoire, nous avons utilisé le même dynamomètre pour les deux populations étudiées. De façon à limiter les problèmes d'incompréhension liés à une maîtrise partielle du français de la part des étudiants étrangers, nous avons en outre limité l'utilisation des questionnaires, en les focalisant sur des construits simples (humeur, éveil, valence accordée à une couleur), ces derniers ainsi que les consignes de la tâche ayant été traduits en chinois moderne par un professionnel de nationalité chinoise (cf. Annexes).

Enfin, aucun retour d'information ou encouragement n'a été donné pendant les mesures de force afin de contrôler l'effet interculturel des feedbacks sur la performance mesurée en situation d'accomplissement (Hamamura & Heine, 2008).

II.7.A.c Généralisation des résultats

Un des buts de la comparaison culturelle serait de valider la généralisation de résultats relatifs aux cultures occidentales, à d'autres cultures (e.g., asiatiques), ou de généraliser les résultats obtenus à partir d'un échantillon à la population globale qu'il est censé représenter (Elliot et al., 2010).

Cependant, les conclusions relatives aux études menées avec des étudiants ne peuvent être généralisées que sous réserve de l'homogénéité culturelle de l'objet d'étude (Jahoda, 1992). Certaines variables psychologiques peuvent en effet montrer une variation systématique en fonction des classes sociales qui composent un pays, ce qui tend à relativiser les possibilités de généralisation des études comparatives culturelles menées sur des sous groupes tels que les étudiants.

Partie Empirique

Chapitres III et IV : Rôle du contexte : étude de l'effet d'un stimulus menaçant implicite

Etude 1 : Etude de l'effet de la couleur rouge sur la variabilité de la fréquence cardiaque et la mémoire.

Etude 2 : Etude de l'effet de la couleur rouge sur la production maximale volontaire de force lors d'un test isométrique.

Chapitre V et VI : Rôle de la personnalité sur l'effet de la couleur rouge

Etude 3A (corrélacionnelle): Démarche de validation préliminaire de la version française du questionnaire de mesure des tempéraments d'approche et d'évitement (ATQ, Elliot & Thrash, 2010).

Etude 3B : Etude de la modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments d'approche et d'évitement.

Chapitre VII : Rôle de l'origine culturelle sur l'effet de la couleur rouge

Etude 4 (exploratoire) : Modulation de l'effet de la couleur rouge par l'origine culturelle dans le cadre d'une tâche motrice simple.

Rôle du contexte :
Effet de la couleur rouge

Chapitre III. Etude 1 : Etude de l'effet de la couleur rouge sur la variabilité de la fréquence cardiaque et la mémoire

L'étude présente a fait l'objet d'une publication : Elliot, A. J., Payen, V., Brisswalter, J., Cury, F., & Thayer, J. F. (2011). A subtle threat cue, heart rate variability, and cognitive performance. Journal of Psychophysiology, 48(10), 1340-1345. L'article original est reporté dans les annexes de ce document.

III.1 Introduction

Les psychologues se sont depuis longtemps intéressés à l'étude de l'activité cardio-vasculaire dans des contextes de performances cognitives (Hebb, 1955; Yerkes & Dodson, 1908). La variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) est à cet effet un indicateur reconnu et fiable de l'activité cardio-vasculaire dans la littérature scientifique contemporaine. De récents travaux théoriques ont établi des liens entre la VFC et l'anxiété (Friedman, 2007), et entre la VFC et le fonctionnement cognitif mesuré au cours de tests (Thayer et al., 2009). Dans la présente étude, nous avons cherché à étendre les travaux empiriques dans ce domaine, en examinant si un stimulus menaçant « subtil » (i.e., la couleur rouge) influençait la réactivité de la VFC dans le cadre d'un test de quotient intellectuel (QI) et si la réactivité de la VFC était associée à une modification de la performance cognitive mesurée lors d'un test de mémoire.

La VFC est une mesure non invasive de la régulation de l'activité cardiaque par le système nerveux autonome. Dans les études de la VFC, l'indice des hautes fréquences (HF) est le paramètre le plus couramment utilisé et documenté pour rendre compte de cette régulation. La composante HF qui est médiée presque exclusivement par l'activité parasympathique est dans ce cadre considérée comme un indicateur du tonus vagal cardiaque (Akselrod et al., 1981; Lane et al., 2009).

Les études empiriques actuelles montrent que des événements stressants, tels que les tests cognitifs, conduisent à diminuer la VFC (Hansen et al., 2003; Lovallo, 2005). L'anxiété ou la peur peuvent aussi provoquer une diminution de la VFC (Kreibig, 2010; Thayer et al., 1996).

Ce travail empirique a eu recours à des « manipulations explicites de l'émotion », tels que des ensembles d'images ou des extraits de films. Une étude récente a par exemple montré que des sujets anxieux et/ou dépressifs exposés pendant cinq minutes à une lumière rouge démontraient une baisse de leur VFC comparativement à une lumière blanche ou bleue (Chang-Jin, Kyung-Soo, Chul-Min, Se-Hong, & Whan-Seok, 2011). Les auteurs utilisaient une manipulation explicite de la couleur. Il était en effet demandé au sujet d'exprimer son ressenti par rapport aux trois lumières colorées qui lui avaient été présentées dans un plan intra-individuel. Enfin, cette étude ne portait pas sur le contexte d'accomplissement. Par ailleurs, les recherches sur les « stimuli affectifs implicites » (Friedman & Förster, 2010) indiquent que certains stimuli de l'environnement véhiculent des informations pertinentes, et que la simple perception de ces stimuli est suffisante pour provoquer d'importants processus psychologiques et physiologiques (pour une revue, voir Friedman & Förster, 2010). Dans ce cadre conceptuel l'influence d'un stimulus menaçant implicite dans un contexte d'accomplissement sur la VFC reste cependant à être étudiée.

Les théoriciens ont non seulement, comme cela a été décrit plus haut, démontré un lien entre la VFC et l'expérience émotionnelle, mais aussi entre la VFC et l'activité du cortex préfrontal mobilisé lors de fonctions exécutives ou attentionnelles soutenues. Ainsi, une VFC faible ne reflète pas seulement l'anxiété, elle rend aussi compte de la charge mentale (Jorna, 1992) et d'un fonctionnement cognitif inefficace (Porges, 1992; Thayer & Lane, 2000) lors de la réalisation de tâches cognitives complexes. Des études relativement récentes ont fourni des résultats soutenant cette hypothèse en indiquant que la VFC est positivement associée à la performance lors de tâches mobilisant la mémoire de travail ou l'inhibition de réponses dominantes (Croizet et al., 2004; Hansen, Johnsen, Sollers, Stenvik, & Thayer, 2004; Hansen et al., 2003; Hansen, Johnsen, & Thayer, 2009; Johnson, 2003). Notre étude a ainsi utilisé un test de QI mesurant la mémoire de travail, ce dernier n'ayant encore jamais été utilisé dans le cadre de l'étude de l'effet de la couleur rouge sur la performance cognitive.

Par ailleurs, les études menées sur la VFC et les performances cognitives se sont centrées exclusivement sur (1) les différences individuelles de la VFC ou (2) ont mesuré la variation de la VFC *pendant* la réalisation de la tâche. Le premier groupe d'études a fourni des renseignements précieux mais aucun résultat n'a pu être apporté concernant les processus dynamiques de la VFC ; de même le second groupe d'études a apporté un éclairage significatif mais fait l'objet de limites méthodologiques notables. En effet lorsque la VFC est

mesurée en même temps que l'exécution d'une tâche il n'est pas possible de discerner si la variation de la VFC est un antécédent ou une conséquence de la performance à cette tâche. De plus, le mouvement impliqué dans la réalisation de la tâche elle-même peut influencer la VFC (Lehrer et al., 2010).

L'étude présente a porté précisément sur le lien entre un stimulus menaçant, la variation de la VFC mesurée avant l'exécution de la tâche, et la performance mesurée lors d'un test de mémoire. Cela a permis d'étudier de façon originale la variation de l'état de la VFC sans l'influence des mouvements liés à la réalisation de la tâche, comme étant un antécédent de la performance au test. Dans l'étude présente le stimulus menaçant implicite utilisé était la couleur rouge. En effet le simple fait de percevoir du rouge avant un test était supposé provoquer chez l'individu des processus motivationnels d'évitement associés à de l'anxiété (Lichtenfeld et al., 2009; Moller et al., 2009) responsables de la dégradation de la performance cognitive à un test. Conformément au paradigme des couleurs détaillé précédemment, cet effet de la couleur rouge a été comparé à ceux de couleurs « contrôles » chromatique (bleue) et achromatique (grise).

Nous avons émis l'hypothèse selon laquelle lors de la passation d'un test de QI mobilisant les capacités de mémoire, les participants placés dans la condition expérimentale rouge devaient démontrer une diminution de la VFC et une dégradation de leurs performances aux tests de mémoire par rapport aux participants placés dans les conditions expérimentales bleue et grise. La diminution de la VFC devait en outre être corrélée à la dégradation de la performance aux tests de mémoire.

III.2 Méthode

III.2.A Participants

Trente trois étudiants (30 hommes et 3 femmes) âgés en moyenne de 23 ans ($ET = 3.78$) ont été volontaires pour participer à l'étude présente. Les participants étaient issus de la faculté des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) de l'Université du Sud Toulon Var (USTV). Chacun a donné un consentement écrit précisant l'absence de troubles cardio-vasculaires et de traitements médicamenteux. Les participants se présentaient au laboratoire le jour de leur convocation sans avoir consommé les trois heures

précédentes de substances pouvant influencer le rythme cardiaque (caféine, nicotine, nourriture).

III.2.B Procédure

Les participants étaient assignés aléatoirement à l'un des trois groupes expérimentaux de l'étude définis en fonction de la couleur présentée au cours de l'expérience (rouge, n=11 ; bleue, n=11 ou grise, n=11). L'ensemble de l'étude a été menée par un seul expérimentateur.

Le jour de l'expérience, les participants étaient accueillis au sein du laboratoire dans une pièce isolée. L'environnement coloré était neutre conformément aux recommandations méthodologiques déjà évoquées du paradigme des couleurs: le mobilier, les peintures murales ainsi que la tenue de l'expérimentateur étaient à cet effet achromatiques. En dehors de la manipulation de la couleur, tous les participants ont suivi la même procédure expérimentale. Les participants étaient informés qu'ils allaient passer deux tests de quotient intellectuel (QI) évaluant la mémoire de travail, entre lesquels la fréquence cardiaque et des questionnaires allaient être mesurés. Une fois le cardio-fréquencemètre mis en place, les participants réalisaient le premier test de QI, sans communication du résultat. Ils étaient ensuite informés que les données cardiaques allaient être enregistrées durant deux phases de repos de trois minutes. L'expérimentateur quittait alors la pièce pendant la première phase de mesure. A la fin des trois minutes d'enregistrement, l'expérimentateur rentrait à nouveau dans la pièce. Prétextant le remplissage d'un questionnaire à la fin de la seconde phase de mesure, il remettait aux participants un classeur blanc contenant trois pages permettant la manipulation expérimentale de la couleur à leur insu. La « *procédure de la page de garde* » (Elliot et al., 2007) a été précisément décrite à la page 71 de ce document.

La première page contenait un rectangle coloré rouge, gris ou bleu en fonction du groupe expérimental des participants. L'expérimentateur demandait aux participants d'ouvrir le classeur à cette première page, et après un délai de deux secondes, de tourner la page. L'expérimentateur était placé de telle sorte qu'il ne pouvait voir la couleur du rectangle.

La deuxième page contenait la phrase « Enregistrement en cours : conserver les mains sur les cuisses. », imprimée à l'encre noire en milieu de page de façon à rappeler aux participants la position de repos pour la mesure de la variabilité de la fréquence cardiaque. L'expérimentateur quittait alors la pièce durant cette deuxième phase d'enregistrement. A la fin des trois minutes de mesure, il rentrait à nouveau dans la pièce pour demander au sujet de

consulter la troisième page du classeur qui contenait un questionnaire « d'humeur » et « d'éveil ».

Les participants réalisaient ensuite leur deuxième test de QI selon les mêmes modalités que le premier test. A la fin de l'expérience, les participants étaient questionnés par l'expérimentateur qui leur demandait : 1) d'indiquer quel était selon eux le but de l'expérience, ceci afin de vérifier qu'ils n'avaient pas conscience que la couleur était au centre des préoccupations expérimentales 2) de nommer la couleur qui leur avait été présentée dans le classeur. L'expérimentateur leur révélait enfin le but réel de l'expérience et les remerciait.

III.2.C Mesures

III.2.C.a Variabilité de la Fréquence Cardiaque (VFC), Hautes Fréquences (HF) et Fréquence Respiratoire (FR)

Durant les deux périodes d'enregistrement de la VFC, les participants devaient rester tranquillement assis les mains sur les cuisses, sans bouger ni parler et en respirant régulièrement. Un émetteur (ceinture thoracique) et un moniteur cardiaque digital (modèle RS800 de la marque Polar Electro) ont permis de mesurer et d'enregistrer les intervalles R-R. Chaque période R-R a été validée avant toute analyse en vérifiant et corrigeant la présence éventuelle d'artéfacts à l'aide d'interpolations. Les données ont ensuite été filtrées, ré-échantillonnées et redressées de façon à pouvoir réaliser une analyse spectrale de puissance à l'aide d'une transformée rapide de Fourier (FFT) permettant de calculer la densité spectrale ($\text{msec}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$) des hautes fréquences (HF : 0.15-0.50 Hz) pour chaque période de 3 minutes, exprimée ensuite en unités normalisées (nu). Cette analyse de la VFC a été complétée par une seconde analyse fréquentielle basée sur un modèle autorégressif de façon à pouvoir calculer une estimation de la FR. Cette estimation de la FR a permis de réaliser des analyses avec et sans son contrôle, ce dernier faisant débat dans la littérature de la VFC (Denver et al., 2007).

Les différences des scores d'HF et de FR entre la première phase de mesures (T1) et la seconde (T2) ont été exprimées en pourcentages (Duschek, Muckenthaler, Werner, & del Paso, 2009; Millar et al., 2009). Ainsi, les valeurs positives indiquaient une hausse de la VFC entre T1 et T2, tandis que les valeurs négatives indiquaient une baisse de la VFC entre T1 et T2.

III.2.C.b Performance aux tests de mémoire

La mémoire a été évaluée à l'aide d'un indice composite calculé sur la base des scores de deux tests de mémoire de travail empruntés à la batterie d'évaluation du quotient intellectuel « *Wechsler Intelligence Test* » (3^{ème} édition, 1997 ; traduite en français en 2000). Ces tests avaient la particularité d'être réalisés intégralement par voie orale et d'offrir une difficulté augmentant graduellement jusqu'à l'échec du participant.

Le premier test (T1) se déroulait en deux phases : les participants devaient tout d'abord répéter correctement des séries de chiffres de tailles croissantes énoncées par l'expérimentateur (e.g., modèle : « 6, 4, 3, 9 » ; réponse : « 6, 4, 3, 9 »). Ils réalisaient ensuite la même procédure avec de nouvelles séries de chiffres mais en les répétant dans l'ordre inverse (e.g., modèle : « 3, 2, 7, 9 » ; réponse : « 9, 7, 2, 3 »). A chaque réponse correcte le participant marquait un point, l'expérimentateur stoppait le test après deux réponses erronées consécutives. Les scores de ce premier test s'échelonnaient potentiellement de zéro à trente points.

De la même manière, le second test (T2) exigeait que les participants répètent des séries de chiffres et de lettres de tailles croissantes énoncées oralement par l'expérimentateur. Les participants devaient formuler leur réponse en commençant par répéter les chiffres de la série en les classant dans l'ordre croissant, pour rappeler ensuite dans l'ordre alphabétique les lettres de la série (e.g., modèle : « T, 9, A, 3 » ; réponse : « 3, 9, A, T »). A chaque réponse correcte le participant marquait un point, l'expérimentateur stoppait le test après trois réponses erronées consécutives. Les scores de ce second test s'échelonnaient potentiellement de zéro à vingt-et-un points.

Dans l'étude présente l'indice composite rendant compte de la performance réalisée au test était calculé en réalisant la différence des scores du premier et du second test, cette dernière ayant été ensuite exprimée en pourcentage selon la même procédure que celle utilisée pour les variables physiologiques (Duschek et al., 2009; Millar et al., 2009). Le second test étant plus difficile que le premier, nous nous attendions à ce que tous les participants obtiennent un score au second test inférieur à celui du premier.

III.2.C.c Variables auto-rapportées « d'humeur » et « d'éveil général »

Les perceptions de l'humeur et de l'éveil général ont été mesurées lors de la passation d'un questionnaire consécutif à la manipulation de couleur. Ainsi l'humeur a été mesurée à l'aide

de l'unique item de Greitemeyer (2001), « Comment vous sentez-vous maintenant ? ». Les participants utilisaient une échelle de réponse en 9 points de (1) pas bien du tout à (9) très bien. L'éveil général était quant à lui mesuré avec l'item « Vous sentez-vous dynamique maintenant ? » qui est le plus significatif de la sous-échelle d'éveil général (Thayer, 1986). Les participants utilisaient une échelle de réponse en 5 points de (1) pas du tout dynamique à (5) très dynamique.

III.3 Résultats

III.3.A Analyse des données

Une analyse de variance à un facteur (rouge vs. bleu vs. gris) a été utilisée pour étudier l'effet de la couleur sur les variables auto-rapportées « d'éveil général » et « d'humeur », ainsi que sur les mesures physiologiques et les scores de mémoire au premier test. Des analyses de variance à un facteur (rouge vs. bleu vs. gris) ont été utilisées afin d'examiner l'effet de la couleur sur la performance aux tests de mémoire, la variation de la VFC, la variation de la FR et les variables psychométriques entre T1 et T2. Des tests LSD de Fisher ont ensuite été appliqués en post-hoc pour mettre en évidence les différences significatives entre les groupes. Des analyses de corrélations (Pearson Product Moment) ont enfin permis d'étudier les relations entre les variations des HF et celles de la performance aux tests de mémoire.

III.3.B Analyses préliminaires

Les analyses préliminaires n'ont mis en évidence aucun effet principal du sexe et de l'âge sur la performance aux tests de mémoire, les variables physiologiques et psychométriques. Le sexe et l'âge ont donc été exclus des analyses principales. Par ailleurs aucun participant n'a correctement deviné le but de l'expérience et tous ont correctement rapporté la couleur qu'il avait vue sur la première page du classeur ayant servi à la manipulation.

Les analyses préliminaires ont permis de vérifier en outre qu'il n'y avait pas de différence significative entre les trois groupes expérimentaux du score au premier test de QI ($F(2, 30) = 0.31, p = .74, \eta_p^2 = .02$), des valeurs des HF à T1 ($F(2, 30) = 0.30, p = .74, \eta_p^2 = .02$), et des valeurs de la FR à T1 ($F(2, 30) = 1.12, p = .34, \eta_p^2 = .07$). Ainsi, les mesures de la performance aux tests de mémoire et de la VFC exprimées en pourcentage ont pu être utilisées dans les analyses principales (cf. Tableau 2). Enfin, conformément aux attentes,

l'analyse n'a montré aucun effet de la couleur sur l'éveil général ni sur l'humeur ($F_s < 1.08$, $p_s > .35$).

Tableau 2. Statistiques descriptives des variables principales pour le premier (T1) et le second (T2) temps de mesure, ainsi que leur variation entre T1 et T2 exprimée en pourcentage (%).

VD	Conditions expérimentales								
	Rouge			Bleu			Gris		
	T1	T2	%	T1	T2	%	T1	T2	%
	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	(ET)	(ET)	(ET)	(ET)	(ET)	(ET)	(ET)	(ET)	(ET)
1.PerfQI	14.55 (2.54)	9.91 (1.38)	-30.64 (10.99)	14.91 (2.63)	12.27 (2.72)	-16.86 (16.17)	14.09 (2.17)	11.64 (1.86)	-15.89 (17.61)
2.HF(nu)	40.53 (15.33)	30.05 (12.59)	-21.22 (31.31)	36.80 (21.46)	39.27 (23.61)	5.43 (15.61)	34.22 (20.04)	38.17 (18.95)	16.93 (25.77)
3.FR(cpm)	10.42 (3.11)	11.44 (4.08)	1.02 (2.40)	12.02 (3.48)	10.82 (2.95)	-1.19 (3.12)	10.38 (1.98)	12.12 (3.54)	1.75 (3.58)

Notes. VD = Variables Dépendantes ; PerfQI = Performance au test de Quotient Intellectuel ; HF = Hautes Fréquences ; FR = Fréquence Respiratoire.

III.3.C Analyses principales

III.3.C.a Effet de la couleur rouge sur la performance aux tests de mémoire

Conformément aux attentes, l'analyse a montré un effet significatif de la condition couleur sur la performance aux tests de mémoire (cf. Figure 16), $F(2, 30) = 3.25$, $p = .05$, $\eta_p^2 = .18$. Les participants ayant été placés dans la condition rouge ($M = -30.64$, $ET = 10.99$) ont démontré une plus grande baisse de leur performance que ceux placés dans les conditions bleue ($M = -16.86$, $ET = 16.17$, $p < .05$) et grise ($M = -15.89$, $ET = 17.61$, $p < .05$). Les performances aux tests de mémoire des participants des conditions grise et bleue ne présentaient pas de différence entre elles ($p = .88$).

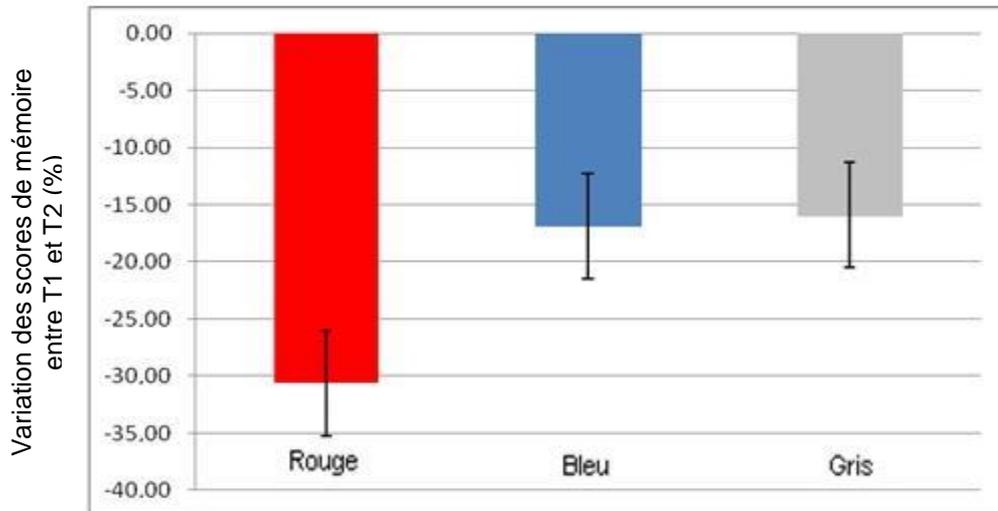


Figure 16. Performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur.

III.3.C.b Effet de la couleur rouge sur la VFC

L'analyse conduite sur les variations des HF entre T1 et T2 a d'abord été réalisée sans contrôler la FR. Un effet significatif de la condition couleur sur les variations des HF a été montré, $F(2, 30) = 6.70, p < .01, \eta_p^2 = .31$). Les participants ayant été placés dans la condition rouge ($M = -21.22, ET = 31.31$) ont démontré une baisse de leur HF contrairement aux sujets placés dans les conditions bleue ($M = 5.43, ET = 15.61, p < .05$) et grise ($M = 16.93, ET = 25.77, p < .01$). Les variations des HF des participants des conditions bleue et grise ne présentaient pas de différence ($p = .29$). La Figure 17 illustre les moyennes de la VFC en fonction des conditions de couleur.

L'analyse complémentaire conduite sur les variations de FR a montré qu'il n'y avait pas de différence significative de cette variable entre les trois groupes expérimentaux mais une tendance a été observée ($F = 2.39, p = .11$). L'analyse principale précédente de l'effet de la couleur sur les HF a donc été reconduite en contrôlant les variations de la FR (i.e., résidualisation). Cette analyse complémentaire a montré des résultats similaires à l'analyse principale. Un effet significatif de la condition couleur sur les variations des HF « résidualisées » a de nouveau été montré, $F(2, 30) = 6.89, p < .01, \eta_p^2 = .31$. Les participants placés dans la condition rouge ($M = -22.09, ET = 27.58$) ont démontré une baisse de leur HF « résidualisée » contrairement aux sujets placés dans les conditions bleue ($M = 7.67, ET = 17.89, p < .05$) et grise ($M = 14.42, ET = 26.96, p < .01$). Les variations des HF

« résidualisées » des participants des conditions bleue et grise ne présentaient pas de différence ($p = .29$), ces dernières étant de signe positif.

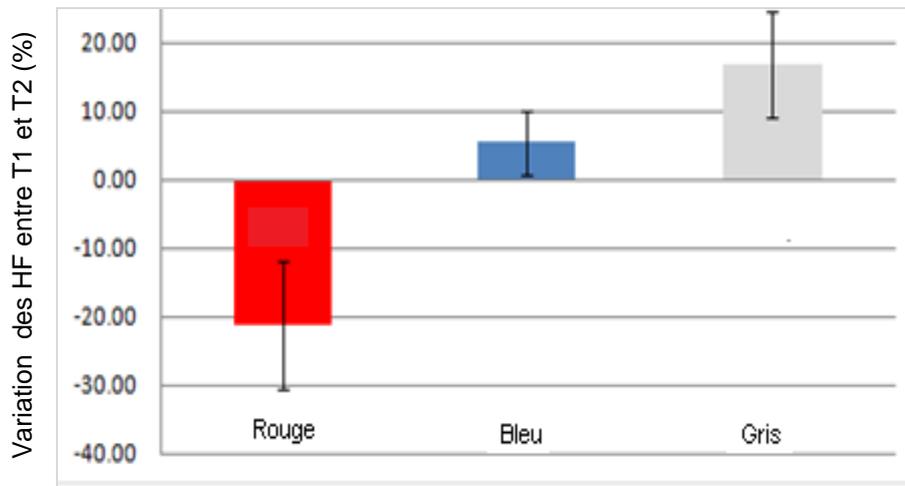


Figure 17. Variation de la VFC en fonction de la couleur.

III.3.D Analyse de corrélations

Une relation significative de signe positif a été observée entre les variations des HF et les variations de la performance aux tests de mémoire ($r = .41$, $p < .05$). Ainsi, une baisse des HF était associée à une baisse de la performance aux tests de mémoire. Cette corrélation était conservée avec les variations de HF « résidualisées » (cf. Tableau 3).

Tableau 3. Table des corrélations des variables principales de l'étude.

	1.	2.	3.	4.	5.
1. PerfQI(%)	-				
2. HF (%)	0.41*	-			
3. HF(FR(%)cont.)	0.44**	0.98**	-		
4. Humeur	-0.03	0.08	0.10	-	
5. Eveil général	0.03	0.16	0.18	0.58**	-

Notes. PerfQI = Performance au test de Quotient Intellectuel; HF = Hautes Fréquences; FR(%)cont. = variations de la fréquence respiratoire contrôlées. ** $p < .01$; * $p < .05$.

III.4 Discussion

La présente étude est la première à démontrer qu'un « stimulus affectif implicite » (Friedman & Förster, 2010) influence la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC). Ces

résultats mettent en évidence le lien entre la VFC et des processus perceptuels rudimentaires, impliqués dans une adaptation phylogénétique pertinente des organismes à leur environnement, perçu comme menaçant ou non (Schneirla, 1959). Le rouge dans le contexte d'un test évaluatif évoque le danger (Moller et al., 2009) et la baisse de la VFC qui y est associée (i.e., la réponse du système nerveux autonome) vise à protéger l'organisme. Cette réaction cardiaque fait partie de la réponse émotionnelle à l'anxiété (Friedman & Thayer, 1998) elle-même intégrée à un système de défense impliquant des processus cognitifs (e.g., la vigilance) et comportementaux (e.g., préparation de l'appareil locomoteur pour fuir ou se battre face au danger, Elliot & Thrash, 2002; Thayer & Lane, 2009). Ces processus agissent probablement en dehors de la conscience des participants comme l'ont illustrés ici les résultats des mesures auto-rapportées et du débriefing final.

Bien que l'anxiété puisse être une réponse adaptative à des menaces physiques et psychologiques (Elliot, 2006), elle perturbe paradoxalement dans la plupart des contextes d'accomplissement la cognition, ce qui nuit à la performance (Elliot & McGregor, 1999). En accord avec ce modèle, les résultats de l'étude présente montrent que la diminution de la VFC est associée à une baisse de la performance au test de QI. Bien qu'en accord avec la plupart des conclusions des recherches existantes, ce résultat peut à première vue contredire celui d'un article récent (Duschek et al., 2009) mettant en relation une baisse de la VFC avec une meilleure performance cognitive. Cependant, il y a plusieurs différences notables entre les deux expériences. Duschek et ses collaborateurs (2009) ont mesuré la réactivité de VFC pendant la réalisation de la tâche cognitive durant laquelle la régulation des émotions n'était pas le seul facteur contribuant au fonctionnement du système nerveux autonome (Lehrer et al., 2010). Par ailleurs, les auteurs ont mesuré la performance cognitive à une seule reprise. Leurs résultats reflètent ainsi une combinaison des capacités cognitives générales avec celles mobilisées lors de la tâche. Ils ont enfin utilisé une tâche facile permettant d'évaluer les capacités de l'attention sélective, le sujet devant détecter un stimulus parmi des éléments distracteurs. La performance à ce type de tâche peut être améliorée par l'anxiété (Seibt & Förster, 2004). Dans notre étude, la réactivité de la VFC a en revanche été mesurée indépendamment de l'engagement dans la tâche. Par ailleurs la performance cognitive était évaluée grâce à un indice reposant sur deux mesures de scores de mémoire réalisées avant puis après la manipulation expérimentale de la couleur. De plus, la performance cognitive a été évaluée au cours d'une tâche cognitive d'attention difficile mobilisant la mémoire de

travail (Wechsler, 2000) et dont la performance peut être dégradée par l'anxiété (Hembree, 1988). Ainsi, les résultats de notre étude considérés avec ceux de Duschek et ses collaborateurs précisent la nature du lien entre l'anxiété et la performance cognitive dans la littérature actuelle. De futures recherches pourraient être menées en utilisant dans une seule expérience plusieurs tâches dont le niveau de difficulté serait croissant de façon à étudier si un même stimulus menaçant peut provoquer une baisse de la VFC à la fois dans des tâches faciles et difficiles. Enfin, il serait souhaitable de tester la généralisation de ces résultats à un ensemble plus vaste de capacités cognitives qui seraient mesurées en une seule expérience par des tâches cognitives multiples (Hopko et al., 2005). Dans cette perspective Thayer et ses collaborateurs (2009) ont évoqué les liens possibles de la VFC avec la mémoire de travail, l'attention soutenue et sélective, l'inhibition de la réponse dominante et la flexibilité mentale générale.

Nos résultats sur l'état de la VFC replacés dans la perspective des recherches sur le trait de la VFC, suggèrent que ces deux composantes sont liées de façon similaire à d'importants processus motivationnels. Thayer et Lane (2009) ont affirmé que « la VFC fonctionne comme une ressource à la fois du point de vue de son état que de son trait » (page 85). Le travail empirique émergeant sur cette question montre en effet que des baisses chroniques ou temporaires de la VFC sont problématiques pour la régulation émotionnelle et le fonctionnement cognitif. Ainsi, en accord avec « la théorie poly-vagale » (Porges, 1995, 2001) et « le modèle d'intégration neuro-viscérale » (Thayer & Friedman, 2002; Thayer & Lane, 2000), la VFC est un indicateur pertinent, sensible au fonctionnement intégré du système nerveux central et du système nerveux autonome.

Notre travail a contribué à étendre la littérature originale portant sur la couleur et le fonctionnement psychologique, en liant la couleur rouge à la régulation de l'activité cardiaque. L'étude présente a en outre étendu les résultats des recherches qui testent l'influence négative de la couleur rouge sur les processus cognitifs, en se centrant sur des tâches mobilisant la mémoire de travail. Nos résultats contribuent ainsi à l'extension psychophysiological du modèle d'Elliot et de ses collaborateurs (2007) en proposant des variables nouvelles renforçant la validité prédictive du paradigme.

Chapitre IV. Etude 2 : Etude de l'effet de la couleur rouge sur la production maximale volontaire de force lors d'un test isométrique.

L'étude présente a fait l'objet d'une publication : Payen, V., Elliot, A. J., Coombes, S. A., Chalabaev, A., Brisswalter, J., & Cury, F. (2011). Viewing red prior to a strength test inhibits motor output. Neuroscience Letters, 495(1), 44-48. L'article original est reporté dans les annexes de ce document.

IV.1 Introduction

L'étude précédente s'intègre dans une lignée récente de recherches montrant que la couleur rouge stimule le système motivationnel de défense, en évoquant une motivation d'évitement dégradant les processus cognitifs. Récemment, Elliot & Aarts ont étendu ce travail empirique en examinant l'influence de la couleur rouge sur la production de force maximale lors de tâches isométriques (Elliot & Aarts, 2011). Les auteurs ont montré que la visualisation du rouge pendant des tests de force maximale améliorerait la production de force. Une observation similaire mais moins systématique avait été faite dès la fin du dix-neuvième siècle (James, 1890) et plus récemment dans le domaine sportif (Dreiskämper, Hagemann, & Strauss, 2011).

Elliot et Aarts (2011) ont interprété leurs résultats à partir d'un modèle qui décrit un système de défense/évitement impliqué dans la mise en œuvre de réponses à des stimuli menaçants (Dickson & Dearing, 1979; Masterson & Crawford, 1982). Ce système repose sur un réseau de structures essentiellement sous-corticales (notamment les ganglions de la base et les amygdales cérébrales) qui intègrent les stimuli menaçants et stimulent l'activité autonome nécessaire à la réalisation de mouvements d'urgence face à un danger (Carretie et al., 2009; Lang, 1995). Il est utile de rappeler (comme cela a été fait dans la partie théorique de ce document) que des images menaçantes peuvent provoquer une activation des ganglions de la base et des amygdales cérébrales (Kober et al., 2008; Sabatinelli, Bradley, Fitzsimmons, & Lang, 2005) et permettre ainsi la réalisation de mouvements volontaires plus vigoureux (Coombes et al., 2006) ou plus puissants (Coombes et al., 2007b) que ceux produits après la

présentation de stimuli neutres ou appétifs. Les résultats d'Elliot et Aarts (2011) montrent ainsi clairement que la couleur rouge agit sur la production de force de la même façon qu'un stimulus menaçant.

Dans les tests de force maximale de l'étude d'Elliot et Aarts (2011), les participants commençaient à forcer au moment où le stimulus de couleur apparaissait sur un écran placé face à eux. Ils arrêtaient leur effort lorsque le stimulus disparaissait de l'écran au bout de quelques secondes. Cette procédure de présentation du stimulus coloré est différente de la méthode de la « *page de garde* » utilisée dans la quasi-totalité des études portant sur l'effet de la couleur rouge. Le stimulus est ici visualisé quelques secondes avant le début du test, et non pas au déclenchement puis pendant la durée de celui-ci. Ainsi la réponse immédiatement déclenchée à la présentation du rouge dans l'étude d'Elliot et Aarts peut être considérée comme une réponse sous-corticale d'urgence impliquant la peur face à une menace immédiate. Elle faciliterait la production de force nécessaire à l'exécution d'un comportement d'évitement ou de défense. A contrario la réponse déclenchée de façon différée par rapport à la présentation du rouge dans les études utilisant la « *procédure de la page de garde* » peut être considérée comme une réponse corticale impliquant l'anxiété causée par une menace anticipée qui interférerait avec une action motrice efficace et efficiente (i.e., inhibition motrice). Cette variation des réponses à un stimulus menaçant en fonction d'une distinction peur (menace proche)/anxiété (menace distante) est en accord avec des modèles explicatifs développés dans des études sur les rongeurs (Bouton, Mineka, & Barlow, 2001; Fanselow, 1994). Cela est également cohérent avec les conclusions d'études des effets de stimuli menaçants sur les réponses motrices menées sur l'homme, dans lesquels les stimuli menaçants présentés en même temps que l'action motrice permettaient une production motrice plus efficace et plus efficiente (Coombes et al., 2006; Coombes et al., 2007b) (Lang, Davis, & Öhman, 2000), tandis que les stimuli menaçants visualisés avant l'action motrice diminuaient la précision des réponses motrices (Coombes et al., 2005) et la vitesse de réponse chez des participants anxieux (Coombes et al., 2009).

La variation des réponses produites face à une menace selon qu'elle soit proche ou distante, nous a conduits à compléter les résultats d'Elliot et Aarts (2011). Ces derniers ayant montré une amélioration de la production de force lors d'une présentation de la couleur rouge pendant la tâche motrice, l'objet de cette étude a été d'étudier l'effet d'une présentation anticipée du rouge sur la production de force maximale. Pour cela les effets de deux couleurs

« témoins » chromatique (bleue) et achromatique (grise) ont été comparés à celui de la couleur rouge. La « *procédure de la page de garde* » (Elliot et al., 2007) a en outre été utilisée pour présenter les stimuli colorés aux participants *avant* la tâche motrice. La production de force maximale a été mesurée lors d'un test de contraction maximale isométrique volontaire du quadriceps, le choix de cette tâche étant justifié par l'utilisation de techniques de mesures reconnues et fiables (Taylor et al., 1991).

Ainsi, nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle la présentation de la couleur rouge quelques secondes avant le commencement de l'action motrice produirait une réponse motrice plus lente et/ou moins forte que celle produite lors de la présentation des deux autres couleurs. En accord avec les précédentes études du rouge en situation d'accomplissement (Elliot et al., 2007), cet effet devrait se manifester indépendamment de l'état émotionnel (humeur) et d'activation (éveil général) des participants mais aussi sans que ces derniers ne soient conscients de l'effet des couleurs sur le comportement.

IV.2 Méthode

IV.2.A Participants

Trente neuf étudiants de la Faculté des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) de l'Université du Sud Toulon Var (USTV) âgés en moyenne de 23.21 ans ($ET = 4.05$) ont volontairement participé à l'étude présente. Afin d'éviter toute fatigue musculaire pouvant influencer les mesures de force, les participants s'engageaient à ne pas réaliser d'activité physique soutenue durant les vingt quatre heures précédant l'expérience.

IV.2.B Procédure

Les participants étaient assignés aléatoirement à l'un des trois groupes expérimentaux de l'étude définis en fonction de la couleur présentée au cours de l'expérience, soit le rouge ($n = 13$), le bleu ($n=13$) ou le gris ($n=13$).

A l'instar de l'étude empirique n°1, les participants étaient reçus le jour de l'expérience dans une pièce standardisée du laboratoire pour suivre la même procédure expérimentale, en dehors de la manipulation de la couleur. Les participants étaient informés qu'ils allaient subir un test pour évaluer la force de leur cuisse. Pour cela, ils réalisaient deux contractions maximales isométriques volontaires de cinq secondes des muscles extenseurs du genou droit.

Les deux contractions (T1 puis T2) étaient séparées par une phase de repos de 90 secondes pendant laquelle la manipulation expérimentale de la couleur était réalisée à l'insu des participants par l'expérimentateur. Prétextant le remplissage d'un questionnaire, l'expérimentateur remettait en effet aux participants un classeur blanc contenant deux pages. La première page contenait un rectangle coloré gris, rouge ou bleu selon leur groupe expérimental, au centre duquel les mots « Test de Force » étaient inscrits. L'expérimentateur était placé de telle sorte qu'il ne pouvait voir la couleur du rectangle : il demandait aux participants d'ouvrir le classeur à cette première page, et après un délai de 2 secondes, de tourner la page. La deuxième page du classeur contenait le questionnaire « d'humeur » et « d'éveil » (deux items) qu'ils remplissaient pour enfin rendre le classeur à l'expérimentateur après l'avoir refermé.

A la fin de la période de repos les participants réalisaient leur deuxième contraction maximale volontaire selon les mêmes modalités que la première. A la fin de l'expérience, les participants étaient questionnés par l'expérimentateur qui leur demandait : 1) d'indiquer quel était selon eux le but de l'expérience, ceci afin de vérifier qu'ils n'avaient pas conscience que la couleur était au centre des préoccupations expérimentales 2) de nommer la couleur qu'il avait vue dans le classeur, ceci afin de vérifier qu'ils avaient bien visualisé la couleur qui leur avait été subrepticement présentée. L'expérimentateur leur révélait enfin le but réel de l'expérience et les remerciait.

IV.2.C Mesures

IV.2.C.a Mesure de la production de force maximale

Lors de chaque essai, la production de force maximale a été évaluée grâce à la mesure du couple maximal de force de la contraction maximale volontaire isométrique (*Maximum Voluntary Contraction*, MVC) et grâce au taux maximal de développement de la force musculaire (*Rate of Force Development*, RFD) au cours de cette contraction.

IV.2.C.a.1 Mesure de la MVC

La MVC (Nm) est le couple maximal de force atteint lors d'une contraction musculaire volontaire maximale. Ce pic intervient après les 300 premières millisecondes de contraction (Aagaard et al., 2002). Un dynamomètre isocinétique de marque Biodex (Biodex, Shirley, NY, modèle System 3) associé au logiciel Biodex Advantage Software Package a été utilisé

pour les mesures. Les valeurs les plus élevées de couple de force pour chacun des deux essais (T1 et T2) ont été retenues comme mesure de la MVC.

IV.2.C.a.2 Mesure de la RFD

La RFD rend compte de « l'explosivité » d'un muscle au cours des 250 premières millisecondes d'une contraction maximale volontaire (Aagaard et al., 2002). La RFD (Nm/s) est définie par la pente de la courbe des couples de force exprimée en fonction du temps, pour les vingt cinq intervalles suivant : de 0 (début de la contraction) à 10 ms, 0 à 20 ms, 0 à 30 ms, ..., 0 à 250 ms. La valeur la plus élevée de RFD pour les vingt-cinq intervalles du premier essai (T1) et du second (T2) ont été retenues comme mesures de la RFD (Suetta et al., 2004).

IV.2.C.b Variables auto-rapportées « d'humeur » et « d'éveil général »

La perception de l'humeur et de l'éveil général ont été mesurées lors de la passation du questionnaire suivant la manipulation de couleur, avec les mêmes items que ceux utilisés dans la première étude de ce document.

IV.3 Résultats

IV.3.A Analyse des données

Une analyse de variance (ANOVA) à un facteur (rouge vs. bleu vs. gris) a été utilisée pour étudier l'effet de la couleur sur les variables auto-rapportées « d'éveil général » et « d'humeur », ainsi que sur les mesures physiologiques de bases (T1, « *baseline* »). L'effet de la couleur sur les variables MVC et RFD a été étudié à l'aide d'un modèle mixte d'ANOVA 2 x 3 (Sheeber, Sorensen, & Howe, 1996): le temps (T1, T2) et la condition de couleur (rouge vs. bleu vs. gris) étaient respectivement le facteur intra-sujet et le facteur inter-sujets du plan. Des tests post-hoc de Fisher ont ensuite été utilisés pour étudier les effets d'interaction « temps x couleur » significatifs : ces tests se sont centrés sur les différences entre T1 et T2 pour les trois conditions expérimentales.

IV.3.B Analyses préliminaires

L'analyse préliminaire n'a pas montré d'effet significatif de la couleur sur les scores mesurés à l'aide des items « d'éveil général » et « d'humeur » ($F_s < 1$, $p_s > .73$), ni sur les mesures de base de MVC et RFD ($F_s < 1.30$, $p_s > .29$). Ainsi, toute différence significative de

MVC et/ou de RFD entre les groupes au cours du temps a pu être attribuée exclusivement à l'effet de la couleur et non pas à la variabilité de ces mesures. Par ailleurs aucun participant n'a correctement deviné le but de l'expérience et tous ont correctement rapporté la couleur qu'il avait vue sur la première page du classeur ayant servi à la manipulation.

IV.3.C Analyses principales

IV.3.C.a Effet de la couleur sur la MVC

La Figure 18 ci-dessous décrit les valeurs des pics de MVC pour T1 et T2 en fonction des conditions de couleur. L'analyse correspondante n'a montré aucun effet principal du temps ($F(1, 36) = .62, p = .44$), de la couleur ($F(2, 36) = 1.17, p = .32$) et de l'interaction temps x couleur ($F(2, 36) = .81, p = .45$). Ces résultats ont montré qu'il n'y avait pas d'effet de fatigue entre les essais et que la couleur n'influçait pas le pic de MVC.

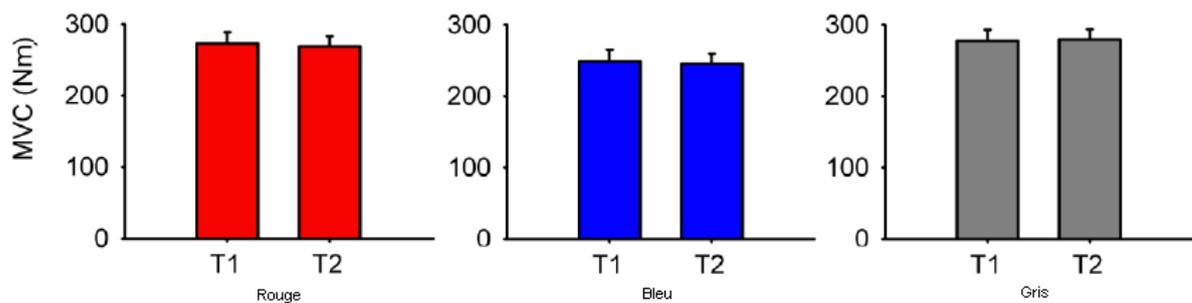


Figure 18. Moyennes par condition des pics de force maximale volontaire (MVC) en fonction du temps (T1, T2)

IV.3.C.b Effet de la couleur sur la RFD

La Figure 19 ci-dessous décrit les valeurs des pics de RFD pour T1 et T2 en fonction des conditions de couleur. L'analyse correspondante n'a montré aucun effet principal du temps ($F(1, 36) = 2.07, p = .16$) et de la couleur ($F(1, 36) = .40, p = .67$). En revanche l'effet d'interaction temps x couleur était significatif ($F(2, 36) = 4.86, p = .01, \eta_p^2 = .21$). Les analyses post-hoc ont montré une réduction significative ($p < .01$) de la RFD dans la condition rouge ($M_{T1} = 1967.65, ET_{T1} = 1004.79$; $M_{T2} = 1465.56, ET_{T2} = 794.94$). Par ailleurs, les résultats n'ont montré aucune différence significative ($ps > .17$) de la RFD dans les conditions bleue ($M_{T1} = 1412.37, ET_{T1} = 872.50$; $M_{T2} = 1643.47, ET_{T2} = 945.98$) et grise ($M_{T1} = 1493.69, ET_{T1} = 966.87$; $M_{T2} = 1350.62, ET_{T2} = 811.57$). Ainsi, les participants placés

dans la condition rouge ont montré une baisse de leurs pics de RFD de 25.5 % tandis que les participants placés dans les conditions bleue et grise n'ont pas eu de variation significative de leurs pics de RFD.

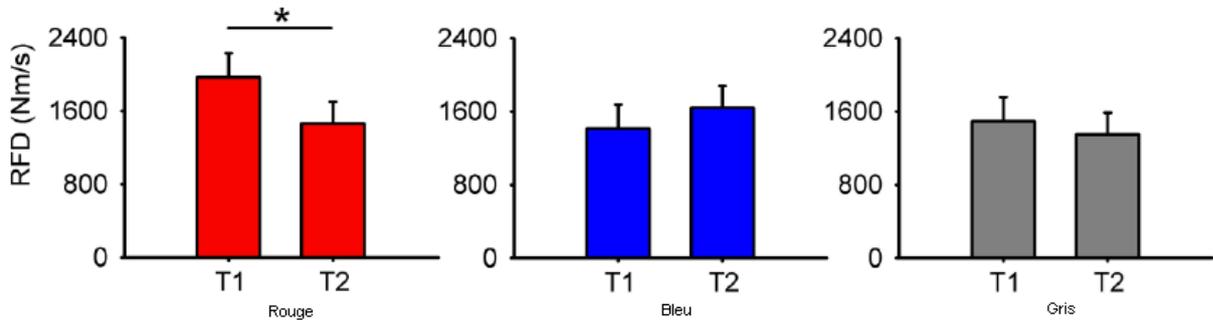


Figure 19. Moyennes par condition des taux maximums de développement de la force musculaire (RFD) en fonction du temps (T1, T2), * : $p < .01$.

IV.3.D Analyse de corrélations

La matrice de corrélation ci-dessous montre conformément à la littérature (Andersen & Aagaard, 2006) que la RFD et la MVC sont fortement corrélées (cf. Tableau 4).

Tableau 4. Table des corrélations des variables principales de l'étude.

	Variables					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.MVC(T1)	-					
2.MVC(T2)	.97*	-				
3.RFD(T1)	.54*	.49**	-			
4.RFD(T2)	.41**	.34*	.74*	-		
5.Eveil	.14	.20	.23	.17	-	
6.Humeur	-.14	-.07	-.25	-.23	.52**	-

Notes.MVC = couple de force maximal ; RFD = taux de développement maximal de la force ; Eveil = score d'éveil général ; Humeur = scores d'humeur ; T1 = premier temps de mesure (pré-induction) ; T2 = deuxième temps de mesure (post-induction).
* : $p < .05$; ** : $p < .01$.

IV.4 Discussion

Présenter du rouge à un participant (et non du bleu ou du gris) avant un test de force inhibe la production de force en réduisant la valeur maximale du taux de développement de la force (RFD). Ce résultat principal est indépendant des variations du pic de force, des mesures de bases et des variables auto-rapportées d'humeur et d'éveil général. Par ailleurs, au delà de

l'absence d'effet de la couleur sur les variables auto-rapportées, aucun participant n'a deviné que le but de l'expérience était d'étudier l'effet des couleurs sur le comportement. L'effet inhibiteur du rouge sur la production de force maximale semble ainsi s'être manifesté en dehors de la conscience des participants.

L'étude présente complète les travaux récents d'Elliot et Aarts (2011) : la juxtaposition des deux séries de conclusions établit clairement le lien entre la production de force maximale et la couleur rouge, perçue comme un stimulus menaçant dans un contexte d'accomplissement. Dans notre étude la couleur rouge a été présentée aux participants quelques secondes avant le test de force maximale. Ils ont démontré une production motrice moins efficace. Dans l'étude d'Elliot et Aarts (2011) la couleur rouge était présentée au début et pendant le test de force maximale. Les participants ont au contraire démontré une production de force plus efficace et plus efficace. La couleur rouge évoquant la menace dans un contexte d'accomplissement (Elliot et al., 2007; Moller et al., 2009), les résultats de l'étude présente couplés à ceux d'Elliot et Aarts (2011) indiquent que la distance temporelle entre la présentation du stimulus menaçant et l'engagement dans la tâche est un facteur déterminant de la production de force. Ce travail empirique pourrait être étendu à des tâches de contrôle moteur sous-maximales (Coombes et al., 2009).

En plus de contribuer à apporter des preuves supplémentaires sur les propriétés fonctionnelles de la couleur rouge, l'étude présente a pu mettre en évidence l'importance cruciale de la distance temporelle de la présentation d'un stimulus menaçant sur l'effet qu'il peut exercer sur les processus affectifs et moteurs (Coombes et al., 2006; Stanley & Knight, 2004). Cet impact de temporalité de la présentation du stimulus menaçant peut être interprété au regard de la distinction anxiété/peur : une menace à distance suscite une anxiété anticipatrice qui interfère avec le fonctionnement moteur (Coombes et al., 2009), tandis qu'une menace instantanée provoque de la peur qui facilite le fonctionnement moteur (Coombes et al., 2007b). Cette interprétation est cohérente avec des « modèles de menace » largement documentés dans les études animales. Par exemple le modèle du « continuum de menace imminente » (Fanselow & Lester, 1988) précise que les animaux répondent différemment face à la menace d'un prédateur, si ce dernier représente une menace à distance ou immédiate. Dans le cadre du premier contexte, l'anxiété anticipatrice se traduit par des comportements passifs de défense comme la paralysie. Le cortex préfrontal ventromédian est alors stimulé (Blanchard & Blanchard, 1990) permettant une évaluation lente mais profonde

de l'environnement ainsi que la préparation de la réponse à la menace. Dans le cadre du second contexte, la peur se traduit par des comportements d'attaque ou de fuite réalisés dans l'urgence. Le mésencéphale est alors stimulé, comme par exemple la substance grise périaqueducule ventrolatérale (Fanselow, 1994), permettant la mise en œuvre de réponses réflexes et rapides. Bien que la plupart des études menées sur le modèle du continuum de menace imminente (et les théories associées, McNaughton & Corr, 2004) ont été faites sur des rongeurs, des recherches neurobiologiques sur les comportements humains de défense ont récemment étayé cette théorie (Mobbs et al., 2009; Mobbs et al., 2007). L'étude présente ainsi que celle d'Elliot et Aarts (2011), n'était pas explicitement conçue pour tester le modèle du continuum de menace imminente, mais leurs résultats peuvent néanmoins être interprétés comme une preuve supplémentaire à la généralisation de ce modèle pour les humains. Bien que probable, l'interprétation de nos résultats demeure spéculative. A l'avenir, il serait souhaitable d'inclure les deux contextes de menace (à distance vs. imminente) dans un seul plan expérimental afin de mieux comparer l'impact de ces deux conditions sur les comportements défensifs humains. Les protocoles qui seraient alors mis en œuvre pourraient proposer une évolution graduelle la distance temporelle de la présentation du stimulus menaçant, de façon à préciser la valeur au-delà de laquelle (en deçà de laquelle) une menace est distante (imminente).

Dans l'étude présente, notre résultat principal a montré que la visualisation du rouge avant un test de force entraîne une réduction du taux maximal de développement de la force. En d'autres termes, la couleur rouge interfère avec « l'explosivité » de la force musculaire (Sleivert & Wenger, 1994). Outre les régions du cerveau moyen et du cortex déjà citées, les régions sous-corticales des ganglions de la base ont également été liées à la paramétrisation et à l'inhibition de la production de force (Aron & Poldrack, 2006; Prodoehl, Corcos, & Vaillancourt, 2009). Des études d'imagerie cérébrale chez l'homme ont en effet montré que lorsque l'amplitude de la production de force était contrôlée, le circuit neural régulant le taux de développement de la force impliquait deux sous-structures des ganglions de la base : le globus-pallidus et le noyau sous thalamique gauche (Vaillancourt, Mayka, Thulborn, & Corcos, 2004). Des études longitudinales chez le rongeur ont en outre montré que les ganglions de la base étaient une structure capable d'intégrer des processus émotionnels, cognitifs et moteurs (Haber, 2003). Ainsi, une interprétation possible de notre résultat serait que la présentation du rouge quelques secondes avant le test aurait stimulé les régions

postérieures des ganglions de la base, ce qui se serait traduit au niveau comportemental par une diminution du taux maximal de développement de la force (Prodoehl et al., 2009; Vaillancourt et al., 2004).

Lier l'anxiété et l'explosivité musculaire peut avoir de multiples applications et implications conceptuelles. Dans la mesure où l'anxiété interfère avec la première phase de la contraction musculaire, elle interfèrerait sans doute aussi avec la production de force dans des activités sportives nécessitant des mouvements rapides et puissants comme le karaté, la boxe ou la course de vitesse (Aagaard et al., 2002; Dreiskämper et al., 2011). Ce type d'activité requiert des mouvements de membres impliquant des temps de contraction allant de 50 à 250 millisecondes ce qui est précisément la période durant laquelle l'anxiété exerce son effet inhibiteur. Il a en effet été démontré dans le domaine des sports de combat que les athlètes confrontés à des opposants portant du rouge sont plus susceptibles de perdre (Hill & Barton, 2005). L'importance de cette relation entre l'anxiété et l'explosivité musculaire dépasse le cadre des athlètes et s'étend probablement à l'ensemble de la population. Par exemple chez les personnes âgées, Aagaard et ses collaborateurs (2004) précisent à la page 1325 qu'« une RFD élevée semble être d'une importance vitale pour la capacité à retrouver rapidement son équilibre lors de brusques perturbations posturales, réduisant ainsi potentiellement le risque de chute ».

Dans la littérature du paradigme des couleurs, le lien entre la couleur rouge et la réponse motrice a été extrêmement peu étudié comparativement à celui de la performance cognitive. Notre étude étaye la voie ouverte par Elliot et Aarts (2011) montrant que la couleur rouge est un stimulus menaçant qui influence les processus cognitifs et moteurs. Notre travail a dans ce cadre contribué à mieux comprendre les processus neurophysiologiques mis en jeu lors de la stimulation subtile du système de défense. L'inhibition de l'explosivité musculaire des participants de la condition rouge a en effet été obtenue grâce à une présentation brève des stimuli colorés, réalisée à l'insu des participants. Nos résultats renforcent ainsi l'idée selon laquelle la nature minimaliste des stimuli colorés n'empêche pas la production d'effets implicites conséquents sur le comportement.

Rôle de la personnalité

Chapitre V. Etude 3A (corrélacionnelle): Démarche de validation préliminaire de la version française du questionnaire de mesure des tempéraments d'approche et d'évitement (ATQ, Elliot & Thrash, 2010).

V.1 Introduction

Les recherches dans différents champs de la psychologie ont identifié l'existence de deux caractéristiques supposées fondamentales de la personnalité chez les humains (Gable et al., 2003) et les animaux (Jones & Gosling, 2008) : le tempérament d'approche et le tempérament d'évitement (Elliot & Thrash, 2010). Les processus associés à cette distinction sont essentiels pour l'adaptation des espèces à leur environnement car ils protègent les organismes des stimuli nocifs tout en favorisant la rencontre avec des stimuli bénéfiques (Elliot, 1999; Tooby & Cosmides, 1990; Zajonc, 1998).

Des études récentes (Elliot & Thrash, 2010; Gable et al., 2000; Gable et al., 2003) ont confirmé la validité de ces deux systèmes d'approche et d'évitement en montrant qu'ils sont à la fois liés mais distincts des autres concepts des principales théories de la personnalité. Ainsi, les tempéraments d'approche et d'évitement feraient partie des dispositions de base sur lesquelles reposent toutes les autres (Elliot & Thrash, 2010). L'indépendance de ces deux systèmes (Cacioppo et al., 1997; Gable et al., 2003) implique leur évaluation bi-variée à l'aide de deux sous-échelles récemment validées en anglais (Elliot & Thrash, 2010). Les auteurs ont offert pour la première fois une mesure spécifique des tempéraments d'approche et d'évitement en ouvrant la voie d'une analyse de ces deux éléments de la personnalité et de leurs processus associés.

Dans ce contexte, l'enjeu de l'étude présente a été de valider empiriquement ce questionnaire en français de façon à bénéficier de cet outil dans de futures études expérimentales françaises. Pour cela une version en langue française du questionnaire « Approach-avoidance Temperament Questionnaire » (Elliot & Thrash, 2010) a été proposée. Sur la base de la méthode de validation du questionnaire ATQ utilisée par les auteurs, la structure factorielle et les corrélations entre les facteurs obtenus, ainsi que la consistance

interne des deux sous-échelles ont été examinées. Nous avons émis l'hypothèse selon laquelle la version française offrirait la même structure à deux facteurs que la version américaine avec des corrélations entre les deux sous-échelles faibles et des consistances internes correctes. La fidélité temporelle de la version française du questionnaire ATQ n'a cependant pas été analysée dans l'étude présente et fera l'objet d'un travail ultérieur.

Par ailleurs, Elliot et Thrash ont relevé dans deux de leurs six études un effet du sexe sur les scores rapportés des mesures des tempéraments, les femmes ayant des scores plus élevés que les hommes pour les deux valences d'approche et d'évitement (Elliot & Thrash, 2010). Bien que cela ne soit pas le but de notre étude, nous avons souhaité analyser l'effet potentiel du sexe sur le questionnaire ATQ au sein d'une population française.

V.2 Méthode

V.2.A Formulation des items

La version anglaise du questionnaire ATQ d'Elliot et Thrash (2010) a été traduite en français par un professeur d'anglais spécialisé. Un comité d'experts a ensuite analysé et finalisé la version française du questionnaire soumise aux participants. La version originale et la version française du questionnaire sont disponibles dans les annexes de ce document.

V.2.B Participants et procédure

Trois cents treize étudiants (dont 109 femmes) de la Faculté des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) de l'Université du Sud Toulon Var (USTV) âgés en moyenne de 20.67 ans ($ET = 3.97$) ont rempli un questionnaire de tempérament d'approche et d'évitement. Les passations se sont effectuées de façon collective et volontaire ; les consignes et les items étant projetés par vidéoprojecteur aux étudiants. La durée de la passation n'excédait pas trente minutes.

V.2.C Mesures des tempéraments d'approche et d'évitement

La motivation dispositionnelle d'approche et d'évitement a été mesurée à l'aide de la version française créée pour l'occasion du questionnaire ATQ (Elliot & Trash, 2010) qui comporte 12 items (six pour la motivation d'approche et six pour la motivation d'évitement) et qui propose une échelle de réponse de (1) *pas du tout d'accord* à (7) *tout à fait d'accord*.

V.3 Résultats

V.3.A Analyse factorielle exploratoire

Une analyse factorielle exploratoire en composante principale avec rotation varimax a été appliquée aux douze items du questionnaire. L'analyse a fait émerger contrairement aux attentes trois facteurs dont les valeurs propres étaient respectivement pour les trois facteurs : 2.64 (21.96% de variance expliquée), 2.28 (16,49% de variance expliquée), et 1.06 (11.49% de variance expliquée). Ces trois facteurs expliquaient 49,94 % de la variance totale. Les six items d'évitement avaient des valeurs de saturation allant respectivement de 0.53 à 0.78, de -0.15 à 0.21 et de -0.16 à 0.42 pour le premier, le second et le troisième facteur. Les six items d'approche avaient des valeurs de saturation allant respectivement de -0.17 à 0.29, de 0.18 à 0.71 et de 0.02 à 0.77 respectivement pour le premier, le second et le troisième facteur. Le premier facteur correspondait au tempérament d'évitement, le deuxième facteur au tempérament d'approche. Les items d'approche n°2 et n°4 saturaient à des valeurs supérieures à 0.70 sur le troisième facteur.

Une analyse complémentaire a été menée après l'extraction des items d'approche n°2 et n°4. Cette dernière a fait émerger conformément aux attentes deux facteurs dont les valeurs propres étaient de 2.63 (26.29% de variance expliquée) pour le premier facteur et de 1.92 (19.24% de variance expliquée) pour le second facteur. Ces deux facteurs expliquaient 45,53% de la variance totale ce qui est une proportion satisfaisante (Gorsuch, 1983). Le Tableau 5 montre que les quatre items d'approche saturaient sur le second facteur (i.e., tempérament d'approche) tandis que les six items d'évitement saturaient sur le premier facteur (i.e., tempérament d'évitement).

Par ailleurs, l'analyse factorielle exploratoire de la version américaine du questionnaire (n = 149) avait fait émerger deux facteurs dont les valeurs propres étaient supérieures à 1 (les valeurs propres n'ont pas été spécifiées par les auteurs). Le premier et le second facteur expliquaient respectivement 31.78% et 18.70% de la variance totale. Les six items d'évitement avaient des valeurs de saturation allant de 0.65 à 0.75 pour le premier facteur (i.e., tempérament d'évitement) et de -0.36 à 0.03 pour le second facteur (i.e., tempérament d'approche). Les six items d'approche avaient des valeurs de saturation allant respectivement de -0.24 à 0.10 pour le premier facteur (i.e., tempérament d'évitement) et de 0.53 à 0.82 pour le second facteur (i.e., tempérament d'approche).

Tableau 5. Analyse en composante principale avec rotation varimax de la version française du questionnaire des tempéraments d'approche et d'évitement.

	Facteurs	
	Temp. Evit.	Temp. App.
5. Il m'en faut peu pour être enthousiaste et motivé(e)	-0.01	-0.73
8. Je suis toujours à l'affût d'occasions et d'expériences positives	-0.10	-0.66
10. Quand des bonnes choses m'arrivent, cela me touche très fortement	0.34	-0.64
11. Quand je veux quelque chose, je ressens un fort désir de tout faire pour l'obtenir	0.07	-0.70
1. Je suis d'un naturel très nerveux (nerveuse)	0.53	0.08
3. Il m'en faut peu pour m'inquiéter	0.67	0.06
6. Je me sens profondément anxieux (anxieuse) et craintif (craintive)	0.78	0.08
7. Je réagis très fortement aux mauvaises expériences	0.59	0.06
9. Lorsque je sens que quelque chose de mauvais pourrait m'arriver, j'ai tout de suite envie de fuir	0.60	-0.12
12. J'imagine facilement que des mauvaises choses puissent m'arriver	0.67	0.13

Notes. Temp. Evit. = Tempérament d'évitement ; Temp. App. = Tempérament d'approche ; 4 items d'approche. 6 items d'évitement. n = 313.

V.3.B Moyenne, consistance interne des sous-échelles, et corrélations entre les sous échelles

Dans cette étude l'alpha de Cronbach (Cronbach, 1951) de la sous échelle de la motivation d'approche a révélé une consistance interne acceptable ($\alpha = .63$) autorisant le calcul du score de la motivation dispositionnelle d'approche en moyennant les réponses des sujets sur les items 5, 8, 10 et 11 ($M = 5.45$; $ET = .91$; minimum : 1 ; maximum : 7). Les scores des participants étaient supérieurs à la moyenne de l'échelle.

De la même manière, l'alpha de Cronbach de la sous échelle de la motivation d'évitement a révélé une assez bonne consistance interne ($\alpha = .72$) autorisant le calcul du score de la motivation dispositionnelle d'évitement en moyennant les réponses des sujets sur les items 1,

3, 6, 7, 9 et 12 ($M = 3.19$; $ET = 1.13$; minimum : 1 ; maximum : 6.5). Les scores des participants étaient inférieurs à la moyenne de l'échelle. Conformément aux attentes, les corrélations entre les deux mesures étaient faibles (cf. Tableau 6).

Dans les six études relatives à la version américaine du questionnaire (Elliot & Thrash, 2010), les scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement ont été calculés en additionnant les scores des six items correspondants. Nous avons divisé par six les moyennes des scores américains de façon à pouvoir les présenter de façon similaire aux moyennes de la présente étude (cf. Tableau 6). Nous pouvons observer que les scores du tempérament d'évitement des études américaines sont tous supérieurs à la moyenne de l'échelle tandis que celui de notre étude est inférieur à celle-ci. Les scores du tempérament d'approche de l'étude présente et des études américaines sont en revanche tous supérieurs à la moyenne de l'échelle.

Tableau 6. Scores moyens d'échelle (écart-types), α de Cronbach et coefficients de corrélation des tempéraments d'approche et d'évitement des six études américaines (Elliot & Thrash, 2010) et de la présente étude.

	N	Temp.	Evit.	Temp.	App.	r
		M(ET)	α	M(ET)	α	
Study 1	149	4.02(1.18)	.79	5.49(0.81)	.80	-.27**
Study 2	150	4.38(1.26)	.81	5.45(0.80)	.74	.01
Study 3	161	4.27(1.36)	.86	5.16(0.93)	.85	.05
Study 4	141	4.01(1.36)	.87	5.38(0.85)	.83	-.01
Study 5	139	4.19(1.35)	.87	5.15(0.85)	.78	.08
Study 6	133	4.09(1.43)	.82	5.13(0.91)	.86	.03
Etude 3	313	3.19(1.13)	.72	5.45(0.91)	.63	.03

Notes. Temp. Evit. = Tempérament d'évitement ; Temp. App. = Tempérament d'approche ; α = Alpha de Cronbach ; r = coefficient de corrélation du tempérament d'approche et du tempérament d'évitement. ** $p < .01$.

V.3.C Analyses factorielles confirmatoires

Une AFC a été menée pour explorer la structure bi-factorielle du questionnaire. Les quatre items de motivation d'approche ont été définis comme étant la manifestation d'une variable latente d'un tempérament d'approche (premier facteur) ; de même que les six items de motivation d'évitement ont été définis comme étant la manifestation d'une variable latente d'un tempérament d'évitement (second facteur). Les résultats ont confirmé la bonne correspondance de ce modèle prédictif à deux facteurs avec les données, $\text{Chi}^2(35, N = 313) =$

57.47, $p < .001$, Chi^2/df ratio = 1.64, GFI Joreskog = .97, AGFI Joreskog = .95, RMSEA = .04. Les variances et saturation des variables latentes étaient toutes significatives.

V.3.D Effet du sexe

L'effet potentiel du sexe sur les scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement a été analysé à l'aide de deux analyses de variance (ANOVA) à un facteur (sexe). Les analyses ont montré un effet significatif du sexe sur les scores d'approche, $F(1, 311) = 4.87, p < .05, \eta_p^2 = .02$, et sur les scores d'évitement, $F(1, 311) = 27.25, p < .001, \eta_p^2 = .08$. Comme le montre le tableau 7, les femmes ont reporté des scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement supérieurs à ceux des hommes à l'instar des résultats de deux études d'Elliot et Thrash (2010). Concernant une comparaison globale des scores hommes/femmes des études américaines et de la présente étude, les scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement des hommes français sont les seuls à être en dessous de la moyenne de l'échelle. De plus les scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement des femmes et les scores de la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche des hommes étaient, indépendamment de la nationalité, tous supérieurs à la moyenne de l'échelle. Ainsi, la plus grande proportion de l'effectif masculin dans notre étude comparativement à celui des études américaines (cf. Tableau 7) pourrait expliquer le fait que le score moyen de la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement (tous sexes confondus) de l'étude présente soit plus faible que celui des études américaines (cf. Tableau 6).

Tableau 7. Moyennes et écart-types des scores des variables dispositionnelles en fonction du sexe pour les études 3 et 5 d'Elliot et Thrash (2010), et pour la présente étude.

	Temp. Evit.			Temp. App.	
	N	M	ET	M	ET
Homme US3	56	3.94	nc	4.76	nc
Femmes US3	109	4.42*	nc	5.35**	nc
Hommes US5	47	3.96	nc	4.93	nc
Femmes US5	92	4.40*	nc	5.26*	nc
Hommes FR3	200	2.95	1.07	5.37	.92
Femmes FR3	113	3.61**	1.10	5.60*	.89

Notes. Temp. Evit. = Tempérament d'évitement ; Temp. App. = Tempérament ; US3 = étude américaine n°3 ; US5 = étude américaine n°5 ; FR3 = présente étude ; nc = non communiqué. * $p < .05$; ** $p < .001$.

V.4 Discussion

Le questionnaire américain ATQ récemment validé par Elliot et Thrash (2010) propose une mesure des tempéraments d'approche et d'évitement, classiquement analysés sur la base de la variance partagée par les principaux construits des théories récentes de la personnalité (Elliot & Thrash, 2002). L'étude corrélacionnelle présente (N=313) avait pour objet la validation psychométrique bi-factorielle en langue française de cet outil psychométrique. Pour cela des analyses factorielles exploratoires et confirmatoires ont été conduites. La validation offerte par le présent travail demeure cependant partielle et nécessitera des validations complémentaires du fait du retrait de deux items de la version américaine et de l'absence d'analyse de la validité temporelle.

L'analyse factorielle initiale a montré contrairement aux attentes que le questionnaire français avait une structure à trois facteurs rendant compte de la mesure de la motivation d'approche, de la mesure de la motivation d'évitement et d'un troisième facteur sur lequel saturaient fortement deux items du tempérament d'approche (i.e., n°2, « *Quand je pense aux choses dont j'ai envie, cela me donne vraiment de l'énergie* » et n°4, « *Quand je sens que j'ai une occasion pour quelque chose que j'aime, je me sens immédiatement très enthousiaste* »). La traduction de ces deux items pourrait être à l'origine de ce résultat inattendu. L'item n°4 (« *When I see an opportunity for something I like, I immediately get excited* ») du questionnaire ATQ américain est très proche de l'item n°14 (« *When I see an opportunity for something I like I get excited right away* ») de la sous échelle de la réactivité à la récompense de l'échelle américaine BAS (Carver & White, 1994). Caci et ses collaborateurs (Caci, Deschaux, & Baylé, 2007) ont traduit ce dernier de la façon suivante : « *Je suis très excité lorsque j'ai l'occasion de faire quelque chose que j'aime* ». On peut observer que l'aspect lié à la valence a été placé par les auteurs en fin de phrase, contrairement à la traduction que nous avons proposée qui s'achevait par les mots « énergie » et « enthousiaste ». Cela a sans doute souligné l'aspect lié à l'énergisation du comportement plus que l'aspect lié à la valence appétive, expliquant probablement le fait que ces deux items n'aient pas correctement saturé sur le facteur d'approche. Nous avons donc exclu ces deux items et conduit à nouveau une analyse factorielle exploratoire. Il est important de noter que l'échelle d'évitement a conservé l'ensemble de ses items conformément à la version originale.

La seconde analyse factorielle a montré conformément aux attentes (Elliot & Thrash, 2010), que la nouvelle version du questionnaire français possédait une structure à deux facteurs rendant compte distinctement de la mesure de la motivation d'approche et de la mesure de la motivation d'évitement à l'instar de la version originale. Ce résultat a été étayé par l'analyse confirmatoire qui a montré la validité bi-factorielle du modèle hypothétique et son ajustement correct aux données. Les corrélations entre les deux sous-échelles étaient conformément aux attentes faibles et non significatives, apportant des preuves supplémentaires de l'indépendance des deux tempéraments. Cette indépendance impliquerait que la sensibilité d'une personne dans un tempérament a peu de lien avec sa sensibilité dans l'autre, permettant ainsi quatre combinaisons possibles des profils d'approche et d'évitement (sensibilités d'approche et d'évitement élevées, sensibilités d'approche et d'évitement faibles, sensibilité d'approche élevée et sensibilité d'évitement faible, sensibilité d'approche faible et sensibilité d'évitement élevée, Carver & White, 1994). Les interactions et les coactions entre ces deux systèmes indépendants nécessitent encore d'être étudiées (Cacioppo et al., 1997). Lorsque la validation du questionnaire ATQ en langue française sera complète, de telles investigations seront possibles au sein d'une population francophone.

Nos résultats ont montré que les scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement de notre population d'étude étaient inférieurs à la moyenne de l'échelle contrairement à ceux des participants des six études menées outre-Atlantique. Cela suggère que notre population était moins sensible à l'évitement. En effet notre population présentait une proportion de participants masculins (reportant des scores d'évitement plus faibles que les femmes) plus élevée dans notre étude que dans celles menées outre-Atlantique. De plus les scores d'évitement des hommes et des femmes français étaient respectivement inférieurs à ceux des hommes et des femmes américains. Par ailleurs, nos résultats complémentaires ont montré à l'instar de ceux d'Elliot et Thrash (2010) que les femmes peuvent reporter des scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement supérieurs à ceux des hommes, indépendamment de leur valence. Cette différence liée au sexe des scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments corrobore les conclusions d'autres études, ayant montré un effet du sexe sur des variables dispositionnelles liées à la motivation et à l'anxiété (Diaz & Pickering, 1993; Pickering, Díaz, & Gray, 1995). Les sujets féminins et masculins auraient ainsi tendance à contribuer respectivement à la hausse et à la baisse des scores motivationnels d'une population d'étude. Enfin, conformément aux résultats obtenus par Elliot et Thrash (2010) ou dans d'autres études sur les buts d'accomplissement (Cury et al.,

2006; Elliot & McGregor, 2001), la moyenne des scores du tempérament d'approche était plus élevée que celle du tempérament d'évitement, confirmant la tendance naturelle des sujets à être animés par ce type de motivation.

La présente validation préliminaire de la version française du questionnaire ATQ d'Elliot et Thrash (2010) a été réalisée selon une méthodologie largement documentée (Elliot & Thrash, 2010), à l'exception de l'étude de la fidélité temporelle des construits qui n'a pu être ici mise en œuvre. Cette analyse fera l'objet d'une étude ultérieure confrontant une population à deux mesures des tempéraments d'approche et d'évitement séparées dans le temps d'une période au moins égale à neuf semaines (Elliot & Thrash, 2010). Par ailleurs, nous pensons que l'alpha de Cronbach de cette échelle pourra être amélioré en réintégrant les deux items retirés dès lors qu'ils satureront du fait d'une meilleure traduction sur le deuxième facteur, conformément à la version américaine. Pour cela, il sera souhaitable de s'inspirer de la traduction en langue française du questionnaire BIS/BAS de Caci et ses collaborateurs (2007). Nous pourrons enfin porter notre attention sur une population d'étude plus sensible à l'évitement, par exemple en incluant une proportion plus élevée de sujets féminins comme cela a été fait dans les études américaines.

Traditionnellement, la mesure des tempéraments d'approche et d'évitement était réalisée indirectement en termes de variance partagée avec les autres traits de personnalités développés dans la littérature (Elliot & Thrash, 2002). Par exemple, certains auteurs (Corr, 2001) utilisaient le trait d'anxiété (Spielberger, 1983) et l'échelle BIS/BAS (Carver & White, 1994) pour évaluer la disposition à l'évitement. La validation partielle d'une mesure des tempéraments d'approche et d'évitement en langue française permettra de proposer des protocoles expérimentaux plus pertinents et moins complexes pour étudier ces deux dimensions de la personnalité au sein de populations francophones. Notre étude s'intègre ainsi dans la voie ouverte par Elliot et Thrash (2010) permettant l'analyse des processus neurophysiologiques associés à ces deux bases de la personnalité. Dans cette perspective, la seconde partie de la présente étude (étude 3B) a utilisé pour son recrutement les sujets de l'échantillon du devis corrélationnel et leurs scores à l'ATQ, afin d'étudier la possible modulation de l'effet du rouge sur la performance à un test de mémoire par les tempéraments.

Chapitre VI. Etude 3B : Etude de la modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments d'approche et d'évitement

VI.1 Introduction

Dans un contexte d'accomplissement, Elliot et ses collaborateurs ont clairement démontré que voir du rouge avant de s'engager dans un test cognitif provoquait un état motivationnel d'évitement nuisant à la performance cognitive (Elliot et al., 2007; Elliot et al., 2011; Lichtenfeld et al., 2009; Maier et al., 2008). Nous avons étendu ce résultat dans notre première étude empirique sur la base de tests mobilisant la mémoire de travail. Ce travail empirique s'est focalisé sur les effets de l'état motivationnel d'évitement des sujets. Pourtant, en situation d'accomplissement la probabilité de s'engager dans un comportement d'évitement (ou d'approche) varie en fonction de la situation mais aussi des individus (Jones & Gosling, 2008). Bien que les dispositions et les états motivationnels soient très liés dans l'explication des réponses comportementales en contexte d'accomplissement (Cavanagh & Allen, 2008; Elliot & McGregor, 1999; Gable et al., 2000; Seery, Blascovich, Weisbuch, & Vick, 2004), la plupart des auteurs ont focalisé uniquement sur les états motivationnels (Larsen & Augustine, 2008) à l'image des études récentes sur la couleur rouge.

Au-delà des conditions contextuelles, les différences ou préférences individuelles de sensibilité d'approche et d'évitement peuvent influencer le degré d'activation de l'état motivationnel des personnes et, finalement, leur comportement (Elliot, 1999; Stemmler & Wacker, 2010). Un grand nombre d'études a focalisé sur l'effet de la tendance motivationnelle d'évitement, cette dernière pouvant produire des réponses comportementales plus intenses en présence d'un stimulus menaçant (Corr, 2001). L'auteur évoque par exemple la robuste potentialisation du réflexe de sursaut chez les personnes sensibles à l'évitement lorsqu'un stimulus menaçant leur a été présenté. Pour interpréter ses résultats Corr (2001) a conceptualisé les dispositions d'évitement (BIS) en termes de dispositions liées à l'anxiété

(trait d'anxiété). Cet effet semble reposer sur des mécanismes rudimentaires, automatiques, à l'image des mécanismes supposés être responsables de l'effet débilisant du rouge sur la performance cognitive.

Ces conclusions peuvent avoir une explication attentionnelle liée à un processus associé à l'état motivationnel d'évitement, l'anxiété. Maier et ses collaborateurs ont montré dans leurs études que l'effet débilisant de la couleur rouge lors d'une tâche cognitive était le fruit d'une focalisation attentionnelle (Maier et al., 2008). La théorie de préférence attentionnelle (ou biais attentionnel) de Derryberry et Reed (1994) précise que les systèmes d'approche et d'évitement influencent la quantité de ressources attentionnelles mobilisées par la perception d'un stimulus en fonction de sa valence : des sujets ayant une sensibilité aversive élevée perçoivent plus rapidement et plus longtemps un stimulus menaçant que les sujets ayant une sensibilité appétive élevée. En plus d'être potentialisés par les différences individuelles, ces biais attentionnels peuvent être accentués par des contextes stressants tels qu'une tâche cognitive difficile (Mathews & Macleod, 1994).

A notre connaissance, la modulation des réponses comportementales à des stimuli menaçants en fonction des tempéraments motivationnels n'a jamais été investiguée dans le paradigme des couleurs. L'objectif principal de l'étude présente a donc été d'étendre les résultats de notre première étude empirique, en étudiant la potentielle modulation de l'effet négatif de la couleur rouge sur la réponse cognitive par les différences individuelles liées aux tempéraments motivationnels (Elliot & Thrash, 2010). Ainsi, nous avons émis l'hypothèse principale selon laquelle les participants sensibles à l'évitement à qui l'on présenterait la couleur rouge avant de réaliser un test de mémoire, dégraderaient plus leurs scores que des sujets sensibles à l'évitement à qui l'on aurait présenté une couleur de contrôle, du fait de leur biais attentionnel en faveur des stimuli menaçants. Cet effet de potentialisation de l'effet débilisant du rouge sur les scores de mémoire des sujets sensibles à l'évitement devrait également s'observer en comparaison avec des sujets sensibles à l'approche, qu'ils aient été placés dans une condition expérimentale rouge ou de contrôle.

Par ailleurs, la réponse attentionnelle et cognitive à un stimulus négatif peut être accompagnée de réflexes physiologiques défensifs comme la modulation de l'activité cardiaque (Lang et al., 1997; Ruiz-Padial et al., 2005). Ainsi nous avons démontré dans notre première étude que la VFC diminuait pour les participants placés dans un état motivationnel d'évitement causé par une présentation de la couleur rouge. La modulation de l'effet de

stimuli menaçants sur la VFC par des dispositions d'évitement (mesurées grâce au trait d'anxiété) a été largement étudiée et offre des résultats consensuels selon lesquels le retrait vagal est plus prononcé chez les sujets sensibles à l'évitement (Bleil, Gianaros, Jennings, Flory, & Manuck, 2008; Miu, 2008; Miu et al., 2009). En revanche le lien entre la réactivité cardiaque et les tempéraments dispositionnels reste équivoque (Hofmann & Kim, 2006), bien qu'un stimulus menaçant provoque classiquement une hausse de la réactivité cardiaque (Turpin, 1986). Nous avons donc intégré à notre étude une mesure physiologique de la réactivité cardiaque pour étudier de façon exploratoire la possible modulation de l'effet de la couleur sur la réactivité cardiaque par les tempéraments.

En marge de ces hypothèses principales, nous nous sommes intéressés à l'effet des tempéraments motivationnels sur les mesures auto-rapportées d'états affectifs. Des études ont mis en relation les dispositions motivationnelles avec les affects (Larsen & Augustine, 2008). Les tempéraments d'approche et d'évitement ont été en effet respectivement liés avec les concepts de sentiments positifs et négatifs (Elliot & Thrash, 2002). Dans la plupart des études du paradigme des couleurs, les mesures d'éveil général et d'humeur sont utilisées. Dans ce cadre, nous émettons l'hypothèse selon laquelle les participants ayant une sensibilité d'évitement élevée devraient reporter les scores d'humeur et d'activation plus faibles comparativement aux participants ayant une sensibilité d'approche élevée.

Enfin, il a été évoqué l'indépendance des tempéraments d'approche et d'évitement impliquant quatre combinaisons possibles de leurs sensibilités : sensibilités d'approche et d'évitement élevées, sensibilités d'approche et d'évitement faibles, sensibilité d'approche élevée et sensibilité d'évitement faible, sensibilité d'approche faible et sensibilité d'évitement élevée, (Carver & White, 1994). Nous avons ainsi étudié de façon exploratoire l'éventuelle présence d'un effet d'interaction des deux tempéraments sur les variables dépendantes de l'étude comme cela a pu être parfois mis en évidence (Corr, 2002) avec les échelles auto-rapportées d'inhibition (BIS) et d'activation comportementales (BAS).

VI.2 Méthode

VI.2.A Sélection des participants

VI.2.A.a *Choix de l'échantillon*

Les échantillons ont été constitués à partir d'étudiants ($n = 313$) ayant participé au devis corrélationnel de cette étude (étude « 3A »). L'expérimentateur étant un homme, et devant dans le cadre du protocole expérimental mettre en place une ceinture sous la poitrine des participants destinée à la mesure de la fréquence cardiaque, seuls les participants masculins ($n = 200$) ont été retenus. Une pré-sélection des participants s'est faite à priori à partir de leurs scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement, ces derniers étant assignés à un groupe « tempérament d'évitement élevé » ou un groupe « tempérament d'évitement faible » si leurs scores étaient respectivement supérieurs ou inférieurs à la médiane (cf. Tableau 8). La méthode de partage par la médiane a été privilégiée pour garantir un équilibre d'effectifs conséquents dans chaque groupe expérimental (Kambouropoulos & Staiger, 2004). Ainsi, parmi les 204 étudiants masculins de l'étude corrélationnelle précédente, 64 étudiants volontaires âgés en moyenne de 21.45 ans ($ET = 5.51$) ont été sélectionnés pour participer à cette étude (cf. Tableau 8).

Nous pouvons constater que les scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement de l'échantillon retenu dans l'étude ($n = 64$) est inférieur à la moyenne de l'échelle, laissant supposer une population peu sensible à l'évitement. Le groupe des participants les plus sensibles à l'évitement a malgré tout une moyenne supérieure à la moyenne de l'échelle. Par ailleurs, les scores d'approche des participants sont tous supérieurs à la moyenne de l'échelle, y compris dans le groupe ayant la sensibilité à l'approche la plus faible. Ce résultat suggère que nos participants ont exprimé une tendance à la motivation d'approche élevée, conformément aux résultats des études d'Elliot et Thrash (2010).

Tableau 8. Scores des variables dispositionnelles de la population de base, de l'échantillon d'étude et des groupes expérimentaux dispositionnels.

Groupe	n	Scores de tempérament d'évitement				Scores de tempérament d'Approche.			
		M(ET)	Médiane	Rang observé	Rang possible	M(ET)	Médiane	Rang observé	Rang possible
Base	204	2.95(1.07)	2.83	1-6.5	1-7	5.37(.92)	5.5	1-7	1-7
Etude	64	2.93(1.28)	2.92	1-6.5	1-7	5.43(.74)	5.5	3.5-7	1-7
Ev.+	32	3.98(.87)	3.67	3-6.5	1-7	5.36(.86)	5.5	3.5-7	1-7
Ev.-	32	1.87(.53)	1.87	1-2.83	1-7	5.5(.6)	5.75	4.25-6.25	1-7
App.+	30	2.81(1.34)	2.58	1-6.5	1-7	6.04(.29)	6	5.75-7	1-7
App.-	34	3.03(1.24)	3	1-5.67	1-7	4.89(.58)	5	3.5-5.5	1-7

Notes. Base = Population de base ; Etude = Echantillon volontaire de la population de base ; Ev.+/- = Groupes expérimentaux ayant respectivement des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement élevés/faibles (constitués à priori par une coupure médiane); App.+/- = Groupes expérimentaux ayant respectivement des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche élevés/faibles (constitués à postériori par une coupure médiane).

VI.2.A.b Création des groupes expérimentaux

Le plan expérimental « tempérament d'évitement x couleur » destiné à tester l'effet d'interaction du tempérament d'évitement et de la couleur sur les variables dépendantes, nous a conduits à réaliser un recrutement « pseudo-aléatoire », permettant de s'assurer avant la réalisation du protocole, qu'il y avait dans chaque condition de couleur une répartition équitable des scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement (Stemmler et al., 2007). Les participants d'une part présélectionnés comme étant les plus sensibles à l'évitement et d'autre part présélectionnés comme étant les moins sensibles à l'évitement, ont ainsi été assignés aléatoirement à chacune des deux conditions expérimentales de couleur (cf. Tableau 9).

Les groupes expérimentaux relatifs au plan expérimental « tempérament d'approche x couleur » ont de façon complémentaire été constitués à postériori à l'aide d'une coupure médiane (cf. Tableau 8 et Tableau 9).

Tableau 9. Scores des variables dispositionnelles en fonction des conditions expérimentales et des groupes.

		Scores de tempérament d'évitement					Scores de tempérament d'approche.			
Groupe	N	M(ET)	Méd.	Rang observé	Rang poss.	M(ET)	Méd.	Rang observé	Rang poss.	
Ev.+	Rouge	15	4.27(1.07)	4	3-6.5	1-7	5.17(1.06)	5.25	3.5-7	1-7
	Gris	17	3.73(.57)	3.67	3-5	1-7	5.53(.63)	5.5	4.25-6.5	1-7
Ev.-	Rouge	18	1.94(.55)	1.92	1-2.83	1-7	5.46(.64)	5.75	4.25-6.25	1-7
	Gris	14	1.78(.51)	1.75	1-2.67	1-7	5.57(.56)	5.63	4.5-6.25	1-7
App.+	Rouge	15	2.8(1.60)	2.5	1-6.5	1-7	6.07(.36)	6	5.75-7	1-7
	Gris	15	2.82(1.08)	3.17	1.33-5	1-7	6.02(.20)	6	5.75-6.5	1-7
App.-	Rouge	18	3.17(1.31)	3.08	1.17-5.67	1-7	4.71(.61)	4.75	3.5-5.5	1-7
	Gris	16	2.88(1.89)	3	1-4.83	1-7	5.11(.48)	5.38	4.25-5.5	1-7

Notes. Méd. = Médiane ; Rang poss. = Rang possible ; Ev.+/- = Groupes expérimentaux ayant respectivement des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement élevés/faibles (constitués à priori par une coupure médiane); App.+/- = Groupes expérimentaux ayant respectivement des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche élevés/faibles (constitués à postériori par une coupure médiane) ; Rouge = groupes expérimentaux confrontés à la couleur rouge ; Gris = groupes expérimentaux confrontés à la couleur grise.

VI.2.A.c *Contrôle de la composition des groupes*

Des ANOVAs à un facteur (scores élevés vs faibles) ont tout d'abord permis de s'assurer que les participants répartis au sein des groupes expérimentaux dispositionnels selon la méthode de la coupure médiane avaient des scores de la sous-échelle de référence des tempéraments significativement différents, et des scores de l'autre sous-échelle qui ne différaient pas. En d'autres termes, cela a permis de s'assurer que l'effet potentiel d'une différence entre les individus liée à au tempérament d'évitement ne soit pas associé à une différence liée au tempérament d'approche, et réciproquement. Des ANOVAs à un facteur (rouge vs gris) ont permis ensuite de s'assurer que les scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement ne différaient pas entre les deux conditions couleurs, c'est-à-dire que les participants avaient été équitablement répartis dans les groupes expérimentaux liés à la couleur en fonction de leurs scores. Les moyennes des groupes sont reportées au sein du Tableau 9.

Deux ANOVAs à un facteur (tempéraments d'évitement élevés vs faibles) ont montré d'une part que les scores d'évitement de ces participants présentaient des différences significatives, $F(1,62) = 137.16, p < .001, \eta_p^2 = .69$ et d'autre part que leurs scores d'approche

ne différaient pas, $F < 1, p > .05$. De la même manière, les analyses menées sur les scores des participants des groupes ayant des tempéraments d'approche élevés (vs faibles) ont tout d'abord montré que leurs scores d'approche étaient significativement différents, $F(1,62) = 94.84, p < .001, \eta_p^2 = .60$, et que leurs scores d'évitement ne différaient pas, $F < 1, p > .05$

Deux ANOVAs à un facteur (rouge vs gris) ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative des scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement entre les groupes de couleurs, $F_s < 1.46, p > .23$. Ce résultat montre que les sujets avaient été répartis correctement à priori dans les conditions de couleur en fonction de leurs scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement, et que la répartition réalisée à postériori sur la base des scores d'approche était conforme aux attentes.

VI.2.B Procédure

La procédure utilisée lors de l'étude présente était identique à celle utilisée dans la première étude empirique de ce travail doctoral. Les participants ont été convoqués pour réaliser l'expérimentation au moins un mois après la passation collective des questionnaires dispositionnels, sans évoquer le lien entre les deux études.

Les participants réalisaient deux tests de quotient intellectuel (QI) reconnus pour évaluer la mémoire de travail chez les adultes, entre lesquels une induction de couleur rouge ou témoin (gris) était réalisée. La fréquence cardiaque et des questionnaires d'humeur et d'éveil général étaient également mesurés. Les participants étaient libérés à la fin de l'expérience après que l'expérimentateur eût vérifié qu'ils n'avaient pas correctement deviné le but de l'expérience et qu'ils avaient correctement reporté la couleur qui leur avait été présentée entre les deux tests.

VI.2.C Mesures

VI.2.C.a Performance aux tests de mémoire

La performance aux tests de mémoire, liée à la mobilisation de la mémoire de travail, a été mesurée selon les mêmes modalités que celles de la première étude. Elle correspondait ainsi à un score composite calculé en réalisant la différence exprimée en pourcentage des scores entre le premier test de mémoire (T1) et le second (T2). Le deuxième test étant plus difficile que le premier, nous nous attendions conformément à la première étude à ce que tous les participants aient des scores négatifs.

VI.2.C.b Variables auto-rapportées

La perception de l'humeur et de l'éveil général ont été mesurées lors de la passation du questionnaire suivant la manipulation de couleur selon les mêmes modalités que celles de la première étude empirique.

VI.2.C.c Réactivité cardiaque

La réactivité cardiaque a été calculée durant les trois secondes suivant la présentation du stimulus (Harrison & Turpin, 2003; Ruiz-Padial et al., 2005; Schwerdtfeger, 2006). Un cardio-fréquencemètre (modèle RS800 de la marque Polar Electro) a permis la mesure et l'enregistrement des intervalles R-R dont les artéfacts ont été ensuite corrigés. La fréquence cardiaque à chaque seconde entière (secondes 1, 2 et 3) a été par la suite calculée (Velden & Wölk, 1987). Chacune de ces trois valeurs a été soustraite à la fréquence cardiaque moyenne des 5 secondes précédant le stimulus pour calculer la réactivité cardiaque de la première, deuxième et troisième seconde suivant le stimulus. Enfin, la valeur maximale de ces trois scores exprimée en battements par minute a défini le pic de réactivité (Harrison & Turpin, 2003) qui était la variable retenue dans l'étude présente pour rendre compte de la réactivité cardiaque (Turpin, 1986). Les modalités de calculs et de mesures de la réponse cardiaque sont davantage détaillées dans la partie « Choix méthodologiques » de ce travail doctoral.

VI.3 Résultats

VI.3.A Analyses préliminaires

Trois ANOVAs à un facteur (« rouge vs gris » ; puis « tempérament d'évitements élevés vs faibles » ; puis « tempéraments d'approche élevés vs faibles ») ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative de la performance au premier test de QI, entre les groupes, $F_s < 2.86$, $ps > .10$. Ainsi la performance aux tests de mémoire exprimée en pourcentages a pu être utilisée comme variable dépendante dans les analyses principales.

Deux ANOVAs à un facteur (« rouge vs gris » ; et « tempéraments d'approche élevés vs faibles ») ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative de la mesure de base de l'activité cardiaque entre les groupes, $F_s < 1.07$, $ps > .31$. En revanche la même analyse menée avec les groupes « tempérament d'évitements élevés vs faibles » a montré un effet significatif, $F(1,63) = 4.16$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .06$. Les participants les plus sensibles à l'évitement

($M = 77.42$; $ET = 14.21$) avaient une mesure de base de l'activité cardiaque inférieure à celle des sujets les moins sensibles à l'évitement ($M = 88.60$; $ET = 27.56$). Les analyses menées sur la réactivité cardiaque ont donc été réalisées avec la mesure de base de la fréquence cardiaque comme covariant.

VI.3.B Analyses principales⁶

VI.3.B.a Analyses sur la performance aux tests de mémoire

La modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments a été analysée à l'aide d'une ANOVA à trois facteurs inter-sujets : (1) la condition de couleur (rouge vs gris), (2) les groupes issus de la coupure médiane des scores du tempérament d'évitement («scores élevés» vs «faibles») et (3) les groupes issus de la coupure médiane des scores du tempérament d'approche («scores élevés» vs «faibles»). Les effets principaux de ces trois variables indépendantes ont d'abord été présentés, suivis des effets d'interactions de niveau 1 (couleur x tempérament d'évitement, couleur x tempérament d'approche, tempérament d'approche x tempérament d'évitement) et de niveau 2 (couleur x tempérament d'approche x tempérament d'évitement). Les analyses post-hoc ont été effectuées à l'aide de tests LSD Fisher. Les

⁶ Ainsi que cela a été évoqué dans la partie méthodologique de ce travail doctoral, la taille de notre échantillon d'étude et le souci de maintenir une homogénéité des analyses statistiques utilisées dans l'ensemble de nos études, nous ont conduits à choisir a priori l'analyse de variance plutôt que l'analyse de régressions multiples pour analyser nos données. Une dichotomisation des tempéraments a ainsi été nécessaire, malgré la baisse de puissance statistique que cela est supposé occasionner. Nous avons à posteriori répété cette analyse à l'aide de régressions multiples. Les résultats de cette analyse, similaires à ceux des analyses de variance, sont reportés ci-dessous.

Pour tester à posteriori la modulation de l'effet de la couleur rouge sur la mémoire par les tempéraments d'approche et d'évitement, nous avons procédé à une série d'analyses de régressions multiples. Le modèle de régression incluait tout d'abord les trois prédicteurs principaux suivants : 1) le contraste de couleur (rouge = -1 vs gris = +1), 2) les scores centrés du tempérament d'approche, 3) les scores centrés du tempérament d'évitement. Les effets d'interaction de premier ordre ont été analysés en ajoutant au modèle les variables prédictives suivantes : 4) le produit du contraste des couleurs et des scores centrés du tempérament d'approche, 5) le produit du contraste des couleurs et des scores centrés du tempérament d'évitement, 6) le produit des scores centrés du tempérament d'évitement et du tempérament d'approche. Enfin, les effets d'interaction de second ordre ont été analysés en ajoutant au modèle la variable prédictive suivante : 7) le produit du contraste des couleurs et des scores centrés des tempéraments d'approche et d'évitement.

La variation exprimée en pourcentage des scores de mémoire mesurés au test 1 et au test 2 a été régressée sur le modèle de base décrit ci-dessus. L'analyse a démontré un effet significatif du modèle de base $F(7, 56) = 2.71, p < .05$ ($R^2 = .25$). Le contraste de couleur, $F(1, 56) = 5.74, p < .05, \eta^2 = .09$ ($\beta = .28$), et l'interaction des deux tempéraments, $F(1, 56) = 9.46, p < .01, \eta^2 = .14$ ($\beta = -.50$) ont été des prédicteurs significatifs de la variable dépendante. Les autres prédicteurs étaient tous non significatifs ($F_s < 2.47, p_s > .12$).

De la même manière une analyse a été conduite sur le pic de la réactivité cardiaque de façon à tester à posteriori la modulation de l'effet de la couleur rouge sur cette variable par les tempéraments d'approche et d'évitement. Ainsi le pic de la réactivité cardiaque a été régressé sur le modèle de base. L'analyse n'a pas montré d'effet significatif du modèle de base $F(7, 56) = .99, p > .05$ ($R^2 = .11$). Seul le contraste de couleur était un prédicteur tendanciel de la réactivité cardiaque, $F(1, 56) = 3.62, p = .06, \eta^2 = .06$ ($\beta = -.24$). Les autres prédicteurs étaient tous non significatifs ($F_s < 1.58, p_s > .21$). Les résultats étaient similaires en incluant au modèle la mesure de base de la réactivité cardiaque comme covariant.

moyennes de la performance aux tests de mémoire en fonction des groupes et des conditions expérimentales sont présentées dans le Tableau 10 et dans le Tableau 11.

L'analyse a montré un effet principal significatif de la condition couleur sur la performance aux tests de mémoire, $F(1, 56) = 6.85, p < .05, \eta_p^2 = .11$ (cf. Figure 20). Les participants de la condition rouge ($M = -31.46$; $ET = 11.45$) ont démontré une plus grande baisse de leur scores de mémoire que ceux placés dans la condition grise ($M = -24.43$; $ET = 11.39$). Ces résultats répliquent ceux de notre première étude empirique. Par ailleurs, l'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif du tempérament d'évitement ($F(1, 56) = .71, p = .41$), ni du tempérament d'approche ($F(1, 56) = .07, p = .79$) sur la performance aux tests de mémoire.

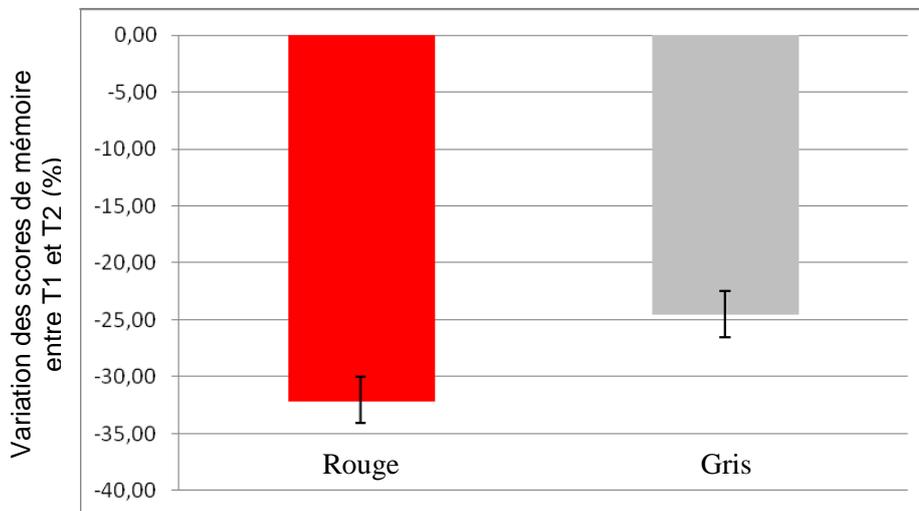


Figure 20. Performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur.

L'analyse a montré contrairement à nos attentes un effet d'interaction de la couleur et du tempérament d'évitement sur la performance aux tests de mémoire non significatif, $F(1, 56) = .01, p = .93$ (cf. Tableau 10).

Tableau 10. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur et du tempérament d'évitement.

	Conditions expérimentales et groupes			
	Rouge		Gris	
	Temp.Ev+ M(ET)	Temp.Ev- M(ET)	Temp.Ev+ M(ET)	Temp.Ev- M(ET)
QI%	-30.78 (12.59)	-32.03 (10.75)	-24.80 (12.99)	-23.99 (9.57)

Notes. Temp.Ev+ /- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement élevés/faibles ; QI% = performance aux tests.

De la même manière l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction de la couleur et du tempérament d'approche sur la performance aux tests de mémoire, $F(1, 56) = 2.28, p = .14$ (cf. Tableau 11).

Tableau 11. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction de la couleur et du tempérament d'approche.

	Conditions expérimentales et groupes			
	Rouge		Gris	
	Temp.App+ M(ET)	Temp.App- M(ET)	Temp.App+ M(ET)	Temp.App- M(ET)
QI%	-34.95(10.60)	-28.56(11.60)	-23.85(13.04)	-24.98(10.0)

Notes. Temp.App +/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche élevés/faibles ; QI% = performance aux tests de mémoire.

L'analyse de l'interaction des deux tempéraments sur la performance aux tests de mémoire a montré un effet tendanciel, $F(1, 56) = 3.65, p = .057, \eta_p^2 = .06$. Les analyses post-hoc ont montré une différence tendancielle ($p = .10$) de la performance aux tests de mémoire entre les participants ayant des sensibilités d'approche et d'évitement élevées ($M = -31.64 ; ET = 13.59$) et ceux ayant une sensibilité d'évitement élevée associée à une sensibilité d'approche faible ($M = -24.85 ; ET = 12.08$). Tous les autres contrastes étaient non significatifs ($ps > .24$). Le Tableau 12 décrit les moyennes et les écart-types des groupes concernés. Ce résultat pourrait suggérer une baisse de la performance aux tests de mémoire liée au conflit généré par le fait d'avoir des sensibilités élevées dans les deux systèmes motivationnels (Kambouropoulos & Staiger, 2004).

Tableau 12. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction des sensibilités des tempéraments d'approche et d'évitement.

	Groupes dispositionnels			
	Temp. Ev +		Temp. Ev-	
	Temp.App+ M(ET)	Temp.App- M(ET)	Temp.App+ M(ET)	Temp.App- M(ET)
QI%	-31.64(13.59)	-24.85(12.08)	-27.69(12.62)	-29.44(8.83)

Notes. Temp.App +/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche élevés/faibles ; Temp.Ev +/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement élevés/faibles ; QI% = performance aux tests de mémoire.

Enfin, l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction significatif de la couleur et des deux tempéraments, $F(1, 56) = 1.21, p = .28$.

VI.3.B.b Analyses sur la réactivité cardiaque

La modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments sur la réactivité cardiaque a été analysée à l'aide d'une ANCOVA, à trois facteurs inter-sujets identiques à ceux de l'analyse précédente. En accord avec les résultats des analyses préliminaires, le covariant était la fréquence cardiaque de base des participants. Le plan statistique était le même que celui décrit dans l'analyse précédente, les résultats ont donc été présentés selon la même démarche. Les moyennes des scores de réactivité cardiaque en fonction des groupes et des conditions expérimentales sont présentées dans le Tableau 13 et dans le Tableau 14.

L'analyse a montré un effet tendanciel de la couleur sur la réactivité cardiaque ($F(1, 56) = 3.76, p = .06$). Les participants de la condition rouge ($M = 5.62 ; ET = 7.38$) ont montré une réactivité cardiaque supérieure à celle des participants de la condition grise ($M = 2.61 ; ET = 3.52$). Les moyennes sont représentées ci-dessous (cf. Figure 21). Cet effet portant sur la couleur indépendamment des tempéraments et en particulier du tempérament d'évitement dont la mesure de base cardiaque différait entre les groupes, l'analyse a donc été répétée sans covariant. Les résultats de cette analyse complémentaire confirment l'effet de la couleur sur la réactivité cardiaque ($F(1, 56) = 3.76, p < .05, \eta_p^2 = .07$). Par ailleurs, l'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif du tempérament d'évitement ($F(1, 56) = 2.48, p = .12$), ni du tempérament d'approche ($F(1, 56) < .01, p = .96$) sur la réactivité cardiaque.

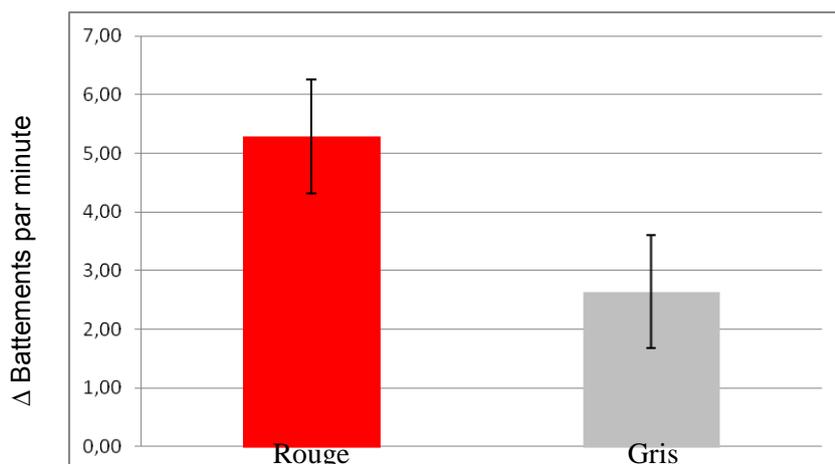


Figure 21. Pic de réactivité cardiaque en fonction de la couleur.

L'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction de la couleur et du tempérament d'évitement sur la réactivité cardiaque, $F(1, 56) = 2.31, p = .13$ (cf. Tableau 13).

Tableau 13. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction de la couleur et du tempérament d'évitement.

	Conditions expérimentales et groupes			
	Rouge		Gris	
	Temp.Ev+ M(ET)	Temp.Ev- M(ET)	Temp.Ev+ M(ET)	Temp.Ev- M(ET)
Pic	5.00(6.64)	6.15(8.10)	3.93(4.02)	1.01(1.90)

Notes. Temp.Ev +/- = groupes expérimentaux ayant des scores de tempérament d'évitement élevés/faibles ; Pic = pic de la réactivité cardiaque en battements par minutes.

De la même manière, l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction de la couleur et du tempérament d'approche, $F(1, 56) = .23, p = .64$ (cf. Tableau 14).

Tableau 14. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction de la couleur et du tempérament d'approche.

	Conditions expérimentales et groupes			
	Rouge		Gris	
	Temp.App+ M(ET)	Temp.App- M(ET)	Temp.App+ M(ET)	Temp.App- M(ET)
Pic	5.88 (8.09)	5.41 (6.97)	1.44 (2.04)	3.71 (4.26)

Notes. Temp.App +/- = groupes expérimentaux ayant des scores de tempérament d'approche élevés/faibles ; Pic = pic de la réactivité cardiaque en battements par minutes.

Enfin, l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction significatif des deux tempéraments ($F(1, 56) = 1.20, p = .28$) ; ni de la couleur et des deux tempéraments ($F(1, 56) = .10, p = .76$).

VI.3.B.c Analyses des effets des tempéraments sur l'éveil général et l'humeur

Les effets des tempéraments d'évitement et d'approche (« scores élevés » vs « scores faibles ») sur l'éveil général, l'humeur, ont été étudiés à l'aide d'ANOVAs à un facteur sur la base de l'échantillon d'étude initial ($n = 64$). Des analyses de corrélations (Pearson Product Moment) ont enfin permis d'étudier les relations entre les variables dispositionnelles et situationnelles.

L'analyse a montré un effet significatif du tempérament d'évitement des participants sur leur éveil général mesuré entre les deux tests de QI, $F(1, 62) = 6.88, p < .01, \eta_p^2 = .10$. Les participants ayant une sensibilité d'évitement « élevée » ont démontré des scores d'éveil inférieurs ($M = 3.13, ET = 0.75$) à ceux des participants ayant une sensibilité d'évitement « faible » ($M = 3.67, ET = 0.87$). Malgré cette différence, les scores des deux groupes étaient supérieurs à la moyenne de l'échelle ($M = 2.5$) ce qui était conforme aux attentes.

L'analyse a montré un effet significatif du tempérament d'évitement des participants sur leur humeur mesurée entre les deux tests de QI, $F(1, 62) = 16.15, p < .001, \eta_p^2 = .21$. Les participants ayant une sensibilité d'évitement « élevée » ont démontré des scores d'humeur inférieurs ($M = 6.50, ET = 1.27$) à ceux des participants ayant une sensibilité d'évitement « faible » ($M = 7.75, ET = 1.22$). Malgré cette différence, les scores des deux groupes étaient supérieurs à la moyenne de l'échelle ($M = 4.5$) ce qui est conforme aux attentes (Elliot et al., 2007).

L'analyse a montré un effet tendanciel du tempérament d'approche des participants sur leur éveil général mesuré entre les deux tests de QI, $F(1, 62) = 3.59, p = .06, \eta_p^2 = .05$. Les participants ayant un tempérament d'approche « élevé » ont démontré des scores d'éveil supérieurs ($M = 3.60, ET = 0.93$) à ceux des participants ayant un tempérament d'approche « faible » ($M = 3.21, ET = 0.73$). Malgré cette différence, les scores des deux groupes étaient supérieurs à la moyenne de l'échelle ($M = 2.5$) ce qui était conforme aux attentes.

L'analyse a montré un effet significatif du tempérament d'approche des participants sur leur humeur mesurée entre les deux tests de QI, $F(1, 62) = 6.21, p < .05, \eta_p^2 = .09$. Les participants ayant un tempérament d'approche « élevé » ont démontré des scores d'humeur supérieurs ($M = 7.57, ET = 1.45$) à ceux des participants ayant un tempérament d'approche « faible » ($M = 6.73, ET = 1.21$). Malgré cette différence, les scores des deux groupes étaient supérieurs à la moyenne de l'échelle ($M = 4.5$) ce qui était conforme aux attentes de la littérature.

VI.3.B.d Analyses de corrélations

Le Tableau 15 détaille les résultats de l'analyse des corrélations des variables principales. On peut observer que les variables auto-rapportées, cognitives et physiologique ne corrélaient pas entre elles.

Concernant les corrélations entre les variables auto-rapportées elles-mêmes, le tableau montre des relations prononcées entre les tempéraments, l'humeur et l'éveil général. Ces dernières sont cohérentes avec les résultats des ANOVAs précédentes (à l'exception d'une absence de corrélation significative attendue entre l'éveil général et le tempérament d'approche, bien que le signe du coefficient soit positif). Ainsi, le tempérament d'évitement était négativement corrélé à l'humeur et à l'éveil général contrairement au tempérament d'approche qui était positivement corrélé à l'humeur.

Ce résultat illustre un lien opposé entre deux variables dispositionnelles (i.e., les tempéraments d'approche et d'évitement) et une variable situationnelle (i.e., l'humeur).

Tableau 15. *Statistiques descriptives et table des corrélations des variables principales de l'étude.*

	M(ET)	Variables						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.Temp.App.	5.43(.74)	-						
2.Temp.Ev.	2.93(1.28)	-0,10	-					
3.Eveil	3.39(.85)	0,14	-0,28*	-				
4.Humeur	7.13(1.39)	0,27*	-0,39**	0,57**	-			
5.QI1	17.20(3.20)	0,18	-0,12	0,13	0,13	-		
6.QI2	12.17(1.95)	0,15	-0,13	0,16	0,06	0,56**	-	
7.QI%	-28.06(11.87)	-0,04	0,06	0,02	-0,07	-0,55**	0,37*	-
8.Pic	4.17(5.99)	0,00	0,18	-0,11	-0,04	-0,03	-0,08	-0,05

Notes. Temp.App. = scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche ; Temp.Ev. = scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement ; Eveil = score d'éveil général ; Humeur = scores d'humeur ; QI1 = score au premier test de QI ; QI2 = score au deuxième test de QI ; QI% = performance aux tests de mémoire ; Pic = pic de la réactivité cardiaque en battements par minutes. ** $p < .001$; * $p < .05$.

VI.3.C Analyses complémentaires

VI.3.C.a Création d'un indice motivationnel (IM)

Nous nous sommes intéressés à l'étude du poids relatif d'un tempérament par rapport à l'autre, avec l'hypothèse exploratoire selon laquelle la prise en compte des deux tempéraments au sein d'un indice composite pourrait étayer ou préciser les résultats des analyses principales précédentes. Un indice motivationnel a pour cela été calculé selon une méthode documentée dans des études récentes centrées sur la distinction approche/évitement en situation d'accomplissement (Chalabaev, Sarrazin, Stone, & Cury, 2008; Cury, Elliot,

Sarrazin, Da Fonseca, & Rufo, 2002; Stoeber & Crombie, 2010). L'indice motivationnel (IM) a été calculé en faisant la différence des scores standardisés aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement : $IM = (\text{Score standardisé à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche}) - (\text{Score standardisé à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement})$. Ainsi, plus l'indice est positif plus la part relative du tempérament d'approche est importante, plus il est négatif plus la part relative du tempérament d'évitement est importante. En somme, cet indice a été utilisé dans l'analyse complémentaire pour étudier l'effet d'interaction de la dynamique motivationnelle approche/évitement avec la couleur sur la performance intellectuelle et la réactivité cardiaque. La méthode de partage par la médiane (0.00) a été utilisée pour réaliser à posteriori les deux groupes expérimentaux relatifs à cet indice (groupe « IM élevé », $N = 34$, $M = 1.15$, $ET = .62$; groupe « IM faible », $N = 30$, $M = -1.30$, $ET = 1.03$). Les moyennes des scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement en fonction de ces groupes expérimentaux sont présentées dans le Tableau 16.

Tableau 16. Moyennes et écart-types des variables dispositionnelles et de l'IM en fonction des groupes expérimentaux dichotomisés selon leur IM.

	Groupes expérimentaux	
	IM+	IM-
	n = 34	n = 30
	M(ET)	M(ET)
IM	1.15(.62)	-1.30(1.03)
Ev.	2.19(.81)	3.76(1.22)
App.	5.86(.41)	4.95(.74)

Notes. IM+/- = groupes expérimentaux ayant des scores d'indice motivationnel élevés/faibles ; Ev./app. = scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche/évitement.

VI.3.C.a.1 Analyses préliminaires

Conformément à la méthode utilisée lors des analyses précédentes, nous avons vérifié qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les deux groupes expérimentaux dispositionnels, d'une part au regard de la performance mesurée au premier test de QI ($F(1, 62) = 1.22$, $p = .27$) et d'autre part concernant la mesure de base de la fréquence cardiaque ($F(1, 62) = .174$, $p = .68$).

VI.3.C.a.2 Analyses complémentaires sur la performance aux tests de mémoire

Une ANOVA à deux facteurs inter-sujets (rouge vs gris ; IM « élevé » vs IM « faible ») a montré conformément aux analyses principales un effet principal significatif de la condition couleur sur la performance aux tests de mémoire ($F(1,60) = 5.34, p < .05, \eta_p^2 = .08$). Les participants placés dans la condition rouge ($M = -31.46 ; ET = 11.45$) ont démontré une moins bonne performance aux tests de mémoire que ceux placés dans la condition grise ($M = -24.43 ; ET = 11.39$). L'analyse n'a pas montré d'effet principal de l'IM sur la performance aux tests de mémoire ($F(1,60) = .19, p = .67$).

Par ailleurs, l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction significatif ($F(1,60) = 2.41, p = .13$) de la condition couleur et de l'IM sur la performance aux tests de mémoire. Les moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire sont présentés dans le Tableau 17.

Tableau 17. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction des conditions expérimentales et des groupes.

	Conditions expérimentales et groupes			
	Rouge		Gris	
	IM+	IM-	IM+	IM-
	M(ET)	M(ET)	M(ET)	M(ET)
QI%	-33.12(9.46)	-29.91(13.16)	-22.05(10.22)	-27.73(12.48)

Notes. IM+/- = groupes expérimentaux ayant des scores d'indice motivationnel élevés/faibles ; QI% = performance aux tests de mémoire.

VI.3.C.a.3 Analyses complémentaires sur la réactivité cardiaque

Les résultats montrent conformément aux analyses principales un effet principal tendanciel de la condition couleur sur la réactivité cardiaque ($F(1,60) = 3.75, p = .06, \eta_p^2 = .06$), les participants placés dans la condition rouge ($M = 5.62 ; ET = 7.38$) ayant eu une réactivité cardiaque supérieure à celle des participants placés dans la condition grise ($M = 2.61 ; ET = 3.52$). Par ailleurs, l'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif de l'IM sur la réactivité cardiaque ($F(1,60) = .07, p = .80$).

D'autre part, l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction significatif de la condition couleur et de l'IM sur la réactivité cardiaque ($F(1,60) = 1.28, p = .26$). Les moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque sont présentés dans le Tableau 18.

Tableau 18. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction des conditions expérimentales et des groupes.

	Conditions expérimentales et groupes			
	Rouge		Gris	
	IM+	IM-	IM+	IM-
	M(ET)	M(ET)	M(ET)	M(ET)
Pic	6.29(8.56)	3.81(4.52)	1.75(2.35)	4.99(6.28)

Notes. IM+/- = groupes expérimentaux ayant des scores d'indice motivationnel élevés/faibles ; Pic = pic de la réactivité cardiaque en battements par minutes.

VI.3.C.b Analyse exploratoire de groupes expérimentaux aux scores extrêmes

Afin de s'assurer que l'absence d'effet d'interaction de la couleur et des tempéraments (ou de l'IM) sur les variables cognitives et physiologiques ne soit pas due aux caractéristiques de notre échantillonnage (i.e., population peu sensible à l'évitement), nous avons constitué de nouveaux groupes expérimentaux dont la différenciation a été renforcée. Nous avons exclu du groupe «tempérament d'évitement élevé» et du groupe «tempérament d'évitement faible» respectivement les sujets ayant les scores les plus faibles et les plus élevés en veillant à conserver des effectifs numériquement équivalents dans chaque groupe expérimental (soit 44 sujets exclus, cf. Tableau 19). Dagnelie (1975) suggérait (page 123) que dans le cadre d'effectifs faibles «*l'hypothèse d'égalité des variances ou hypothèse d'homoscédasticité est d'importance relativement secondaire lorsque les effectifs des échantillons sont tous égaux. Dans ces conditions, l'analyse de la variance est, comme le test t, une méthode robuste*».

Plus particulièrement, l'écart des scores d'évitement entre le groupe sensible à l'évitement et le groupe peu sensible à l'évitement est passé de 2.11 à 3.56. Sur la base de cette dichotomisation dispositionnelle plus sévère, des analyses similaires aux analyses principales ont donc été réalisées, pour étudier la possible modulation de l'effet de la couleur par les tempéraments. Les moyennes et écart-types des scores d'évitement et d'approche en fonction des groupes extrêmes sont présentés dans le Tableau 19.

Tableau 19. Moyennes et écart-types des scores d'approche et d'évitement des groupes extrêmes.

	Groupes expérimentaux extrêmes			
	Ev+	Ev-	App+	App-
	n = 10	n = 10	n = 10	n = 10
	M(ET)	M(ET)	M(ET)	M(ET)
Ev.	4.83(.85)	1.27(.18)	2.68(1.91)	3.41(1.96)
App.	5.20(1.06)	5.55(.55)	6.00(.24)	4.75(.75)

Notes. Ev+/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement élevés/faibles ; App+/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche élevés/faibles ; Ev. = Scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement ; App. = Scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche.

VI.3.C.b.1 Analyses préliminaires

Conformément aux analyses préliminaires précédentes, trois ANOVAs à un facteur (« rouge vs gris » ; puis « tempérament d'évitements élevés vs faibles » ; puis « tempéraments d'approche élevés vs faibles ») ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative de la performance au premier test de QI, entre les groupes, $F_s < 2.21$, $ps > .15$. Ainsi la variation (%) des scores de mémoire entre le premier et le second test de QI a pu être utilisée comme une première variable dépendante dans les analyses de l'effet d'interaction de la couleur et des tempéraments. De la même manière il a été montré que les mesures de base de l'activité cardiaque ne différaient pas entre les groupes, $F_s < 3.10$, $ps > .10$.

VI.3.C.b.2 Analyses complémentaires sur la performance aux tests de mémoire

Ces analyses ont été réalisées à l'aide d'un plan et d'un traitement statistique identiques à ceux des analyses principales. Les résultats des effets principaux sont similaires à ceux des analyses principales, mais les effets d'interactions diffèrent avec ces dernières.

Ainsi l'analyse a montré conformément aux analyses principales un effet principal de la couleur sur la performance aux tests de mémoire, $F(1, 12) = 12.23$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .50$. Les participants de la condition rouge ($M = -32.91$; $ET = 11.28$) ont démontré une plus grande baisse de leur performance que ceux placés dans la condition grise ($M = -24.34$; $ET = 14.45$). Ces résultats répliquent à nouveau ceux de la première étude empirique de notre travail doctoral mais avec des effectifs faibles et présentant des scores aux sous-échelles mesurant les

tempéraments plus extrêmes. Par ailleurs, conformément aux analyses principales, l'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif du tempérament d'évitement ($F(1, 12) = .62, p = .45$), ni du tempérament d'approche ($F(1, 12) = .10, p = .76$) sur la performance aux tests de mémoire.

Fait nouveau, l'analyse a montré un effet d'interaction significatif entre la couleur et le tempérament d'évitement, $F(1, 12) = 4.91, p < .05, \eta_p^2 = .29$. Les analyses post-hoc ont montré que les participants les moins sensibles à l'évitement placés dans la condition rouge sont ceux qui ont obtenu la plus mauvaise performance aux tests de mémoire (cf. Figure 22 pour les moyennes en fonction des groupes et des conditions). Ce résultat s'observe d'une part comparativement aux sujets de tempérament similaire mais placés dans la condition grise ($p < .05$), et d'autre part comparativement aux sujets les plus sensibles à l'évitement pour les deux conditions de couleurs ($ps < .05$). Tous les autres contrastes étaient non significatifs.

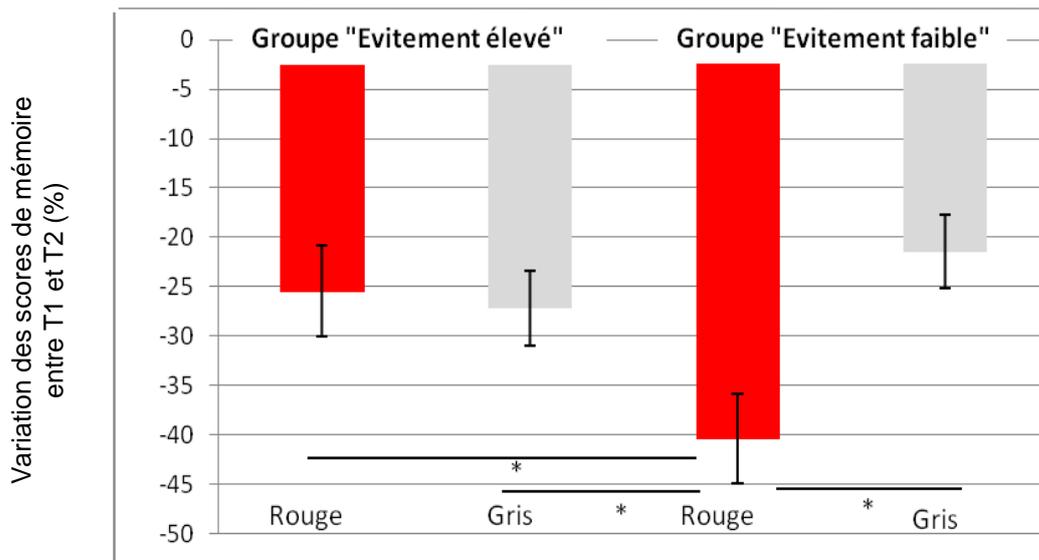


Figure 22. Effet de modulation de la couleur par le tempérament d'évitement sur la performance aux tests de mémoire.

L'analyse n'a en outre pas montré d'effet d'interaction de la couleur avec le tempérament d'approche, $F(1, 12) = .40, p = .54$ (cf. Tableau 20).

Tableau 20. Moyennes et écart-types de la performance aux tests de mémoire en fonction des conditions expérimentales et des groupes d'approche.

	Conditions expérimentales et groupes			
	Rouge		Gris	
	Temp.App+	Temp.App-	Temp.App+	Temp.App-
<i>n</i>	5	5	5	5
M(ET)				
QI%	-38.65 (3.18)	-27.17 (13.93)	-24.27 (18.88)	-24.40 (10.66)

Notes. Temp.App.+/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche élevés/faibles ; QI% = performance aux tests de mémoire.

L'analyse a ensuite montré en cohérence avec le résultat tendanciel des analyses principales un effet d'interaction significatif des deux tempéraments sur la performance aux tests de mémoire, $F(1, 12) = 18.25, p < .01, \eta_p^2 = .60$. Les analyses post-hoc ont montré que les participants ayant un tempérament d'approche bas associé à un tempérament d'évitement élevé avaient une meilleure performance que les participants ayant des tempéraments d'approche et d'évitement simultanément élevés ($p < .01$) ou faibles ($p < .05$). Les autres contrastes étaient non significatifs ($ps > .10$). En d'autres termes, les participants ayant leurs deux tempéraments d'approche et d'évitement à un niveau faible ou à un niveau élevé, sont ceux qui présentaient les moins bonnes performances aux tests de mémoire. Les moyennes des groupes concernés par cette analyse sont représentées au sein de la Figure 23.

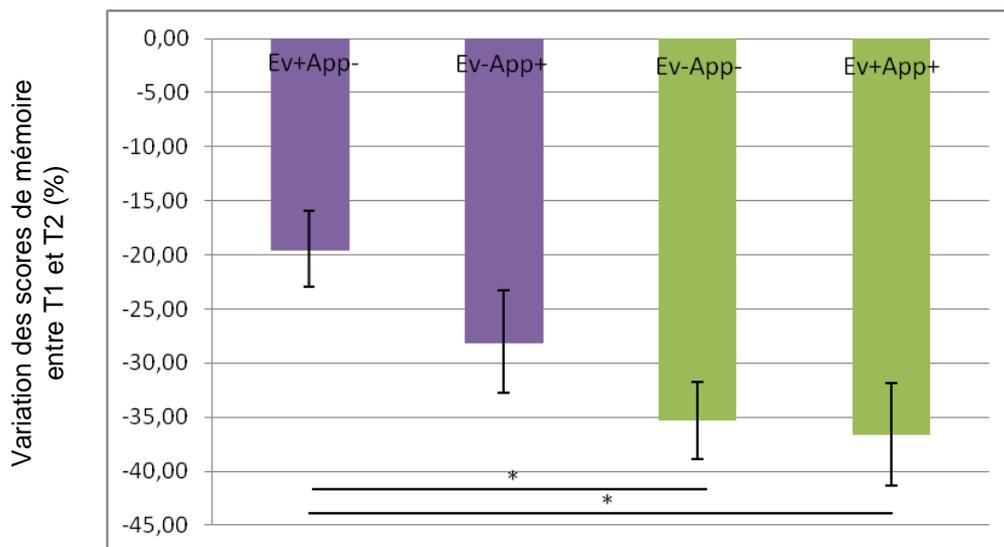


Figure 23. Effet d'interaction des tempéraments d'évitement (Ev.) et d'approche (App.)

Enfin, l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction de la couleur avec le tempérament d'approche et le tempérament d'évitement ($F(1, 12) = 1.76, p = .21$) sur la performance aux tests de mémoire.

VI.3.C.b.3 Analyses complémentaires sur la réactivité cardiaque

Ces analyses ont été réalisées à l'aide d'un traitement statistique identique à celui des analyses principales. Les résultats sont similaires à ceux des analyses principales. Les moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction des groupes et des conditions expérimentales sont reportés dans le Tableau 21 et le Tableau 22.

Ainsi, l'analyse a montré un effet principal significatif de la couleur sur la réactivité cardiaque ($F(1, 12) = 6.24, p < .05, \eta_p^2 = .34$), les participants de la condition rouge ($M = 6.77 ; ET = 7.28$) ayant montré une réactivité cardiaque supérieure à celle des participants de la condition grise ($M = 1.50 ; ET = 2.48$). Par ailleurs, l'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif du tempérament d'évitement ($F(1, 12) = 2.17, p = .17$), ni du tempérament d'approche ($F(1, 12) = .34, p = .57$) sur la réactivité cardiaque.

L'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction de la couleur et du tempérament d'évitement ($F(1, 12) = .62, p = .45$).

Tableau 21. *Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction des conditions expérimentales et des groupes d'évitement.*

	Conditions expérimentales			
	Rouge		Gris	
	Temp.Ev+	Temp.Ev-	Temp.Ev+	Temp.Ev-
	$n = 5$	$n = 5$	$n = 5$	$n = 5$
	M (ET)	M (ET)	M (ET)	M (ET)
Pic	9.21(8.46)	4.33(5.72)	2.56(2.89)	.45(1.62)

Notes. Temp.Ev.+/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'évitement élevés/faibles ; Pic = pic de la réactivité cardiaque en battements par minutes.

De la même manière l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction de la couleur et du tempérament d'approche ($F(1, 12) = .12, p = .73$).

Tableau 22. Moyennes et écart-types de la réactivité cardiaque en fonction des conditions expérimentales et des groupes d'approche.

	Conditions expérimentales			
	Rouge		Gris	
	Temp.App+ <i>n</i> = 5	Temp.App- <i>n</i> = 5	Temp.App+ <i>n</i> = 5	Temp.App- <i>n</i> = 5
	M (ET)	M (ET)	M (ET)	M (ET)
Pic	6.16(7.97)	7.38(7.40)	2.04(2.07)	.97(2.97)

Notes. Temp.App.+/- = groupes expérimentaux ayant des scores à la sous-échelle mesurant le tempérament d'approche élevés/faibles ;
Pic = pic de la réactivité cardiaque en battements par minutes.

Enfin, l'analyse n'a pas montré d'effet d'interaction des deux tempéraments ($F(1, 12) = 1.18, p = .30$) et de la couleur et des deux tempéraments ($F(1, 56) = 1.36, p = .27$) sur la réactivité cardiaque.

VI.3.C.b.4 Analyses complémentaires sur l'effet des tempéraments sur l'éveil général et l'humeur

En accord avec les analyses principales menées sur l'échantillon d'étude initial ($n=64$), les effets des tempéraments d'évitement et d'approche (« scores élevés » vs « scores faibles ») sur l'éveil général et l'humeur ont été de nouveau étudiés, mais sur la base de l'échantillon d'étude « groupes extrêmes » ($n=20$).

Contrairement aux analyses principales, l'analyse n'a pas montré d'effet significatif du tempérament d'évitement sur l'éveil général ($p = .18$). En revanche, conformément aux analyses principales, l'analyse a montré un effet du tempérament d'évitement sur l'humeur ($F(1, 18) = 6.31, p < .05$). Les participants de tempérament d'évitement «élevé » ont démontré des scores d'humeur inférieurs ($M = 6.70, ET = 1.25$) à ceux des participants de tempérament d'évitement «faible » ($M = 8.00, ET = 1.05$).

Contrairement aux analyses principales, l'analyse n'a pas montré d'effet tendanciel du tempérament d'approche sur l'éveil général ($p = .43$). En revanche, en accord avec le résultat significatif des analyses principales, l'analyse présente a montré un effet tendanciel du tempérament d'approche sur l'humeur ($F(1, 18) = 4.11, p = .06$). Les participants de tempérament d'approche «élevé » ont démontré des scores d'humeur supérieurs ($M = 7.90, ET = 1.20$) à ceux des participants de tempérament d'approche «faible » ($M = 6.80, ET = 1.23$).

En somme, les résultats relatifs à l'effet des tempéraments sur l'humeur n'ont pas été affectés par le nouvel échantillonnage, contrairement à ceux relatifs à l'effet des tempéraments sur l'éveil général. La proximité des moyennes de l'analyse principale précédente et de la présente analyse complémentaire suggèrent que l'absence d'effet est liée à la baisse sensible des effectifs.

VI.4 Discussion

L'objectif principal de l'étude présente était d'étendre le travail empirique du paradigme des couleurs et de la première étude de ce travail doctoral. Pour cela, nous avons étudié la possible modulation de l'effet débilisant de la couleur rouge par les tempéraments d'approche et d'évitement (Elliot & Thrash, 2010).

VI.4.A Effet de la couleur rouge sur la performance aux tests de mémoire et absence de modulation par les tempéraments (échantillon d'étude initial)

La dégradation des scores de mémoire des participants placés dans la condition rouge a été plus importante que celle des participants de la condition grise, indépendamment de leurs différences individuelles liées aux tempéraments motivationnels. Ce résultat confirme la validité de la manipulation expérimentale des couleurs, et plus généralement la robustesse des résultats du protocole répliqué de notre première étude, pour étudier l'effet d'un stimulus menaçant implicite sur les processus cognitifs.

L'absence d'effet d'interaction de la couleur et des tempéraments sur la performance aux tests de mémoire était inattendue. En effet, les sujets sensibles à l'évitement développent des stratégies de biais attentionnel liées à l'anxiété (Bardel & Colombel, 2009; Eysenck, 1992) et identifieraient plus facilement et plus rapidement des stimuli menaçants (e.g., Nay, Thorpe, Roberson-Nay, Hecker, & Sigmon, 2004), y compris pour des stimuli implicites (Bar-Haim et al., 2007) comme la couleur rouge (Maier et al., 2008). C'est sur ces bases qu'avait été émise l'hypothèse de la régulation de l'effet du rouge par les tempéraments motivationnels, selon laquelle les sujets naturellement sensibles à l'évitement auraient dans notre étude pu être plus sensibles à la visualisation subtile de la couleur rouge, et ainsi à ses effets négatifs sur la mémoire de travail. Pourtant, nos résultats semblent avoir montré que la couleur rouge a agi indépendamment des penchants motivationnels. En d'autres termes, l'effet négatif de la couleur rouge sur la réponse cognitive serait davantage lié à l'état motivationnel d'évitement

évoqué par le rouge au cours de la situation de test qu'aux dispositions motivationnelles habituelles des participants. Ce résultat pourrait être cohérent avec certaines recherches actuelles sur l'étude des responsabilités respectives des traits ou des états des individus dans les processus cognitifs impliqués en situation d'accomplissement. Ainsi dans leur revue sur la préférence attentionnelle, Bardel et Colombel (2009) ont reporté la prépondérance de l'influence des facteurs situationnels comme l'état d'anxiété (Bower, 1981).

Ces résultats sont relatifs à une population qui correspond à la réalité du public de la Faculté des Sciences du Sport de Toulon, mais avec une exclusion des sujets féminins, ce qui a conduit probablement à l'obtention de scores d'évitement plus faibles, comme cela a déjà été évoqué. L'absence de modulation de l'effet du rouge sur la performance aux tests de mémoire par le tempérament d'évitement aurait pu être liée au fait que nos participants sensibles à l'évitement avaient des scores juste supérieurs à la moyenne de l'échelle. Dès lors, la présence d'un effet lié à la sensibilité à l'évitement pourrait avoir été difficile à mettre en évidence en raison de scores de la sous-échelle du tempérament d'évitement peu élevés (Bardel & Colombel, 2009). De plus, notre population d'étude avait des scores d'approche supérieurs à la moyenne de l'échelle, y compris pour les sujets placés dans le groupe « scores d'approche faibles ». Il a été montré qu'une sensibilité élevée dans un penchant motivationnel inhibait l'action du tempérament opposé (Corr, 2001). Ainsi, nos sujets étant essentiellement animés par des dispositions d'approche, l'action du système motivationnel d'évitement responsable des biais attentionnel a pu être limitée. En somme, notre population d'étude n'a peut-être pas montré de potentialisation de l'effet débilisant du rouge du fait de scores d'évitement faibles, associés à des scores d'approche élevés ; plus que d'une prépondérance des effets situationnels de la couleur rouge.

VI.4.B Modulation de l'effet de la couleur rouge par le tempérament d'évitement sur la performance aux tests de mémoire (échantillon d'étude complémentaire)

Pour discuter cette hypothèse, nous avons créé des groupes expérimentaux présentant des scores d'évitement plus extrêmes. Nos analyses complémentaires ont alors montré un effet d'interaction de la couleur rouge avec le tempérament d'évitement sur la performance aux tests de mémoire, suggérant que l'absence de cet effet d'interaction dans les analyses principales était plus liée à l'échantillonnage de notre population. Nos résultats suggèrent que cet effet s'exprimerait pour des sujets dont l'écart des scores d'évitement serait au moins égal

à 3.56, ce qui ne correspondait pas aux caractéristiques de notre échantillon d'étude initial dont l'écart était égal à 2.11. Les analyses post-hoc ont par ailleurs montré contre toute attente que les participants les moins sensibles à l'évitement placés dans la condition rouge étaient ceux qui avaient obtenu la plus faible performance aux tests de mémoire. Ainsi, les sujets les plus sensibles à l'évitement (les plus vulnérables) semblent avoir été « protégés » de l'effet menaçant de la couleur rouge, au lieu d'en avoir subi, conformément à nos hypothèses, les effets débilissants les plus marquants.

Une potentielle explication de notre résultat pourrait être liée à la théorie de « vigilance-évitement » des individus sensibles à l'évitement selon laquelle leur biais attentionnel envers les stimuli menaçants aurait produit dans un premier temps un état de vigilance associé à une focalisation attentionnelle vers ces mêmes stimuli (Eysenck et al., 2007). Puis, en réponse à l'activation d'un état de crainte, une stratégie d'évitement attentionnel des stimuli menaçants a pu être mise en place pour se protéger de cet état émotionnel négatif (Mogg & Bradley, 1998). Un certain nombre d'études ont en effet montré que le biais attentionnel lié à une sensibilité à l'évitement élevée peut être inhibé par la mise en place de processus attentionnels défensifs d'évitement des stimuli menaçants (Chen et al., 2002; Moukheiber et al., 2010; Pflugshaupt et al., 2007; Putman, 2011). Ces processus spécifiques ont pu être déclenchés dans notre étude chez les participants les plus vulnérables, par la nature stressante du test de QI précédant la manipulation expérimentale de couleur, leur attention s'étant ensuite activement détournée de la couleur rouge lors de sa présentation. Toutefois, cette interprétation est sujette à caution. En effet les études citées ci-dessus utilisaient des présentations répétitives des stimuli menaçants à la fois responsables de l'activation de l'état de menace et objet des stratégies d'évitement. Dans notre étude, non seulement le stimulus rouge n'était pas à l'origine de l'activation initiale de l'état de crainte, de plus il n'était présenté qu'une seule fois.

La théorie de l'efficacité neuronale (Dennis & Chen, 2007) pourrait apporter une interprétation complémentaire de nos résultats. Selon cette théorie, si les individus les plus vulnérables peuvent être sujets à une baisse de l'efficacité attentionnelle liée au contexte et/ou aux stimuli menaçants, ils peuvent malgré tout la compenser par la production d'un effort cognitif accru sur la tâche. Cet effet dépendrait de la hausse de l'activation de la zone corticale médio-frontale (Gray et al., 2005), stimulée par un état émotionnel ou un stimulus

négatifs (Gray, Braver, & Raichle, 2002), et responsable de la mobilisation accrue de ressources cognitives (Gray & Braver, 2002).

L'absence de mesure des processus attentionnels et de l'activité électrique du cerveau (e.g., électroencéphalogramme) dans la présente étude empêche toute conclusion définitive sur cet ensemble d'interprétations alternatives. Nos interprétations demeurent spéculatives et les hypothèses évoquées nécessiteront la mise en œuvre d'études ultérieures.

VI.4.C Effet de la couleur rouge sur la réactivité cardiaque et absence de modulation par les tempéraments

Nous avons par ailleurs étudié de façon exploratoire dans ce contexte la possible modulation la réactivité cardiaque par l'effet conjugué du rouge et des tempéraments. A l'instar de la performance aux tests de mémoire, la réactivité cardiaque a augmenté pour tous les sujets à qui l'on a présenté du rouge, indépendamment de leurs tempéraments (résultat transversal aux analyses principales et complémentaires). Le caractère menaçant de la couleur avait été associé à une baisse de la variabilité de la fréquence cardiaque dans notre première étude. La présente étude étend ce résultat en l'associant à un nouvel indice physiologique (i.e., la réactivité cardiaque) caractéristique de la réaction défensive de l'organisme face à une menace (Lang et al., 1997; Ruiz-Padial et al., 2005). La juxtaposition des résultats de l'étude présente avec ceux de notre première étude suggère que l'origine de la réaction cardiaque défensive observée, est liée à la régulation du système autonome, un retrait vagal étant en effet synonyme d'une hausse de la fréquence cardiaque (Keltikangas-Järvinen, Kettunen, Ravaja, & Näätänen, 1999). Malgré des résultats équivoques dans la littérature du lien trait-réactivité cardiaque (Hofmann & Kim, 2006), nous aurions pu nous attendre à ce que les sujets sensibles à l'évitement exhibent une réactivité cardiaque accrue dans la condition rouge. L'absence d'effet d'interaction semble montrer au contraire que la réactivité cardiaque est un indice peu sensible au tempérament d'évitement (Fowles, 1980), rendant davantage compte du caractère menaçant des stimuli aversifs.

VI.4.D Effet d'interaction des deux tempéraments

Bien qu'étant indépendants, les systèmes d'approche et d'évitement peuvent avoir des actions conjuguées (Corr, 2001). Mais les preuves empiriques des interactions des deux systèmes sont encore limitées (Corr, 2001) et éparses (Kambouropoulos & Staiger, 2004). Notre protocole n'était pas destiné à étudier spécifiquement ces effets, une tâche utilisant des

stimuli à la fois appétifs et aversifs étant nécessaire (Corr, 2001). Les résultats des analyses principales et secondaires ont suggéré cependant la présence potentielle de tels effets dans notre étude sur la performance aux tests de mémoire. Plus particulièrement, les sujets ayant simultanément des sensibilités d'évitement et d'approche élevées (ou basses) sont ceux qui ont obtenu la moins bonne performance aux tests de mémoire, indépendamment de la couleur qui leur avait été présentée. D'une part la conjonction de sensibilités élevées d'approche et d'évitement pourrait avoir provoqué un conflit générant de l'anxiété (Gray & McNaughton, 2000) dont on connaît les vertus négatives sur la performance cognitive (Hembree, 1988). D'autre part la présence de deux sensibilités motivationnelles faibles pourrait suggérer que les participants ne se soient pas impliqués convenablement dans la tâche avec les conséquences négatives que cela peut avoir sur la réponse cognitive.

Pour préciser les relations entre les deux tempéraments, nous avons créé un indice motivationnel (IM) rendant compte des parts relatives des deux échelles motivationnelles. Les résultats des analyses menées avec cet IM n'ont pas montré d'effet lié à la prépondérance d'une sensibilité motivationnelle par rapport à l'autre. Cela est cohérent avec les résultats décrits ci-dessus qui ont montré des effets d'interaction que lorsque les scores rapportés sur les deux échelles étaient à la fois élevés ou faibles ce qui aurait conduit dans les deux cas à un IM proche de moyenne et donc à une absence de discrimination.

VI.4.E Liens traits/états, effet des tempéraments motivationnels sur l'humeur et l'éveil général

Les résultats principaux de notre étude ont mis en évidence des liens entre des mesures de personnalité basiques et des mesures d'états émotionnels liés au contexte. Ainsi, le tempérament d'évitement était corrélé négativement à l'éveil général et à l'humeur, contrairement au tempérament d'approche qui était corrélé positivement à l'humeur. Ces résultats contribuent à l'idée selon laquelle le tempérament d'évitement est propice à développer des sentiments négatifs (Larsen & Ketelaar, 1991) pouvant être à l'origine d'un état d'anxiété (Elliot, 1999; Spielberger, 1972); tandis que le tempérament d'approche favorise les expériences émotionnelles positives et le bien-être (Larsen & Augustine, 2008). Bien que communément admise, cette conclusion liant dispositions motivationnelles et états affectifs n'avait pas encore été démontrée avec une mesure des tempéraments d'approche et d'évitement (Elliot & Thrash, 2010).

VI.4.F Limites

Pour dichotomiser les groupes expérimentaux selon leurs tempéraments motivationnels, cette étude a utilisé une version française du questionnaire ATQ d'Elliot et Thrash (2010) dont la validation n'était que partielle (cf. étude empirique n°3A, suppression de deux items de la sous-échelle d'approche). Bien que la discrimination principale de nos sujets ait porté sur leurs scores d'évitement (cette sous-échelle n'ayant pas été modifiée dans la version française de l'ATQ), les prochaines études francophones sur la modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments devront reposer sur un questionnaire complètement validé.

La difficulté de l'étude présente a par ailleurs résidé dans l'échantillonnage de la population d'étude. Les conclusions de nos analyses complémentaires devront être répliquées avec des effectifs plus élevés dont les scores aux sous-échelles mesurant les tempéraments d'approche et d'évitement seraient proches de ceux de notre deuxième échantillonnage. L'interprétation de l'échantillonnage a été compliquée par l'absence de « normes » relatives aux échelles récentes des tempéraments d'approche et d'évitement. Notre population semblait présenter d'une part des scores d'approche élevés, tendance observée dans les études menées outre-Atlantique (Elliot & Thrash, 2010), mais d'autre part des scores d'évitement plus faibles que ceux de ces études de référence. Ayant montré dans le devis corrélational de cette étude (étude 3A) que les sujets féminins présentaient des scores d'évitement plus élevés que les sujets masculins, la construction de futurs plans expérimentaux avec des sujets féminins serait souhaitable. Il serait en outre judicieux d'œuvrer à la construction de normes pour les échelles des tempéraments. L'échelle du trait d'anxiété faisant référence à des normes pour classer les individus comme très anxieux ou peu anxieux (Spielberger, 1983), une étude comparative de cette échelle traditionnelle avec celle du tempérament d'évitement pourrait conduire à extrapoler des normes de la première échelle à la seconde. Cette méthode pourrait être étendue aux échelles BIS/BAS (Carver & White, 1994) très utilisées dans la littérature des systèmes motivationnels d'approche et d'évitement. Toutefois, certains auteurs ont rapporté que la présence d'un effet lié aux différences individuelles pouvait subvenir avec des valeurs de partage différentes des normes, et dépendre à l'image de notre étude, davantage des caractéristiques singulières et locales de la population étudiée (Harrison & Turpin, 2003).

De plus, notre étude n'était pas destinée à tester spécifiquement les processus attentionnels liés aux modalités de présentation de la couleur rouge chez les individus présentant une

sensibilité à l'évitement élevée. Une étude ultérieure devra être imaginée, en étudiant dans une seule expérience la modulation de l'effet de la couleur rouge par l'état motivationnel d'évitement respectivement avec et sans biais attentionnel d'évitement : le contrôle de cet aspect pourrait se faire sur la base d'une « tâche de détection de sondes » utile dans la quantification de l'attention sélective (Koster, Verschuere, Crombez, & Van Damme, 2005) et de mesure des mouvements oculaires (Garner, Mogg, & Bradley, 2006).

Enfin, la réactivité cardiaque pourrait être associée à l'évaluation de l'activité électrodermale pour compléter le profil physiologique de réaction à un stimulus menaçant des participants (Fowles, 1980). Cet aspect est d'autant plus important que l'utilisation des questionnaires pour évaluer les traits et les états motivationnels pose un certain nombre de problèmes méthodologiques (Fulmer & Frijters, 2009) déjà évoqués dans la partie méthodologique de ce document.

Rôle de l'origine culturelle

Chapitre VII. Etude 4 (exploratoire) : Modulation de l'effet de la couleur rouge par l'origine culturelle dans le cadre d'une tâche motrice simple.

VII.1 Introduction

Un certain nombre d'études animales ont permis de montrer que les significations et les effets des couleurs ont une origine phylogénétique (Jones & Gosling, 2008). Une étude récente menée sur des enfants en bas âge a permis d'étendre ce constat à un stade précoce du développement (Maier et al., 2009). L'apprentissage social apparaît également déterminant dans la construction des significations accordées aux couleurs qui peuvent varier en fonction du contexte et notamment de la signification que le sujet accorde à la situation (Moller et al., 2009). La notion de contexte est dès lors liée aux caractéristiques de la situation (e.g., accomplissement, séduction) dans laquelle le sujet perçoit la couleur, mais Elliot et Maier (2007) précisent que le contexte s'étend à la culture du sujet lui-même : « (...) *Some color meanings and effects are entirely learned and vary by culture (...). As such, 'context' must be considered not only in terms of domain but also in terms of 'culture'.* (page 253)». Cette assertion nous a conduit à émettre l'hypothèse selon laquelle les effets des couleurs pourraient être modulés en fonction des significations culturelles qu'ont leur accordent (Edgerton, 1992; Triandis, 2007). En effet, la plupart des travaux récents sur la couleur (Elliot & Maier, 2007; Elliot et al., 2009; Elliot et al., 2007; Maier et al., 2008) évoquent la nécessité de mettre en place des protocoles « interculturels » pour étudier la potentielle généralisation des conclusions de ces recherches menées sur des populations américano-européennes à d'autres cultures (e.g., asiatiques). Malgré la redondance de ces recommandations, à notre connaissance, aucune étude interculturelle n'a encore été menée à ce sujet dans le contexte d'accomplissement. Le présent travail a donc été conduit dans le but d'étudier la possible modulation de l'effet du rouge par les différences culturelles en situation d'accomplissement.

Ainsi que mentionné dans la partie théorique, la couleur rouge n'échappe pas à l'idée selon laquelle une couleur peut avoir plusieurs significations en fonction du contexte culturel. Ce constat a été documenté par de nombreuses études interculturelles (Aslam, 2006; Hupka, Zaleski, Otto, Reidl, & Tarabrina, 1997; Jacobs, Keown, Worthley, & Gyhmn, 1991; Ou et

al., 2004). Si Aslam (2006) montre à la page 19 de sa revue que le rouge évoque pour les anglo-saxons et les chinois l'amour et la sexualité, il précise que les anglo-saxons associent cette couleur à la peur et la colère tandis que les chinois l'associent à la chance et au bonheur. Ce lien entre la couleur rouge et des valeurs positives dans les cultures asiatiques est robuste, elle remonte en effet à la Chine antique (Fernberger, 1935). Ainsi, la signification de la couleur rouge présente une valence similaire entre les cultures anglo-saxonnes et chinoises lorsqu'il est question de contextes de séduction (Elliot et al., 2010). En revanche cette valence est opposée pour les contextes d'accomplissement, la couleur rouge évoquant, comme cela a été notifié plus haut, des notions liées à l'évitement pour les anglo-saxons et des notions liées à l'approche pour les chinois.

Par ailleurs, un certain nombre d'études s'est attaché à étudier les différences culturelles liées aux conséquences des états motivationnels d'approche et d'évitement (pour une revue, voir Hamamura & Heine, 2008). Les conclusions de ce travail empirique corroborent l'idée selon laquelle la motivation d'approche et la motivation d'évitement ont des conséquences différentes en fonction de l'origine culturelle. Si la motivation d'approche est un mode de régulation efficace pour les occidentaux (Robinson, Meier, Tamir, Wilkowski, & Ode, 2009), elle n'a pas la même valorisation culturelle chez les asiatiques (Elliot et al., 2001) sans pour autant être liée à des conséquences négatives (Hamamura & Heine, 2008). A l'inverse, la motivation d'évitement est un mode de régulation efficace pour les asiatiques (Hamamura & Heine, 2008) mais délétère pour les occidentaux, à l'image des résultats de nos précédentes études.

Nos études ont en effet montré que la couleur rouge présentée à des étudiants français avant la réalisation d'un test cognitif ou moteur, dégradait leurs performances. Cet effet ne devrait probablement pas être le même pour des étudiants asiatiques du fait des différences culturelles que nous venons d'évoquer, tant du point de vue de la signification de la couleur rouge, que des conséquences des motivations d'approche et d'évitement. Dès lors, nous émettons l'hypothèse exploratoire selon laquelle les étudiants asiatiques devraient accorder une valence positive à la couleur rouge dont l'effet ne serait pas délétère. Afin de répondre à cette question, le présent travail s'est appuyé sur l'étude empirique n°2 de cette thèse, d'une part en répliquant le protocole de mesure de la production de force maximale des extenseurs de la jambe, et d'autre part en utilisant les résultats relatifs aux sujets français du groupe expérimental rouge.

Nous nous attendions à montrer principalement une absence de dégradation de la production de force maximale pour les sujets asiatiques contrairement à l'inhibition motrice démontrée pour les étudiants français. Par ailleurs, étant admis que les mesures standardisées de force des populations asiatiques sont plus faibles que celles des populations occidentales (Wu et al., 2009; Xiao, Lei, Dempsey, Lu, & Liang, 2005), nous nous attendions de façon complémentaire à obtenir de la part des étudiants chinois des paramètres de la production maximale de force inférieurs à ceux des étudiants français.

VII.2 Méthode

VII.2.A Vue d'ensemble

L'objet de ce protocole a été de placer des étudiants chinois dans les mêmes conditions expérimentales que les étudiants français ayant participé l'étude empirique n°2 de ce travail doctoral (condition rouge). Le protocole expérimental de cette étude était donc rigoureusement identique à celui utilisé lors de l'étude antérieure menée sur les étudiants français, tant au niveau des locaux, du matériel, de l'expérimentateur, de la procédure, que de la période de l'année (printemps).

VII.2.B Participants

Quinze étudiants étrangers chinois inscrits à la faculté de l'Université du Sud Toulon Var (USTV) âgés en moyenne de 23.87 ans ($ET = 2.72$) ont volontairement participé à cette étude. Ces étudiants étaient arrivés récemment en France, en moyenne depuis 2.8 ans ($ET = 1.6$) et comprenaient correctement le français. Les participants français de la condition rouge de l'étude n°2 étaient quant à eux âgés en moyenne de 23.21 ans ($ET = 4.05$) : les deux groupes ne présentaient pas de différence d'âge statistiquement significative ($F(1, 26) = 1.56, p = .22$).

VII.3 Procédure

Tous les participants chinois ont suivi la même procédure expérimentale, chaque consigne donnée par l'expérimentateur étant accompagnée d'un document illustratif écrit en chinois par un traducteur professionnel (cf. annexes). Les participants étaient donc informés qu'ils allaient subir un test pour évaluer la force de leur cuisse. Pour cela, ils devaient réaliser deux contractions maximales isométriques volontaires des muscles extenseurs du genou droit d'une durée de cinq secondes. Les deux contractions (T1 puis T2) étaient séparées par une phase de repos de quatre-vingt-dix secondes pendant laquelle la manipulation expérimentale de la couleur (i.e., rouge uniquement) était réalisée à l'insu des participants.

A la fin de l'expérience, les participants étaient questionnés par l'expérimentateur qui leur demandait : 1) d'indiquer quel était selon eux le but de l'expérience, ceci afin de vérifier qu'ils n'avaient pas conscience que la couleur était au centre des préoccupations expérimentales 2) de nommer la couleur de la manipulation expérimentale, ceci afin de vérifier qu'ils avaient vu la bonne couleur qui leur avait été présentée subrepticement 3) de remplir un questionnaire sur la signification qu'ils attribuaient à la couleur rouge (cf. annexes). L'expérimentateur leur révélait enfin le but réel de l'expérience et les remerciait.

VII.4 Mesures

VII.4.A Mesures de la performance motrice

Conformément à l'étude n°2, lors de chacun des deux essais de contraction maximale volontaire, la production de force maximale volontaire isométrique a été évaluée grâce à la mesure du couple maximal (*Maximum Voluntary Contraction*, MVC(Nm)) et grâce au calcul du taux maximal de développement de la force musculaire (*Rate of Force Development*, RFD (Nm/s)).

VII.4.B Variables auto-rapportées

La perception de l'humeur et de l'éveil général ont été mesurées lors de la passation du questionnaire suivant la manipulation de couleur, avec les mêmes items que ceux utilisés dans l'étude n°2.

A la fin de l'expérience, la signification que les étudiants chinois accordaient à la couleur rouge a été mesurée à l'aide de l'unique item construit pour l'occasion, «Qu'est ce que la couleur rouge signifie pour toi ?». Les participants utilisaient une échelle de réponse de 7 points allant de (1) « quelque chose de négatif » à (7) « quelque chose de bien ».

VII.5 Résultats

VII.5.A Traitement des données

Une analyse de variance (ANOVA) à un facteur (chinois vs. français) a été utilisée pour étudier l'effet de la culture sur les variables auto-rapportées « d'éveil général », « d'humeur » ainsi que sur les mesures physiologiques de bases (T1, mesure de base). L'effet de la couleur sur les variables physiologiques MVC et RFD a été étudié à l'aide d'un modèle mixte d'ANOVA 2 x 3 : le temps (T1, T2) et la condition de culture (chinois vs. français) étaient respectivement le facteur intra-sujet et le facteur inter-sujets du plan. Des tests post-hoc de Fisher ont ensuite été utilisés pour étudier les effets d'interaction « temps x culture » significatifs : ces tests se sont centrés sur les différences entre T1 et T2 pour les deux conditions expérimentales de façon à observer les différences de variation des variables physiologiques en fonction de l'origine culturelle des participants à qui l'on a présenté la couleur rouge au cours de leur test.

VII.5.B Analyses préliminaires

Conformément aux attentes, l'analyse préliminaire n'a pas montré d'effet significatif de la couleur sur les scores « d'éveil général » et « d'humeur » ($F_s < 1$, $p_s > .38$). L'analyse a montré un effet significatif de la culture sur la mesure de base (T1) de la MVC, ($F(1, 26) = 4.45$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .15$), les participants français ($M = 272.90$; $ET = 63.13$) ayant une MVC de base supérieure à celle des participants chinois ($M = 234.42$; $ET = 29.82$). De la même façon la culture a influencé la mesure de base de la RFD, ($F(1, 26) = 17.86$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .41$), les participants français ($M = 1967.65$; $ET = 1004.79$) ayant une RFD de base supérieure à celle des participants chinois ($M = 761.18$; $ET = 434.25$). Ces différences culturelles sont cohérentes avec la littérature (Andersen-Ranberg, Petersen, Frederiksen, Mackenbach, & Christensen, 2005; Wu et al., 2009; Xiao et al., 2005). Par ailleurs, conformément aux attentes, les étudiants chinois ont attribué une signification positive à la couleur rouge en rapportant des scores de valence supérieurs à la moyenne de l'échelle ($M = 5.73$; $ET = 1.67$).

Enfin, aucun participant n'a correctement deviné le but de l'expérience et tous ont correctement rapporté la couleur qu'il avait vue sur la première page du classeur ayant servi à la manipulation expérimentale du rouge.

VII.5.C Analyses principales

VII.5.C.a Effet de la différence d'origine culturelle sur la MVC

La Figure 24 ci-dessous décrit les valeurs des pics de MVC pour T1 et T2 en fonction de l'origine culturelle. L'analyse correspondante a montré un effet principal de la culture sur la MVC conforme aux attentes de la littérature, $F(1, 26) = 4.45$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .15$, les français ($M = 270.87$; $ET = 56.78$) ayant montré des valeurs de MVC tous tests confondus supérieures à celles des chinois ($M = 231.96$; $ET = 29.56$). En revanche l'analyse n'a montré aucun effet principal du temps ($F(1, 26) = 2.80$, $p = .11$) et de l'interaction temps x culture ($F(1, 26) = .03$, $p = .87$). En somme, outre la confirmation de valeurs de MVC plus faibles pour les chinois (indépendamment de l'induction de la couleur rouge), ces résultats ont apporté les preuves qu'il n'y avait pas d'effet de fatigue entre les essais et que la culture n'influçait pas le pic de MVC au cours du temps.

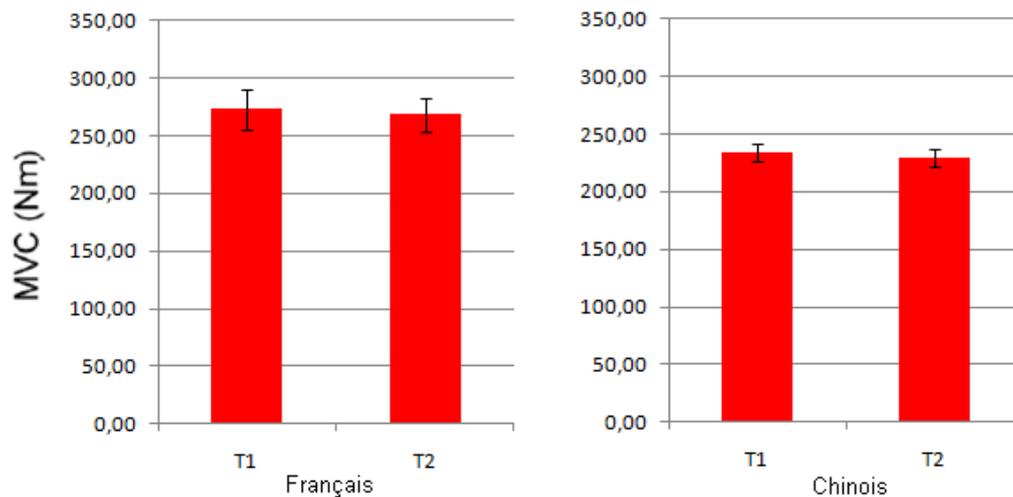


Figure 24. Moyennes des pics de force maximale volontaire (MVC) en fonction du temps (T1, T2) et de la culture.

VII.5.C.b Effet de la différence d'origine culturelle sur la RFD

La Figure 25 ci-dessous décrit les valeurs des pics de RFD pour T1 et T2 en fonction de la culture. L'analyse correspondante a montré un effet principal de la culture sur la RFD, $F(1,$

26) = 14.41, $p < .001$, $\eta_p^2 = .35$, les français ($M = 1080.06$; $ET = 702.44$) ayant montré des valeurs de RFD tous tests confondus supérieures à celles des chinois ($M = 573.00$; $ET = 458.03$). L'analyse a également montré effet principal du temps sur la RFD, $F(1, 26) = 4.26$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .14$, les valeurs de RFD ayant diminué tous sujets confondus, du premier test ($M = 1321.32.16$; $ET = 960.18$) au second test ($M = 1119.68$; $ET = 727.41$).

Enfin l'analyse a montré un effet d'interaction temps x culture, $F(1, 26) = 6.82$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .21$. Les analyses post-hoc ont montré une réduction significative de la RFD pour les participants français ($p < .01$, $M_{T1} = 1967.65$; $ET_{T1} = 1004.79$; $M_{T2} = 1465.56$; $ET_{T2} = 794.94$) contrairement aux participants chinois qui n'ont pas exprimé de différence significative entre leurs deux tests ($p = .98$, $M_{T1} = 761.18$; $ET_{T1} = 434.25$; $M_{T2} = 819.92$; $ET_{T2} = 521.01$). Ainsi, les participants français ayant vu la couleur rouge entre T1 et T2 ont eu une baisse de leurs pics de RFD de 25.5 %, tandis que les participants chinois ayant vu la couleur rouge entre T1 et T2 n'ont pas eu de variation significative de leurs pics de RFD (7.72%).

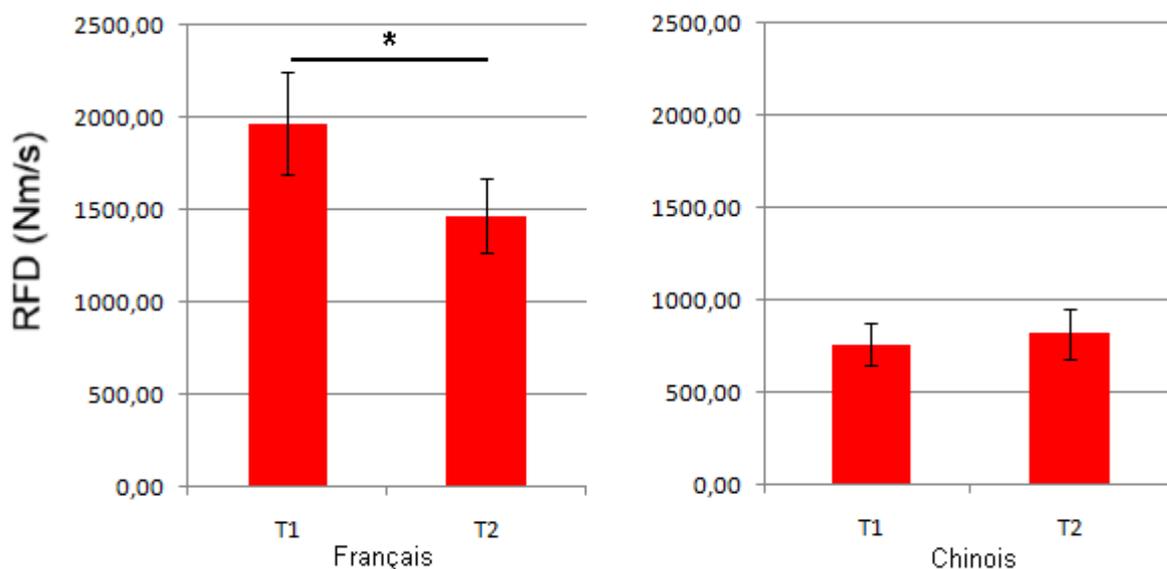


Figure 25. Moyennes des taux maximums de développement de la force musculaire (RFD) en fonction du temps (T1, T2) et de la culture, * : $p < .01$

VII.5.D Analyse de corrélations

Le matrice de corrélation ci-dessous montre conformément à la littérature que les relations entre la RFD et la MVC sont importantes (Andersen & Aagaard, 2006).

Tableau 23. *Table des corrélations des variables principales de l'étude.*

	Variables						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.MVC(T1)	-						
2.MVC(T2)	.97*	-					
3.RFD(T1)	.70*	.73*	-				
4.RFD(T2)	.71*	.70*	.76*	-			
5.Eveil	.18	.21	-.01	.10	-		
6.Humeur	-.32	-.30	-.18	-.07	.01	-	

Notes. MVC = couple de force maximal ; RFD = taux de développement maximal de la force ; Eveil = score d'éveil général ; Humeur = scores d'humeur ; T1 = premier temps de mesure (pré-induction) ; T2 = deuxième temps de mesure (post-induction).

* : $p < .001$.

VII.6 Discussion

Présenter du rouge avant de pratiquer un test de force n'a pas le même effet en fonction de l'origine culturelle des participants : cela n'occasionne pas une inhibition motrice pour les participants chinois comme cela a été observé chez les participants français (Payen et al., 2011). L'étude culturelle présente complète les résultats de l'étude n°2 de ce travail doctoral : la juxtaposition des conclusions relatives aux groupes expérimentaux de couleur rouge chinois et français montre de façon exploratoire que le lien entre la réponse motrice et la couleur rouge est influencé par l'origine culturelle des sujets, indépendamment des mesures auto-rapportées d'humeur, d'éveil général et du pic de force.

Nous avons vu que cet effet pouvait être interprété par le fait que la couleur rouge ne revêt pas la même signification en fonction du contexte culturel. Par exemple, Chan et ses collaborateurs précisent à la page 836 de leur article que la couleur rouge évoque le danger pour la majorité des américains alors que cette dernière n'a pas la même signification en Chine, où le rouge est la couleur (...) de la chance et du bien-être. La valence accordée à la couleur rouge est ainsi sensiblement opposée pour les cultures asiatiques et occidentales (Barber & Badre, 1998; Lesch et al., 2009). Cela a été confirmé dans notre étude par les résultats de la mesure exploratoire auto-rapportée de la signification accordée au rouge par les participants chinois, montrant qu'ils considéraient celle-ci de manière appétive. Il est important de noter que nos résultats semblent confirmer au niveau comportemental ce qui a été déclaré par les sujets. En effet, si les sujets avaient, malgré leurs reports, considéré implicitement la couleur rouge comme un stimulus menaçant, ils auraient été placés dans un état motivationnel d'évitement. Or nous avons vu que la motivation d'évitement aurait des

conséquences positives pour les individus issus de cultures collectivistes (Hamamura & Heine, 2008). Nos participants asiatiques auraient donc dans ce cas probablement amélioré leur performance motrice, ce qui, rappelons-le, n'a pas été le cas. Cela écarte ainsi toute interprétation possible de notre résultat au regard des effets positifs de la motivation d'évitement au sein des cultures asiatiques (Hamamura & Heine, 2008; Hamamura et al., 2009), si les sujets chinois avaient considéré la couleur rouge comme un stimulus menaçant.

Lier la culture et la réponse motrice comme cela a été fait dans l'étude présente, et plus largement étudier la modulation de l'effet du rouge par la culture comme cela a été évoqué par Elliot et ses collaborateurs (Elliot et al., 2009) a des implications conceptuelles et pratiques importantes. La similitude de l'utilisation du rouge au sein des espèces animales et de l'homme (évoquée en introduction) aurait pu laisser penser que le rouge évoquerait des types de motivations et de comportements similaires à l'échelle planétaire. Cependant, les préférences ou penchants biologiques ne sont pas toujours en phase avec les influences que la société peut avoir sur ces derniers (Edgerton, 1992; Triandis, 2007). Ces divergences peuvent être à l'origine de différences culturelles telles que celle observée dans notre étude, montrant la possible prépondérance des facteurs culturels sur les facteurs phylogénétiques dans un tel champ d'investigation. Dès lors, la généralisation « culturelle » des résultats relatifs aux effets des couleurs en situation d'accomplissement nécessiteraient d'être réalisée avec précaution, en tenant compte dans la mesure du possible des spécificités culturelles du public visualisant les stimuli colorés. Par exemple, les symboles sécuritaires de couleur rouge créés en Europe et exportés en Chine ne sont pas correctement interprétés par les usagers (Chan et al., 2009) et nécessitent une réflexion culturelle autour de leurs caractéristiques chromatiques (Lesch et al., 2009).

Etudier la possible modulation de l'effet du rouge sur les processus cognitifs par la culture semble être une perspective cohérente avec notre travail centré sur la réponse motrice. Dans notre étude, le protocole musculaire a été privilégié par rapport au protocole cognitif de façon à s'affranchir des multiples effets culturels liés aux tests cognitifs (Golden & Thomas, 2000). En effet il a été démontré que les différences de cultures affectent les résultats aux tests cognitifs en ayant un effet sur la mémoire, les représentations spatiales, et la formulation d'inférences (Agranovich & Puente, 2007). Concernant les tests de force maximale, la différence entre les chinois et les « occidentaux » (Europe, USA) est moins complexe. Il a été reporté que les chinois avaient une force maximale de la main plus faible que les sujets

européens et américains (Andersen-Ranberg et al., 2005; Wu et al., 2009; Xiao et al., 2005). Cela serait dû à des différences anthropométriques (Wu et al., 2009). Notre étude est la première à offrir des données relatives à des différences culturelles de la force maximale de la cuisse cohérentes avec celles plus largement observées pour le membre supérieur. Bien qu'aucune généralisation de ce résultat ne puisse être effectuée du fait d'un échantillon faible, la voie d'études descriptives investiguant les différences culturelles des caractéristiques fonctionnelles du membre inférieur est ouverte.

« La couleur dans un contexte culturel » est une perspective de recherche fascinante que notre étude a amorcée de façon exploratoire. La faiblesse des effectifs et l'absence de condition de contrôle pour nos étudiants chinois limitent cependant la portée de nos résultats qu'il conviendra de confirmer ultérieurement dans l'élaboration d'un protocole unique. Il serait par la suite intéressant d'étudier cette modulation de l'effet du rouge par la culture dans des contextes variés (tâches motrices complexes, tâches cognitives, interactions sociales), et par la suite avec d'autres couleurs (i.e., aversives pour les asiatiques) et dans d'autres cultures.

Discussion Générale et Conclusion

Chapitre VIII. Discussion Générale et Conclusion

Ainsi que nous l'avons vu, Elliot et ses collaborateurs ont récemment proposé un modèle général de l'effet de la couleur sur le fonctionnement psychologique (Elliot et al., 2007). Plus particulièrement, ils ont montré dans une série d'études le rôle spécifique de la couleur rouge en contexte d'accomplissement (Elliot & Aarts, 2011; Elliot, et al., 2009; Elliot et al., 2007; Elliot, et al., 2011; Lichtenfeld et al., 2009; Maier et al., 2008; Moller et al., 2009). Le rouge serait associé à la notion de danger. Ce lien, probablement hérité de l'apprentissage social et de dispositions phylogénétiques, aurait la fonction d'alerter l'individu sur de probables issues négatives. Dans le cadre de ce paradigme, l'objet de cette thèse a été de mieux comprendre les processus motivationnels d'évitement déclenchés implicitement par la couleur rouge lors de tests cognitifs et moteurs évaluant respectivement la mémoire et la production de force maximale. Nous avons pour cela utilisé des variables psychophysologiques et dispositionnelles qui n'avaient encore jamais été étudiées dans ce domaine. Les stimuli colorés ont été présentés de façon implicite selon la méthode validée par le groupe de travail d'Elliot (2007). L'effet de la couleur rouge était ainsi supposé agir en dehors de la conscience des individus en activant un système motivationnel de défense rudimentaire (Thayer & Lane, 2009). Par ailleurs, ce travail expérimental a tenté de valider une modulation de cet effet par la personnalité (tempéraments) et la culture (chinoise).

VIII.1 Effet de la couleur rouge sur la variabilité de la fréquence cardiaque et la mémoire de travail lors d'un test cognitif

Notre première étude portait sur l'analyse des processus autonomes et cognitifs associés à l'activation du système motivationnel de défense par la couleur rouge. Nos résultats ont montré que la couleur rouge diminuait conjointement la variabilité de la fréquence cardiaque tonique (marqueur de l'anxiété et de l'effort mental) et la mémoire de travail lors d'un test cognitif. Cela a permis de préciser les mécanismes physiologiques autonomes associés à la motivation d'évitement et à la dégradation des processus cognitifs (Thayer & Lane, 2009). Ainsi, la baisse de la VFC mise en évidence dans notre étude a été interprétée comme étant

une manifestation physiologique de la réponse émotionnelle à l'anxiété provoquée par un stimulus menaçant implicite (Friedman & Thayer, 1998).

VIII.2 Effet de la couleur rouge présentée avant un test de force sur la production de force maximale isométrique

Notre deuxième étude portait sur l'analyse des processus moteurs liés à l'activation du système motivationnel de défense par la couleur rouge. Elliot et Aarts (2011) ont montré que la présentation de la couleur rouge pendant un test de force maximale améliorerait la production de force. Une menace immédiate provoquerait en effet une réponse motrice active d'urgence facilitant la production de force (Coombes, Cauraugh, & Janelle, 2007). Nos résultats ont mis en évidence que la présentation de la couleur rouge avant un test de force dégradait l'efficacité motrice. Cet effet a été interprété selon le modèle du « continuum de la menace imminente » (Fanselow & Lester, 1988). Une menace « à distance » provoquerait une réponse motrice passive inhibant la performance motrice (Coombes, Higgins, Gamble, Cauraugh, & Janelle, 2009). La juxtaposition de ces conclusions suggère que l'effet menaçant de la couleur rouge sur la production de force pourrait être modulé par la distance temporelle séparant la présentation du stimulus coloré et l'engagement dans la tâche.

VIII.3 Modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments d'approche et d'évitement

La modulation de l'effet de la couleur rouge par les tempéraments lors d'un test de mémoire n'avait encore jamais été étudiée dans le cadre du paradigme des couleurs. La validation partielle (étude 3A) en langue française du questionnaire de mesure des tempéraments (Elliot & Thrash, 2010), a permis le recrutement d'individus ayant reporté des scores élevés vs faibles sur l'échelle de mesure du tempérament d'évitement. Ces individus ont suivi un protocole expérimental similaire à celui de notre première étude empirique. Ils ont été confrontés à un test de mémoire préalablement et consécutivement à la présentation d'un stimulus gris ou rouge (étude 3B). L'effet délétère de la couleur rouge sur la mémoire mis en évidence dans notre première étude a été répliqué. La hausse de la réactivité cardiaque observée chez les participants de la condition rouge a par ailleurs été interprétée comme la

réaction défensive du système autonome à un stimulus menaçant (Ruiz-Padial et al., 2005). Nos analyses complémentaires ont suggéré que l'effet menaçant du rouge sur la mémoire pouvait être modulé par le tempérament d'évitement. Toutefois, contrairement à notre hypothèse de potentialisation de l'effet négatif du rouge par un tempérament d'évitement élevé (Bardel & Colombel, 2009), les sujets les plus sensibles à l'évitement n'ont pas démontré de dégradation de leur performance au test de mémoire. Ce résultat inattendu a été interprété par la possible mise en place de stratégies de protections attentionnelles à l'encontre des stimuli aversifs (Mogg & Bradley, 1998). En marge de ces résultats nous avons par ailleurs montré que les deux tempéraments pouvaient avoir des actions conjointes sur la performance à un test de mémoire indépendamment de la couleur. Enfin un effet des tempéraments sur les variables auto-rapportées d'éveil général et d'humeur a été mis en évidence.

VIII.4 Modulation de l'effet de la couleur rouge par l'origine culturelle

La modulation de l'effet délétère de la couleur rouge par l'origine culturelle des participants a été étudiée de façon exploratoire dans notre dernière étude. Nos résultats (étude n°4) ont montré que la présentation de la couleur rouge à des étudiants chinois ne dégradait pas la production de force lors d'un test de force maximale isométrique. Nous avons en outre montré que le rouge inhibait la production de force d'étudiants français (étude n°2). Ces résultats considérés conjointement (étude n°2 + étude n°4) ont suggéré que dans un contexte d'accomplissement, la différence interculturelle de la signification accordée à la couleur rouge (Aslam, 2006) pourrait être à l'origine de réponses comportementales différentes (Hamamura & Heine, 2008). L'association du rouge avec la notion de danger et de menace pourrait être modulée par le contexte culturel.

VIII.5 Perspectives générales

Ce travail doctoral a permis de montrer que la couleur, et tout particulièrement le rouge, possède en plus de sa valeur esthétique une profonde signification liée au danger, capable d'avoir une influence implicite à de multiples niveaux du système nerveux. Pourtant, il est intéressant de constater que dans un nombre conséquent d'études (e.g., Gilissen et al., 2007; Herbert, Pollatos, Flor, Enck, & Schandry, 2009; Lehrer et al., 2010; Martin et al., 2010), les

couleurs (dont le rouge) sont utilisées sans contrôle des paramètres de teinte, de saturation et de luminosité dans les procédures expérimentales. Par exemple les croix de fixation utilisées avant la présentation d'un stimulus visuel sur un écran, lors de la tâche de Stroop (Stroop, 1935), sont fréquemment de couleur rouge, à l'instar des retours visuels d'informations des mesures de forces maximales dans les protocoles physiologiques. Nos résultats montrent que cette utilisation peu rigoureuse des couleurs peut s'avérer problématique, puisque ces dernières peuvent avoir une influence sur les émotions, les cognitions et les comportements, à minima en ajoutant de la variabilité dans les variables dépendantes mesurées, et peut-être même en produisant des effets systématiques mais non détectés. A la lumière de l'ubiquité des situations d'accomplissement et des couleurs dans la vie de tous les jours, ces implications seraient sans doute « la partie émergée de l'iceberg ». C'est pourquoi dans toutes les études de ce travail doctoral, les stimuli colorés ont été calibrés sur la base d'une saturation et d'une luminosité équivalentes. Nous avons donc pu montrer que le paramètre « teinte » était le seul présumé responsable de l'effet de la couleur rouge.

Nous reconnaissons cependant que la généralisation de nos résultats dans des domaines moins contrôlés reste une question ouverte. En effet la variété des ombres, et des combinaisons de teintes dans le quotidien contraste avec les manipulations expérimentales rigoureuses des couleurs utilisées dans notre laboratoire. Dans ce cadre, la réalité virtuelle (RV) pourrait être une alternative intéressante (pour une revue sur l'utilisation de la RV en sciences sociales voir, Fox, Arena, & Bailenson, 2009). Cet outil permet l'immersion de l'individu dans des environnements virtuels (Schönbrodt & Asendorpf, 2011) au sein desquels la manipulation d'états motivationnels d'évitement a récemment été validée (Maïano, Therme, & Mestre, 2011). Dans ce cadre, chaque teinte pourrait être numériquement contrôlée selon les recommandations du paradigme des couleurs, dans le but de renforcer la « sensation de présence » de l'individu dans un environnement virtuel aversif (Maïano, et al., 2011). Des outils de mesure de la direction du regard adaptés à la RV ont en outre été développés (Lin, 2002). Ces derniers permettraient de préciser les processus attentionnels de l'évaluation automatique de l'environnement virtuel, en liant par exemple les durées de fixation des objets avec leurs teintes.

En accord avec les procédures classiques du paradigme des couleurs, nous avons montré que l'effet de la couleur rouge agissait sans que l'individu ne réalise que cet effet était mesuré. Cette caractéristique méthodologique permet de caractériser le stimulus coloré comme étant

implicite (De Houwer & Moors, 2007; Moors & De Houwer, 2006), à l'image de son effet sur le fonctionnement psychologique (Elliot et al., 2007). Bien que nous ayons utilisé des stimuli colorés subtils sans recours à une évaluation explicite, ils étaient présentés d'une manière pouvant autoriser un traitement conscient. Cette possibilité a conduit certains auteurs à questionner le caractère automatique des processus évalués dans de tels protocoles (Rotteveel & Phaf, 2004). Par ailleurs, la recherche sur les processus subliminaux (i.e., inconscients) qui impliquent l'exposition à de brefs (16-30 ms) stimuli masqués, reçoit depuis quelques années une attention considérable. Cette approche a montré que des comportements rudimentaires (Radel et al., 2011) ou complexes (Gendolla & Silvestrini, 2010) pouvaient être influencés par des facteurs qui ne seraient pas conscients. Ainsi, de futures investigations permettraient d'améliorer les connaissances sur l'évaluation automatique des couleurs, en présentant les stimuli colorés de façon subliminale (Capa, Cleeremans, Bustin, & Hansenne, 2011). Nous pourrions également comparer la durée de l'effet de ce priming réputé pour être assez brève (quelques secondes, Dupoux, de Gardelle, & Kouider, 2008) avec celle de l'effet de manipulation classique des couleurs (quelques minutes). Par ailleurs, sur la base d'un paradigme subliminal, il a été évoqué dans ce document la mise en place de processus perceptivo-moteurs automatiques visant à rétablir un besoin d'autonomie déstabilisé par un environnement contrôlant (Radel et al., 2011). Les auteurs ont mis en évidence la recherche inconsciente d'informations évoquant l'autonomie de la part d'un individu menacé par un environnement coercitif. Leurs résultats n'ont cependant pas permis de préciser si ce biais perceptif pouvait aider les sujets à se protéger d'informations susceptibles de dégrader davantage leur autonomie. Le caractère menaçant implicite des informations utilisées pour l'amorce des comportements pourrait être renforcé en les associant avec de la couleur rouge. Le renforcement de la saillance des stimuli négatifs permettrait probablement l'apparition de ce biais perceptif d'évitement (Bardel & Colombel, 2009).

L'approche psychophysiological a tenu une place importante dans ce travail doctoral, permettant de préciser les mécanismes du système de défense sollicité par la visualisation du rouge en contexte d'accomplissement. Parmi tous les indices disponibles évoqués en introduction, notre attention avait porté notamment sur la réactivité de la VFC, révélatrice à la fois de l'anxiété et de l'effort mental (Thayer & Lane, 2009). Cependant la VFC évaluée à travers sa composante des hautes fréquences ne rend compte que de la régulation parasympathique de l'activité cardiaque (Task-Force, 1996), laissant de côté la régulation sympathique. De plus, les autres indices de la VFC sont influencés par les deux voies de

régulation sympathique et parasympathique si bien que l'influence stricte de la voie sympathique est difficilement quantifiable à l'aide des indices de la VFC (Berntson, Cacioppo, & Quigley, 1993). Dans de futures recherches, la mesure de la VFC pourrait être complétée par des indices cardio-vasculaires rendant compte précisément de la régulation sympathique tels que la période de pré-éjection (Richter, 2010) et la pression artérielle systolique (Wright, 1996). Ainsi, les contributions des deux voies de régulations sympathique et parasympathique pourraient être étudiées lors des réactions émotionnelles à des stimuli implicites (Capa et al., 2011).

Les protocoles expérimentaux développés tout au long de ce document ont permis de mettre l'accent sur l'importance du contexte dans la manifestation de l'effet de la couleur rouge. La couleur rouge semble n'avoir un effet que dans les contextes d'accomplissement ou relationnels (Elliot et al., 2010). Cependant, l'étude de l'effet de la couleur rouge dans les contextes sociaux a été limitée aux relations de séductions et pourrait être étendue à des contextes plus génériques. Par exemple, il a été montré que le besoin d'accomplissement est impulsé par un besoin d'appartenance à un groupe social (Baumeister & Leary, 1995). Cependant, les individus ayant un temps et des ressources limitées à accorder à leurs relations sociales (Buckley, Winkel, & Leary, 2004), ils sont parfois contraints d'exclure des personnes de leur réseau pour ne centrer leurs ressources que sur les « cibles sociales » qu'ils jugent importantes (Baumeister & Gitter, 2008). Plusieurs questions émergent de ces postulats : est-ce que le fait par exemple d'être vêtu d'un polo de couleur rouge, pourrait influencer de façon automatique les jugements que les gens ont de nous ? En favorisant par exemple en contexte d'accomplissement des processus de réjection ? Dans le cas d'individus de sexes opposés, les processus d'affiliation seront-ils favorisés comme le suggèrent les résultats des études d'Elliot et de ses collaborateurs (Elliot et al., 2010; Elliot & Niesta, 2008)? Est-ce que les couleurs peuvent aider implicitement les individus souffrant de troubles de l'anxiété sociale à rechercher davantage d'affiliations ? Ces interactions pourraient être approfondies dans le cadre de la comparaison sociale, cette dernière ayant été récemment liée à la motivation d'approche et d'évitement (Bounoua et al., 2011; Suls & Wheeler, 2008). En effet les individus cherchent constamment à se comparer aux autres pour obtenir des informations sur leurs capacités et compétences à réaliser une tâche. Le modèle 2 x 4 (Suls & Wheeler, 2008) montre dans ce cadre que la motivation d'approche-évitement a un rôle fondamental dans la sélection des cibles ascendantes ou descendantes (e.g., assimilation vs contraste) en fonction de leur niveau perçu (très supérieur, légèrement supérieur, légèrement inférieur, très

inférieurs). Dans ce cadre, la couleur rouge ayant des effets sur le développement d'états motivationnels d'approche ou d'évitement, elle pourrait moduler implicitement le choix des cibles de comparaisons.

En somme, au-delà des perspectives directes de nos cinq études empiriques évoquées plus haut, les perspectives plus générales qui viennent d'être décrites montrent la richesse de l'utilisation de stimuli colorés implicites pour préciser les effets du contexte sur la motivation d'approche et d'évitement. L'utilisation de nouvelles technologies (amorce, réalité virtuelle, nouveaux indices physiologiques) et l'application à des contextes sociaux variés permettront d'étendre encore le fascinant travail empirique et conceptuel du paradigme des couleurs.

VIII.6 Conclusion

Dans la perspective fondamentale de la motivation d'approche et d'évitement (Elliot, 2008), ce travail doctoral a contribué à l'extension du travail empirique et conceptuel du paradigme des couleurs initié en 2007 par Elliot et ses collaborateurs (Elliot et al., 2007).

Nos résultats ont montré que la couleur rouge est un stimulus menaçant implicite fiable, pour stimuler en dehors de la conscience des individus en contexte d'accomplissement, le système rudimentaire de défense (études n°1, 2, et 3B). Les conséquences psychophysiologiques, attentionnelles et comportementales de cette stimulation ont été étudiées et discutées en tenant compte du rôle du contexte, de la personnalité et de l'origine culturelle. Nous avons montré que l'effet de la couleur rouge a un spectre d'influence très large, allant de la dégradation de la performance à un test de mémoire de travail (études n°1 et 3B) et de la VFC (étude n°1), à la modulation de l'efficacité de la production de force (études n°2 et 4). Cet effet varierait en fonction du contexte situationnel (distance temporelle, étude n°2) et du contexte culturel (étude n°4), en étant influencé par les différences de tempérament d'évitement uniquement pour les sujets les plus vulnérables (études n°3A et 3B).

L'ensemble de nos résultats a été obtenu avec des stimuli colorés standardisés au niveau de leur saturation et luminosité, permettant ainsi à la « teinte » d'être identifiée comme étant la propriété de la couleur étant à l'origine des effets observés. L'absence d'effet de la couleur sur les mesures subjectives et le fait qu'aucun participant n'ait correctement deviné le but réel de l'expérience, suggèrent que l'influence des couleurs sur les comportements aurait lieu en dehors des intentions des participants.

En somme, l'influence des couleurs sur le fonctionnement psychologique et biologique semble omniprésente. Cette influence tombe sous le sens commun, le poète Goethe disait en effet que « les couleurs agissent sur l'âme, elles peuvent y exciter des sensations, y éveiller des émotions, des idées qui nous reposent ou nous agitent et provoquent la tristesse ou la gaieté » (Goethe, 1808-1810). Le paradigme des couleurs au sein duquel notre travail a trouvé sa place a refondé les bases d'une étude scientifique systématique de ce que le peintre Kandinsky appelait « la puissance qui influence directement l'âme ». Nous prévoyons que les futurs travaux empiriques dans ce domaine soient aussi passionnants que féconds.

Bibliographie

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased Rate of Force Development and Neural Drive of Human Skeletal Muscle Following Resistance Training. *J Appl Physiol*, 93(4), 1318-1326.
- Aftanas, L. I., & Pavlov, S. V. (2005). Trait Anxiety Impact on Posterior Activation Asymmetries at Rest and During Evoked Negative Emotions: EEG Investigation. *International Journal of Psychophysiology*, 55(1), 85-94.
- Agranovich, A. V., & Puente, A. E. (2007). Do Russian and American Normal Adults Perform Similarly on Neuropsychological Tests?: Preliminary Findings on the Relationship between Culture and Test Performance. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(3), 273-282.
- Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F. A., Shannon, D. C., Barger, A. C., & Cohen, R. J. (1981). Power Spectrum Analysis of Heart Rate Fluctuations: A Quantitative Probe of Beat-to-Beat Cardiovascular Control. *Science*, 213, 220-222.
- Allport, G. W. (1935). Attitudes. In C. Murchison (Ed.), *Handbook of Social Psychology*. Worcester, Mass: Clark University Press.
- Allport, G. W., & Odbert, H. S. (1936). Trait Names: A Psycholexical Study. . *Psychological Monographs*, 47.
- ANAES. (2001). Les Appareils D'isocinétisme En Évaluation Et En Rééducation Musculaire : Intérêt Et Utilisation, *Rapport Février 2001* (pp. 8): Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (Service des technologies et de l'évaluation économique).
- Andersen-Ranberg, K., Petersen, I., Frederiksen, H., Mackenbach, J. P., & Christensen, K. (2005). *Cross-National Differences in Grip Strength among 50 Year-Old Europeans. Results from the Share Study*. Paper presented at the Vortrag bei der First SHARE-ELSA-HRS User Conference, Lund.
- Andersen, J. L., & Aagaard, P. (2006). Influence of Maximal Muscle Strength and Intrinsic Muscle Contractile Properties on Contractile Rate of Force Development. *J Appl Physiol*, 96, 46-52.
- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and Late Rate of Force Development: Differential Adaptive Responses to Resistance Training? *Scand J Med Sci Sports*, 20(1), 162-169.

- Anderson, A. K., Christoff, K., Panitz, D., De Rosa, E., & Gabrieli, J. D. E. (2003). Neural Correlates of the Automatic Processing of Threat Facial Signals. *J. Neurosci.*, *23*(13), 5627-5633.
- Andreassi, J. L. (Ed.). (2000). *Psychophysiology : Human Behavior and Physiological Response* (4 ed.). Mahwah: NJ:Erlbaum.
- Aron, A. R., & Poldrack, R. A. (2006). Cortical and Subcortical Contributions to Stop Signal Response Inhibition: Role of the Subthalamic Nucleus. *The Journal of Neuroscience*, *26*(9), 2424-2433.
- Aslam, M. M. (2006). Are You Selling the Right Colour? A Cross-Cultural Review of Colour as a Marketing Cue. *Journal of Marketing Communications*, *12*(1), 15-30.
- Atkinson, J. W. (1957). Motivational Determinants of Risk-Taking Behavior. *Psychological Review*, *64*, 359-372.
- Balconi, M., Brambilla, E., & Falbo, L. (2009). Appetitive Vs. Defensive Responses to Emotional Cues. Autonomic Measures and Brain Oscillation Modulation. *Brain Research*, *1296*, 72-84.
- Baldwin, M. W., & Meunier, J. (1999). The Cued Activation of Attachment Relational Schemas. *Social Cognition*, *17*, 209-227.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Lee, P., Bakermans-Kranenburg, M. J., & van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-Related Attentional Bias in Anxious and Nonanxious Individuals: A Meta-Analytic Study. *Psychological Bulletin*, *133*(1), 1-24.
- Barber, W., & Badre, A. (1998). Culturability: The Merging of Culture and Usability. In A. T. Labs (Ed.), *Conference on Human Factors and the Web*. Basking Ridge, New Jersey.
- Bardel, M. H., & Colombel, F. (2009). Rôles Spécifiques De L'anxiété Trait Et État Dans L'apparition Et Le Maintien Des Biais Attentionnels Associés À L'anxiété : État Des Lieux Et Pistes D'investigation. *L'Encéphale*, *35*(5), 409-416.
- Bargh, J. A. (1990). Auto-Motives: Preconscious Determinants of Social Interaction. In E. T. Higgins & R. Sorrentino (Eds.), *Handbook of Motivation and Cognition* (Vol. 2, pp. 93-130). New York: Guilford Press., University of Nebraska.
- Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (1999). The Unbearable Automaticity of Being. *American Psychologist*, *54*, 462-479.

- Bargh, J. A., Lombardi, W. J., & Higgins, E. T. (1988). Automaticity of Chronically Accessible Constructs in Person X Situation Effects on Person Perception: It's Just a Matter of Time. *Journal of Personality and Social Psychology, 55*, 599-605.
- Bargh, J. A., & Pratto, F. (1986). Individual Construct Accessibility and Perceptual Selection. *Journal of Experimental Social Psychology, 22*, 293-311.
- Barrett, L., & Russell, J. A. (1998). Independence and Bipolarity in the Structure of Current Affect. *Journal of Personality and Social Psychology, 74*, 967-984.
- Bates, J. E. (1987). Temperament in Infancy. In J. Osofsky (Ed.), *Handbook of Infant Development* (2 ed., pp. 1101-1149). New York: Wiley Press.
- Baumeister, R. F., & Gitter, S. (2008). I Am Approaching the Decision to Avoid You: An Approach and Avoidance Perspective on Research on Social Exclusion and Rejection. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 601-614). New York, NY US: Psychology Press.
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The Need to Belong: Desire for Interpersonal Attachments as a Fundamental Human Motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497-529.
- Bechara, A., & Damasio, A. R. (2005). The Somatic Marker Hypothesis: A Neural Theory of Economic Decision. *Games Econ. Behav., 52*, 336-372.
- Bernston, G. G., Bigger, J. T., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., et al. (1997). Heart Rate Variability: Origins, Methods, and Interpretive Caveats. *Psychophysiology, 34*, 623-648.
- Berntson, G. G., & Cacioppo, J. T. (2008). The Functional Neuroarchitecture of Evaluative Processes. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 307-321). New York, NY US: Psychology Press.
- Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., & Quigley, K. S. (1993). Cardiac Psychophysiology and Autonomic Space in Humans: Empirical Perspectives and Conceptual Implications. *Psychological Bulletin, 114*, 296-322.
- Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., & Quigley, K. S. (1994). The Metrics of Cardiac Chronotropism: Biometric Perspectives. *Psychophysiology, 31*, 44-61.
- Berntson, G. G., Uchino, B. N., & Cacioppo, J. T. (1994). Origins of Baseline Variance and the Law of Initial Values. *Psychophysiology, 31*(2), 204-210.

-
- Berry, J. W., Poortinga, Y. H., Breugelmans, S. M., Chasiotis, A., & Sam, D. L. (Eds.). (2011). *Cross-Cultural Psychology: Research and Applications* (3 ed.): Cambridge University Press.
- Bishop, S., Duncan, J., Brett, M., & Lawrence, A. D. (2004). Prefrontal Cortical Function and Anxiety: Controlling Attention to Threat-Related Stimuli. *Nature Neuroscience*, 7, 184–188.
- Blair, C., Peters, R., & Granger, D. (2004). Physiological and Neuropsychological Correlates of Approach/Withdrawal Tendencies in Preschool: Further Examination of the Behavioral Inhibition System/Behavioral Activation System Scales for Young Children. *Developmental Psychobiology*, 45, 113–124.
- Blanchard, R. J., & Blanchard, D. C. (1990). Anti-Predator Defense as Models of Animal Fear and Anxiety Fear and Defence. In P. Brain, R. Blanchard & D. Mainardi (Eds.), *Fear and Defence* (pp. 89-108). Chur, Switzerland: Harwood Academic Publishers.
- Blascovich, J. (2008). Challenge and Threat. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 431-445). New York, NY US: Psychology Press.
- Blascovich, J., & Tomaka, J. (1996). The Biopsychosocial Model of Arousal Regulation. In P. Z. Mark (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. Volume 28, pp. 1-51): Academic Press.
- Bleil, M. E., Gianaros, P. J., Jennings, J. R., Flory, J. D., & Manuck, S. B. (2008). Trait Negative Affect: Toward an Integrated Model of Understanding Psychological Risk for Impairment in Cardiac Autonomic Function. *Psychosomatic Medicine*, 70(3), 328–337.
- Bounoua, L., Cury, F., Regner, I., Huguet, P., Barron, K. E., & Elliot, A. J. (2011). Motivated Use of Information About Others: Linking the 2 × 2 Achievement Goal Model to Social Comparison Propensities and Processes. *British Journal of Social Psychology*, xx-xx.
- Bouton, M. E., Mineka, S., & Barlow, D. H. (2001). A Modern Learning Theory Perspective on the Etiology of Panic Disorder. *Psychological Review*, 108(1), 4-32.
- Bower, G. H. (1981). Mood and Memory. *American Psychologist*, 36(2), 129-148.
- Bradley, M. M. (2000). Emotion and Motivation. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology*. (pp. 602-642). New York: Cambridge University Press.
- Bradley, M. M., Miccoli, L., Escrig, M. A., & Lang, P. J. (2008). The Pupil as a Measure of Emotional Arousal and Autonomic Activation. *Psychophysiology*, 45(4), 602-607.
-

-
- Brauer, M. (2002). L'analyse Des Variables Indépendantes Continues Et Catégorielles : Alternatives À La Dichotomisation. *L'année psychologique*, *102*(3), 449-484.
- Brehm, J. W., & Self, E. A. (1989). The Intensity of Motivation. *Annual Reviews of Psychology*, *40*, 109–131.
- Brown, J. S. (1948). Gradients of Approach and Avoidance Responses and Their Relation to Level of Motivation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *41*(6), 450-465.
- Buckley, K. E., Winkel, R. E., & Leary, M. R. (2004). Reactions to Acceptance and Rejection: Effects of Level and Sequence of Relational Evaluation. *Journal of Experimental Social Psychology*, *40*(1), 14-28.
- Caci, H., Deschaux, O., & Baylé, F. J. (2007). Psychometric Properties of the French Versions of the Bis/Bas Scales and the SPSRQ. *Personality and Individual Differences*, *42*, 987-998.
- Cacioppo, J. T., & Berntson, G. G. (1994). Relationship between Attitudes and Evaluative Space: A Critical Review, with Emphasis on the Separability of Positive and Negative Substrates. *Psychological Bulletin*, *115*, 401-423.
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., & Berntson, G. G. (1997). Beyond Bipolar Conceptualizations and Measures: The Case of Attitudes and Evaluative Space. *Personality and Social Psychology Review*, *1*, 3–25.
- Cacioppo, J. T., Priester, J. R., & Berntson, G. G. (1993). Rudimentary Determinants of Attitudes. II: Arm Flexion and Extension Have Differential Effects on Attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, *65*(1), 5-17.
- Cain, C. K., & LeDoux, J. E. (2008). Emotional Processing and Motivation: In Search of Brain Mechanisms. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 17-34). New York, NY US: Psychology Press.
- Camgoz, N., Yener, C., & Guvenc, D. (2003). Effects of Hue, Saturation, and Brightness: Part 2. *Color Research and Application*, *29*, 20–28.
- Canli, T., Zhao, Z., Desmond, J. E., Kang, E., Gross, J., & Gabrieli, J. D. E. (2001). An Fmri Study of Personality Influences on Brain Reactivity to Emotional Stimuli. *Behavioral Neuroscience*, *115*(1), 33-42.
- Cannon, W. B. (Ed.). (1929). *Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage* (2 ed.). New York: D. Appleton & Co.
-

- Capa, R. L., & Audiffren, M. (2009). How Does Achievement Motivation Influence Mental Effort Mobilization? Physiological Evidence of Deteriorative Effects of Negative Affects on Thelevel of Engagement. *International Journal of Psychophysiology*, 74(3), 236-242.
- Capa, R. L., Audiffren, M., & Ragot, S. (2008). The Interactive Effect of Achievement Motivation and Task Difficulty on Mental Effort. *International Journal of Psychophysiology*, 70(2), 144-150.
- Capa, R. L., Cleeremans, A., Bustin, G. M., & Hansenne, M. (2011). Long-Lasting Effect of Subliminal Processes on Cardiovascular Responses and Performance. *International Journal of Psychophysiology*, 81(1), 22-30.
- Carretie, L., Albert, J., Lopez-Martin, S., & Tapia, M. (2009). Negative Brain: An Integrative Review on the Neural Processes Activated by Unpleasant Stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 71(1), 57-63.
- Carver, C. S., Avivi, Y. E., & Laurenceau, J.-P. (2008). Approach, Avoidance, and Emotional Experiences. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 385-397). New York, NY US: Psychology Press.
- Carver, C. S., & Scheier, M. (1990). Principles of Self-Regulation: Action and Emotion. In *Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of Social Behavior* (Vol. 2, pp. 3–52). New York: Guilford Press.
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (Eds.). (1998). *On the Self-Regulation of Behavior*. New York: Cambridge University Press.
- Carver, C. S., Sutton, S. K., & Scheier, M. F. (2000). Action, Emotion, and Personality: Emerging Conceptual Integration. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 26, 741–751.
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral Inhibition, Behavioral Activation, and Affective Responses to Impending Reward and Punishment: The Bis/Bas Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 319–333.
- Cassirame, J., Tordi, N., Mourot, L., Rakobowchuk, M., & Regnard, J. (2007). L'utilisation D'un Nouveau Système D'enregistrement De fréquence Cardiaque Battement À battement Pour l'analyse Traditionnelle De variabilité De fréquence Cardiaque. *Science & Sports*, 22(5), 238-242.

- Cavanagh, J. F., & Allen, J. J. B. (2008). Multiple Aspects of the Stress Response under Social Evaluative Threat: An Electrophysiological Investigation. *Psychoneuroendocrinology*, 33(1), 41-53.
- Chalabaev, A., Major, B., Cury, F., & Sarrazin, P. (2009). Physiological Markers of Challenge and Threat Mediate the Effects of Performance-Based Goals on Performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4), 991-994.
- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Stone, J., & Cury, F. (2008). Do Achievement Goals Mediate Stereotype Threat? An Investigation on Females' Soccer Performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(143-158).
- Chan, A. H. S., & Courtney, A. J. (2001). Color Associations for Hong Kong Chinese. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28(3-4), 165-170.
- Chan, A. H. S., Han, S. H., Ng, A. W. Y., & Park, W. (2009). Hong Kong Chinese and Korean Comprehension of American Security Safety Symbols. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(5), 835-850.
- Chang-Jin, C., Kyung-Soo, K., Chul-Min, K., Se-Hong, K., & Whan-Seok, C. (2011). Reactivity of Heart Rate Variability after Exposure to Colored Lights in Healthy Adults with Symptoms of Anxiety and Depression. *International Journal of Psychophysiology*, 79(2), 83-88.
- Changizi, M. A. (2009). *The Vision Revolution: How the Latest Research Overturns Everything We Thought We Knew About Human Vision*. BenBella Books: Dallas.
- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of Automatic Evaluation: Immediate Behavioral Predispositions to Approach or Avoid the Stimulus. *Pers Soc Psychol Bull*, 25(2), 215-224.
- Chen, Y. P., Ehlers, A., Clark, D. M., & Mansell, W. (2002). Patients with Generalized Social Phobia Direct Their Attention Away from Faces. *Behaviour Research and Therapy*, 40(6), 677-687.
- Chiu, L. Z. F., Fry, A. C., Schilling, B. K., Weiss, L. W., & Kreider, R. B. (2002). The Relationship between EMG-Time and Isometric Force-Time Curves. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(5), 22.
- Codispoti, M., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2001). Affective Reactions to Briefly Presented Pictures. *Psychophysiology*, 38(3), 474-478.
- Cohen, J. (1983). The Cost of Dichotomization. *Applied Psychological Measurement*, 7, 249-253.

- Cook, E. W., Hawk, J. L. W., Davis, T. L., & Stevenson, V. E. (1991). Affective Individual Differences and Startle Reflex Modulation. *Journal of Abnormal Psychology, 100*(1), 5-13.
- Coombes, S. A., Cauraugh, J. H., & Janelle, C. M. (2006). Emotion and Movement: Activation of Defensive Circuitry Alters the Magnitude of a Sustained Muscle Contraction. *Neuroscience Letters, 396*(3), 192-196.
- Coombes, S. A., Cauraugh, J. H., & Janelle, C. M. (2007a). Dissociating Motivational Direction and Affective Valence: Discrete Emotions Alter Central Motor Processes. *Psychological Science, 18*, 938-942.
- Coombes, S. A., Cauraugh, J. H., & Janelle, C. M. (2007b). Emotional State and Initiating Cue Alter Central and Peripheral Motor Processes. *Emotion, 7*(2), 275-284.
- Coombes, S. A., Gamble, K. M., Cauraugh, J. H., & Janelle, C. M. (2008). Emotional States Alter Force Control During a Feedback Occluded Motor Task. *Emotion, 8*(1), 104-113.
- Coombes, S. A., Higgins, T., Gamble, K. M., Cauraugh, J. H., & Janelle, C. M. (2009). Attentional Control Theory: Anxiety, Emotion, and Motor Planning. *Journal of Anxiety Disorders, 23*(8), 1072-1079.
- Coombes, S. A., Janelle, C. M., & Duley, A. R. (2005). Emotion and Motor Control: Movement Attributes Following Affective Picture Processing. *Journal of Motor Behavior, 37*(6), 425-436.
- Cooper, R. M., Rowe, A. C., & Penton-Voak, I. S. (2008). The Role of Trait Anxiety in the Recognition of Emotional Facial Expressions. *Journal of Anxiety Disorders, 22*(7), 1120-1127.
- Corr, P. J. (2001). Testing Problems in J. A. Gray's Personality Theory: A Commentary On Matthews and Gilliland (1999). *Personality and Individual Differences, 30*(2), 333-352.
- Corr, P. J. (2002). J.A. Gray's Reinforcement Sensitivity Theory: Tests of the Joint Subsystems Hypothesis of Anxiety and Impulsivity. *Personality and Individual Differences, 33*, 511-532.
- Corr, P. J., & Kumari, V. (1997). Sociability/Impulsivity and Attenuated Dopaminergic Arousal: Critical Flicker/Fusion Frequency and Procedural Learning. *Personality and Individual Differences, 22*(6), 805-815.

-
- Cretenet, J., & Dru, V. (2004). The Influence of Unilateral and Bilateral Arm Flexion Versus Extension on Judgments: An Exploratory Case of Motor Congruence. *Emotion, 4*(3), 282-294.
- Cretenet, J., & Dru, V. (2009). Influence of Peripheral and Motivational Cues on Rigid-Flexible Functioning: Perceptual, Behavioral, and Cognitive Aspects. *Journal of Experimental Psychology: General, 138*(2), 201-217.
- Croizet, J., Despres, G., Gauzins, M., Huguet, P., Leyens, J., & Meot, A. (2004). Stereotype Threat Undermines Intellectual Performance by Triggering a Disruptive Mental Load. *Personality and Social Psychology Bulletin, 30*, 721-731.
- Cronbach, L. (1951). Coefficient Alpha and Internal Structure of Test. *Psychometrika, 16*, 296-334.
- Cury, F., Elliot, A., Da Fonséca, D., & Moller, A. C. (2006). The Social-Cognitive Model of Achievement Motivation and the 2x2 Achievement Goal Framework. *Journal of Personality and Social Psychology, 90*(4), 666-679.
- Cury, F., Da Fonséca, D., Zahn, I., & Elliot, A. (2008). Implicit Theories and IQ Test Performance: A Sequential Mediation Analysis. *Journal of Experimental Social Psychology, 44* (3), 783-791.
- Cury, F., Elliot, A., Sarrazin, P., Da Fonseca, D., & Rufo, M. (2002). The Trichotomous Achievement Goal Model and Intrinsic Motivation: A Sequential Mediation Analysis. *Journal of Experimental Social Psychology, 38*(5), 473-481.
- Dagnelie, P. (1975). *Theorie Et Methodes Statistiques* (Vol. 2). Bruxelles: A.S.B.L.
- Daleiden, E. L. (1998). Childhood Anxiety and Memory Functioning: A Comparison of Systemic and Processing Accounts. *Journal of Experimental Child Psychology, 68*, 216-235.
- Damasio, A. (1995). *L'erreur De Descartes*. Paris: Editions Odile Jacob.
- Damasio, A. (1999). *The Feeling of What Happens : Body and Emotion in the Making of Consciousness*. Orlando: FL : Harcourt.
- Darnon, C., Dompnier, B., Gilliéron, O., & Butera, F. (2010). The Interplay of Mastery and Performance Goals in Social Comparison: A Multiple-Goal Perspective. *Journal of Educational Psychology, 102*(1), 212-222.
-

- Davidson, R. J. (1992). Emotion and Affective Style: Hemispheric Substrates. *Psychological Science*, 3, 39-43.
- Davidson, R. J. (1998). Anterior Electrophysiological Asymmetries, Emotion, and Depression: Conceptual and Methodological Conundrums. *Psychophysiology*, 35, 607-614.
- Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A., & Friesen, W. V. (1990). Approach-Withdrawal and Cerebral Asymmetry: Emotional Expression and Brain Physiology I. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(2), 330-341.
- De Houwer, J., & Moors, A. (2007). How to Define and Examine the Implicitness of Implicit Measures. In B. Wittenbrink & N. Schwarz (Eds.), *Implicit Measures of Attitudes: Procedures and Controversies* (pp. 179-194). New York: Guilford.
- Deffenbacher, J. (1980). Worry and Emotionality in Test Anxiety. In I. Sarason (Ed.), *Test Anxiety: Theory, Research, and Applications* (pp. 111-128). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dennis, T. A., & Chen, C.-C. (2007). Neurophysiological Mechanisms in the Emotional Modulation of Attention: The Interplay between Threat Sensitivity and Attentional Control. *Biological Psychology*, 76(1-2), 1-10.
- Denver, J. W., Reed, S. R., & Porges, S. W. (2007). Methodological Issues in the Quantification of Respiratory Sinus Arrhythmia. *Biological Psychology*, 74, 286-294.
- Derryberry, D., & Reed, M. (1994). Temperament and Attention: Orienting toward and Away from Positive and Negative Signals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66, 1128-1139.
- Derryberry, D., & Reed, M. (2008). Motivational and Attentional Components of Personality. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 461-474). New York, NY US: Psychology Press.
- Derryberry, D., & Reed, M. A. (1998). Anxiety and Attentional Focusing: Trait, State, and Hemispheric Influences. *Personality & Individual Differences*, 25(745-761).
- Diaz, A., & Pickering, A. D. (1993). The Relationship between Gray's and Eysenck's Personality Spaces. *Personality and Individual Differences*, 15, 297-305.
- Dickson, A., & Dearing, M. F. (1979). Appetitive-Aversive Interactions and Inhibitory Processes. In A. Dickson & R. A. Boakes (Eds.), *Mechanisms of Learning and Motivation* (pp. 203-231). NJ: Erlbaum: Hillsdale.

- Diener, E., Oishi, S., & Lucas, R. E. (2003). Personality, Culture, and Subjective Well-Being: Emotional and Cognitive Evaluations of Life. *Annual Review of Psychology, 54*, 403-425.
- Dimberg, U. (1986). Facial Reactions to Fear-Relevant and Fear-Irrelevant Stimuli. *Biological Psychology, 23*(2), 153-161.
- Dreiskämper, D., Hagemann, N., & Strauss, B. (2011). Red-Coloured Outfits Enhance Heart Rate Ant Strength in a Combat Sport, *FEPSAC Congress*. Madeira, Portugal.
- Dru, V., & Cretenet, J. (2008). Influence of Unilateral Motor Behaviors on the Judgment of Valenced Stimuli. *Cortex, 44*(6), 717-727.
- Drummond, P. D. (1997). Correlates of Facial Flushing and Pallor in Anger-Provoking Situations. *Pers. Ind. Differ., 23*, 575-582.
- Dupoux, E., de Gardelle, V., & Kouider, S. (2008). Subliminal Speech Perception and Auditory Streaming. *Cognition and Emotion, 109*, 267-273.
- Duschek, S., Muckenthaler, M., Werner, N., & del Paso, G. A. R. (2009). Relationships between Features of Autonomic Cardiovascular Control and Cognitive Performance. *Biological Psychology, 81*(2), 110-117.
- Easterbrook, J. A. (1959). The Effect of Emotion on Cue Utilization and the Organization of Behaviour. *Psychological Review, 66*, 183-201.
- Easthope, C., Hausswirth, C., Louis, J., Lepers, R., Vercruyssen, F., & Brisswalter, J. (2010). Effects of a Trail Running Competition on Muscular Performance and Efficiency in Well-Trained Young and Master Athletes. *European Journal of Applied Physiology, 110*(6), 1107-1116.
- Edgerton, R. B. (1992). *Sick Societies: Challenging the Myth of Primitive Harmony*. New York: Free Press.
- Eldar, S., Yankelevitch, R., Lamy, D., & Bar-Haim, Y. (2010). Enhanced Neural Reactivity and Selective Attention to Threat in Anxiety. *Biological Psychology, 85*(2), 252-257.
- Elliot, A. J. (1999). Approach and Avoidance Motivation and Achievement Goals. *Educational Psychologist, 34*, 169-189.
- Elliot, A. J. (2006). The Hierarchical Model of Approach-Avoidance Motivation. *Motivation and Emotion, 30*, 111-116.

- Elliot, A. J. (2008). Approach and Avoidance Motivation. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 3-14). New York, NY US: Psychology Press.
- Elliot, A. J., & Aarts, H. (2011). Perception of the Color Red Enhances the Force and Velocity of Motor Output. *Emotion, 11*(2), 445-449.
- Elliot, A. J., Chirkov, V. I., Sheldon, K. M., & Kim, Y. (2001). A Cross-Cultural Analysis of Avoidance (Relative to Approach) Personal Goals. *Psychological Science, 12*, 505-510.
- Elliot, A. J., & Church, M. A. (1997). A Hierarchical Model of Approach and Avoidance Achievement Motivation. *Journal of Personality and Social Psychology, 72*(1), 218-232.
- Elliot, A. J., & Dweck, D. S. (2005). Competence as the Core of Achievement Motivation. . In A. J. Elliot & D. S. Dweck (Eds.), *Handbook of Competence and Motivation*. New York: Guilford Press.
- Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M. (1996). Approach and Avoidance Achievement Goals and Intrinsic Motivation: A Mediational Analysis. *Journal of Personality and Social Psychology, 70*(3), 461-475.
- Elliot, A. J., Kayser, D. N., Greitemeyer, T., Lichtenfeld, S., Gramzow, R. H., Maier, M. A., et al. (2010). Red, Rank, and Romance in Women Viewing Men. *Journal of Experimental Psychology-General, 139*, 399-417.
- Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2007). Color and Psychological Functioning. *Current Directions in Psychological Science, 16*(5), 250-254.
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Binser, M. J., Friedman, R., & Pekrun, R. (2009). The Effect of Red on Avoidance Behavior in Achievement Contexts. *Personality and Social Psychology Bulletin, 35*(3), 365-375.
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Moller, A. C., Friedman, R., & Meinhardt, J. (2007). Color and Psychological Functioning: The Effect of Red on Performance Attainment. *Journal of Experimental Psychology-General, 136*(1), 154-168.
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (1999). Test Anxiety and the Hierarchical Model of Approach and Avoidance Achievement Motivation. *Journal of Personality and Social Psychology, 76*, 628-644.
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2 × 2 Achievement Goal Framework. *Journal of Personality and Social Psychology, 80*(3), 501-519.

-
- Elliot, A. J., & Niesta, D. (2008). Red: Red Enhances Men's Attraction to Women. *Journal of Personality and Social Psychology*, *95*, 1150-1164.
- Elliot, A. J., Payen, V., Brisswalter, J., Cury, F., & Thayer, J. F. (2011). A Subtle Threat Cue, Heart Rate Variability, and Cognitive Performance. *Psychophysiology*, *48*(10), 1340-1345.
- Elliot, A. J., & Thrash, T. M. (2001). Achievement Goals and the Hierarchical Model of Achievement Motivation. *Educational Psychology Review*, *12*, 139-156.
- Elliot, A. J., & Thrash, T. M. (2002). Approach-Avoidance Motivation in Personality: Approach and Avoidance Temperaments and Goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, *82*, 804-818.
- Elliot, A. J., & Thrash, T. M. (2010). Approach and Avoidance Temperament as Basic Dimensions of Personality. *Journal of Personality*, *78*(3), 865-906.
- Elliot, A. J., & Thrash, T. M. (2010). *Approach and Avoidance Temperament as Basic Dimensions of Personality* (Vol. 78). Malden, MA, USA: Wiley-Blackwell.
- Eysenck, H. J. (1952). *The Scientific Study of Personality*. London: Routledge and K. Paul.
- Eysenck, H. J. (1967). *The Biological Basis of Personality*. Springfield, IL: Thomas.
- Eysenck, H. J. (1992). *Anxiety: The Cognitive Perspective*. Hove, England: Erlbaum.
- Eysenck, M. W., & Byrne, A. (1994). Implicit Memory Bias, Explicit Memory Bias, and Anxiety. *Cognition and Emotion*, *8*, 415-431.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and Cognitive Performance: Attentional Control Theory. *Emotion*, *7*(2), 336-353.
- Fairchild, M. D. (2005). *Color Appearance Models* (2 ed.). New York: Wiley.
- Fanselow, M. S. (1994). Neural Organization of the Defensive Behavior System Responsible for Fear. *Psychonomic Bulletin and Review*, *1*, 429-438.
- Fanselow, M. S., & Lester, L. S. (1988). A Functional Behavioristic Approach to Aversively Motivated Behavior: Predatory Imminence as a Determinant of the Topography of Defensive Behavior. In M. Beecher (Ed.), *Evolution and Learning* (pp. 185-211). NJ: LEA: Hillsdale.
- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C., & Kardes, F. R. (1986). On the Automatic Activation of Attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, *50*(2), 229-238.
-

- Fehrman, K. R., & Fehrman, C. (2004). *Color: The Secret Influence* (2 ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Ferguson, M. J. (2007). On the Automatic Evaluation of End-States. *Journal of Personality and Social Psychology*, *92*(4), 596-611.
- Ferguson, M. J. (2008). On Becoming Ready to Pursue a Goal You Don't Know You Have: Effects of Nonconscious Goals on Evaluative Readiness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *95*(6), 1268-1294.
- Ferguson, M. J., & Bargh, J. A. (2004). Liking Is for Doing: The Effects of Goal Pursuit on Automatic Evaluation. *Journal of Personality and Social Psychology*, *87*(5), 557-572.
- Ferguson, M. J., & Bargh, J. A. (2008). Evaluative Readiness: The Motivational Nature of Automatic Evaluation. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 289-306). New York, NY US: Psychology Press.
- Fernberger, S. W. (1935). Fundamental Categories as Determiners of Psychological Systems: An Excursion into Ancient Chinese Psychologies. *Psychological Review*, *42*(6), 544-554.
- Fowles, D. C. (1980). The Three Arousal Model: Implications of Gray's Two-Factor Learning Theory for Heart Rate, Electrodermal Activity, and Psychopathy. *Psychophysiology*, *17*, 87-104.
- Fox, J., Arena, D., & Bailenson, J. N. (2009). Virtual Reality: A Survival Guide for the Social Scientist. *Journal of Media Psychology*, *21*(3), 95-113.
- Fox, N. A., & Reeb, B. C. (2008). Effects of Early Experience on the Development of Cerebral Asymmetry and Approach-Withdrawal. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 35-49). New York, NY US: Psychology Press.
- Frank, M. G., & Gilovich, T. (1988). The Dark Side of Self and Social Perception: Black Uniforms and Aggression in Professional Sports. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*, 74-85.
- Friedman, B. H. (2007). An Autonomic Flexibility-Neurovisceral Integration Model of Anxiety and Cardiac Vagal Tone. *Biological Psychology*, *74*(2), 185-199.
- Friedman, B. H., & Thayer, J. F. (1998). Anxiety and Autonomic Flexibility: A Cardiovascular Approach. *Biological Psychology*, *49*, 303-323.

- Friedman, R. S., & Förster, J. (2008). Activation and Measurement of Motivational States. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 235-248). New York, NY US: Psychology Press.
- Friedman, R. S., & Förster, J. (2010). Implicit Affective Cues and Attentional Tuning: An Integrative Review. *Psychological Bulletin*, *136*(875-893.).
- Frijda, N. H. (1988). The Laws of Emotion. *American Psychologist*, *43*, 349-358.
- Frye, C. A., & Rhodes, M. E. (2008). The Role and Mechanisms of Steroid Hormones in Approach-Avoidance Behavior. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 109-126). New York, NY US: Psychology Press.
- Fulmer, S. M., & Frijters, J. C. (2009). A Review of Self-Report and Alternative Approaches in the Measurement of Student Motivation. *Educational Psychology Review*, *21*(3), 219-246.
- Gable, S. L., & Berkman, E. T. (2008). Making Connections and Avoiding Loneliness: Approach and Avoidance Social Motives and Goals. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 203-216). New York, NY US: Psychology Press.
- Gable, S. L., Reis, H. T., & Elliot, A. J. (2000). Behavioral Activation and Inhibition in Everyday Life *Journal of Personality and Social Psychology*, *78*, 1135–1149.
- Gable, S. L., Reis, H. T., & Elliot, A. J. (2003). Evidence for Bivariate Systems: An Empirical Test of Appetition and Aversion across Domains. *Journal of Research in Personality*, *37*(5), 349-372.
- Gard, D. E., Gard, M. G., Mehta, N., Kring, A. M., & Patrick, C. J. (2007). Impact of Motivational Salience on Affect Modulated Startle at Early and Late Probe Times. *International Journal of Psychophysiology*, *66*(3), 266-270.
- Garner, M., Mogg, K., & Bradley, B. P. (2006). Orienting and Maintenance of Gaze to Facial Expressions in Social Anxiety. *Journal of Abnormal Psychology*, *115*(4), 760-770.
- Geen, R. G., Thomas, S. L., & Gammill, P. (1988). Effects of Evaluation and Coaction on Anxiety and Anagram Performance. *Personality and Individual Differences*, *9*(2), 411-415.
- Gegenfurtner, K. R., & Kiper, D. C. (2003). Color Vision. . *Annual Review of Neuroscience*, *26*, 181–206.

-
- Gendolla, G. H. E., & Silvestrini, N. (2010). The Implicit “Go”: Masked Action Cues Directly Mobilize Mental Effort. *Psychological Science* 21, 1389–1393.
- Gerald, M. (2003). How Color May Guide the Primate World: Possible Relationships between Sexual Selection and Sexual Dichromatism. In C. Jones (Ed.), *Sexual Selection and Reproduction in Primates: New Perspectives and Directions* (pp. 141-172). OK: American Primate Society: Norman.
- Gilissen, R., Koolstra, C. M., IJzendoorn, v., M. H., B.-K., M. J., & van der Veer, R. (2007). Physiological Reactions of Preschoolers to Fear-Inducing Clips: Effects of Temperamental Fearfulness and Quality of the Parent-Child Relationship. *Developmental Psychobiology*, 49(49), 187-195.
- Goethe, J. W. (1808-1810). *Le Traité Des Couleurs (Zur Farbenlehre)* (H. B. 1973, Trans.). Paris: Editions Triades.
- Golden, C. J., & Thomas, R. B. (2000). Cross-Cultural Application of the Luria-Nebraska Neuropsychological Test Battery and Lurian Principles of Syndrome Analysis. In T. L. S. Fletcher-Janzen, & C. R. Reynolds (Ed.), *Handbook of Cross-Cultural Neuropsychology* (pp. 305–315). New York: Kluwer/Plenum.
- Goldsmith, H. H., & Lemery-Chalfant, K. (2008). Genetic Influences on Individual Differences in Approach and Avoidance. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 187-202). New York, NY US: Psychology Press.
- Goldstein, K. (1942). Some Experimental Observations Concerning the Influence of Colors on the Function of the Organism. *Occupational Therapy and Rehabilitation*, 21, 147-151.
- Gorsuch, R. L. (1983). *Factor Analysis*. Hillsdale: NJ: Erlbaum.
- Gray, J. A. (1987). The Neuropsychology of Emotion and Personality. *Cognitive Neurochemistry*, 395(xiv), 171–190.
- Gray, J. A. (1988). The Neuropsychological Basis of Anxiety. In C. G. Last & M. Hersen (Eds.), *Handbook of Anxiety Disorders* (Vol. 151, pp. 10-37). Elmsford: Pergamon Press.
- Gray, J. A. (1990). Brain Systems That Mediate Both Emotion and Cognition. *Cognition and Emotion*, 4, 269–288.
- Gray, J. A., & McNaughton, N. (2000). *The Neuropsychology of Anxiety: An Enquiry into the Functions of the Septohippocampal System*. (2 ed.). Oxford: Oxford University Press.
-

-
- Gray, J. R., & Braver, T. S. (2002). Personality Predicts Working-Memory-Related Activation in the Caudal Anterior Cingulate Cortex. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 2, 64–75.
- Gray, J. R., Braver, T. S., & Raichle, M. E. (2002). Integration of Emotion and Cognition in the Lateral Prefrontal Cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 4115–4120.
- Gray, J. R., Burgess, G. C., Schaefer, A., Yarkoni, T., Larsen, R. J., & Braver, T. S. (2005). Affective Personality Differences in Neural Processing Efficiency Confirmed Using Fmri. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 5, 182–190.
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring Individual Differences in Implicit Cognition: The Implicit Association Test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(6), 1464-1480.
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E. L., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and Using the Implicit Association Test: Iii. Meta-Analysis of Predictive Validity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 97(1), 17-41.
- Gruet, M., Vallier, J. M., Mely, L., & Brisswalter, J. (2010). Long Term Reliability of Emg Measurements in Adults with Cystic Fibrosis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(2), 305-312.
- Guerin, B. (1986). Mere Presence Effects in Humans: A Review. *Journal of Experimental Social Psychology*, 22(1), 38-77.
- Haber, S. N. (2003). The Primate Basal Ganglia: Parallel and Integrative Networks. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 26(4), 317-330.
- Hamamura, T., & Heine, S. J. (2008). Approach and Avoidance Motivation across Cultures. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 557-570). New York, NY US: Psychology Press.
- Hamamura, T., Meijer, Z., Heine, S. J., Kamaya, K., & Hori, I. (2009). Approach-Avoidance Motivation and Information Processing: A Cross-Cultural Analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35(4), 454-462.
- Hanoch, Y., & Vitouch, O. (2004). When Less Is More: Information, Emotional Arousal and the Ecological Reframing of the Yerkes–Dodson Law. . *Theory & Psychology*, 14, 427–452.
-

- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Sollers, J. J., Stenvik, K., & Thayer, J. F. (2004). Heart Rate Variability and Its Relation to Prefrontal Cognitive Function: The Effects of Training and Detraining. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *93*, 263-272.
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2003). Vagal Influence on Working Memory and Attention. *International Journal of Psychophysiology*, *48*(3), 263-274.
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2009). Relationship between Heart Rate Variability and Cognitive Function During Threat of Shock. *Anxiety, Stress, and Coping: An International Journal*, *22*(77-89).
- Harrison, L. K., & Turpin, G. (2003). Implicit Memory Bias and Trait Anxiety: A Psychophysiological Analysis. *Biological Psychology*, *62*(2), 97-114.
- Hebb, D. O. (1955). Drives and the C.N.S. (Conceptual Nervous System). *Psychological Review*, *62*, 243-254.
- Hembree, R. (1988). Correlates, Causes, Effects, and Treatment of Test Anxiety. *Review of Educational Research*, *58*, 47-77.
- Henderson, H. A., & Wachs, T. D. (2007). Temperament Theory and the Study of Cognition–Emotion Interactions across Development. *Developmental Review*, *27*, 396-427.
- Herbert, B. M., Pollatos, O., Flor, H., Enck, P., & Schandry, R. (2009). Cardiac Awareness and Autonomic Cardiac Reactivity During Emotional Picture Viewing and Mental Illness. *Psychophysiology*, *47*(342-354).
- Higgins, E. T. (1997). Beyond Pleasure and Pain. *American Psychologist*, *52*(12), 1280-1300.
- Hill, R. A., & Barton, R. A. (2005). Psychology: Red Enhances Human Performance in Contests. *Nature*, *435*(7040), 293-293.
- Hillman, C. H., Rosengren, K. S., & Smith, D. P. (2004). Emotion and Motivated Behavior: Postural Adjustments to Affective Picture Viewing. *Biological Psychology*, *66*(1), 51-62.
- Ho, D. Y. (1976). On the Concept of Face. *The American Journal of Sociology*, *81*, 867-884.
- Hoebel, B. G., Avena, N. M., & Rada, P. (2008). An Accumbens Dopamine-Acetylcholine System for Approach and Avoidance. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 89-107). New York, NY US: Psychology Press.

- Hofmann, S. G., & Kim, H.-J. (2006). Anxiety Goes under the Skin: Behavioral Inhibition, Anxiety, and Autonomic Arousal in Speech-Anxious Males. *Personality and Individual Differences, 40*(7), 1441-1451.
- Hopko, D. R., Hunt, M. K., & Armento, M. E. A. (2005). Attentional Task Aptitude and Performance Anxiety. *International Journal of Stress Management, 12*(4), 389-408.
- Humphrey, N. (2006). *Seeing Red, a Study in Consciousness* MA: Harvard University Press.
- Hupka, R. B., Zaleski, Z., Otto, J., Reidl, L., & Tarabrina, N. V. (1997). The Colors of Anger, Envy, Fear, and Jealousy. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 28*(2), 156-171.
- Irwin, J. R., & McClelland, G. H. (2003). Negative Consequences of Dichotomizing Continuous Predictor Variables. *Journal of Marketing Research, 40*, 366-371.
- Iwata, J., & LeDoux, J. E. (1988). Dissociation of Associative and Nonassociative Concomitants of Classical Fear Conditioning in the Freely Behaving Rat. *Behavioral Neuroscience, 102*(1), 66-76.
- Jacobs, L., Keown, C., Worthley, R., & Gyhmn, K. (1991). Cross-Cultural Color Comparisons: Global Marketers Beware! *International Marketing Review, 8*, 21-30.
- Jahoda, G. (1992). *Crossroads between Culture and Mind : Continuities and Change in Theories of Human Nature*. London: Harvester Wheatsheaf.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. New York: Henry Holt and Company.
- Ji, L.-J., Guo, T., Zhang, Z., & Messervey, D. (2009). Looking into the Past: Cultural Differences in Perception and Representation of Past Information. *Journal of Personality and Social Psychology, 96*(4), 761-769.
- Jobes, G. (1962). *Dictionary of Mythology, Folklore, and Symbols*. New York: NY: Scarecrow Press.
- Johnson, B. (2003). Attentional and Physiological Characteristics of Patients with Dental Anxiety. *Journal of Anxiety Disorders, 17*, 75-87.
- Jones, A. C., & Gosling, S. D. (2008). Individual Differences in Approach and Avoidance Motivation in Animals. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 165-185). New York, NY US: Psychology Press.

- Jönsson, P. (2007). Respiratory Sinus Arrhythmia as a Function of State Anxiety in Healthy Individuals. *International Journal of Psychophysiology*, *63*(1), 48-54.
- Jorna, P. (1992). Spectral Analysis of Heart Rate and Psychological State: A Review of Its Validity as a Workload Index. *Biological Psychology*, *34*, 237-257.
- Kalin, N. H., Larson, C., Shelton, S. E., & Davidson, R. J. (1998). Asymmetric Frontal Brain Activity, Cortisol, and Behavior Associated with Fearful Temperament in Rhesus Monkeys. *Behavioral Neuroscience*, *112*(2), 286-292.
- Kambouropoulos, N., & Staiger, P. K. (2004). Personality and Responses to Appetitive and Aversive Stimuli: The Joint Influence of Behavioural Approach and Behavioural Inhibition Systems. *Personality and Individual Differences*, *37*, 1153-1165.
- Kandinsky, W. (1910). *Du Spirituel Dans L'art, Et Dans La Peinture En Particulier*. Munich: Editions Denoël.
- Kaya, N., & Epps, H. H. (2004). Relationship between Color and Emotion: A Study of College Students. *College Student Journal*, *38*, 396-405.
- Keltikangas-Järvinen, L., Kettunen, J., Ravaja, N., & Näätänen, P. (1999). Inhibited and Disinhibited Temperament and Autonomic Stress Reactivity. *International Journal of Psychophysiology*, *33*(3), 185-196.
- Kenrick, D. T., & Shiota, M. N. (2008). Approach and Avoidance Motivation(S): An Evolutionary Perspective. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 273-288). New York, NY US: Psychology Press.
- Kimble, M. O., Fleming, K., Bandy, C., Kim, J., & Zambetti, A. (2010). Eye Tracking and Visual Attention to Threatening Stimuli in Veterans of the Iraq War. *Journal of Anxiety Disorders*, *24*(3), 293-299.
- Kitayama, S. (2002). Culture and Basic Psychological Processes--toward a System View of Culture: Comment on Oyserman Et Al. (2002). *Psychological Bulletin*, *128*(1), 89-96.
- Kober, H., Barrett, L. F., Joseph, J., Bliss-Moreau, E., Lindquist, K., & Wager, T. D. (2008). Functional Grouping and Cortical-Subcortical Interactions in Emotion: A Meta-Analysis of Neuroimaging Studies. *NeuroImage*, *42*(2), 998-1031.
- Koivisto, M., Revonsuo, A., & Lehtonen, M. (2006). Independence of Visual Awareness from Scope of Attention: An Electrophysiological Study. *Cerebral Cortex*, *16*, 415-424.

- Koster, E. H. W., Verschuere, B., Crombez, G., & Van Damme, S. (2005). Time-Course of Attention for Threatening Pictures in High and Low Trait Anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, *43*(8), 1087-1098.
- Krajewski, J., Sauerland, M., & Muessigmann, M. (2011). The Effects of Priming-Induced Social Approach and Avoidance Goals on the Exploration of Goal-Relevant Stimuli: An Eye-Tracking Experiment. *Social Psychology*, *42*(2), 152-158.
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic Nervous System Activity in Emotion: A Review. *Biological Psychology*, *84*(394-421.).
- Kverno, K. S. (2000). Trait Anxiety Influences on Judgments of Frequency and Recall. *Personality and Individual Differences*, *29*(3), 395-404.
- Kwallek, N., Woodson, H., Lewis, C. M., & Sales, C. (1997). Impact of Three Interior Color Schemes on Worker Mood and Performance Relative to Individual Environmental Sensitivity. *Color Research and Application*, *22*, 121–132.
- Lane, R. D., McRae, K., Reiman, E. M., Chen, K., Ahern, G. L., & Thayer, J. F. (2009). Neural Correlates of Heart Rate Variability During Emotion. *NeuroImage*, *44*, 213-222.
- Lang, P. J. (1995). The Emotion Probe: Studies of Motivation and Attention. *American Psychologist*, *50*(5), 372-385.
- Lang, P. J., & Bradley, M. M. (2008). Appetitive and Defensive Motivation Is the Substrate of Emotion. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 51-65). New York, NY US: Psychology Press.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, Attention, and the Startle Reflex. *Psychological Review*, *97*, 377-395.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated Attention. Affect, Activation and Action. In P. J. Lang, Simons, H., Balaban, M. (Ed.), *Attention and Orienting. Sensory and Motivational Processes* (pp. 97-135). Erlbaum: Hillsdale, NJ.
- Lang, P. J., Davis, M., & Öhman, A. (2000). Fear and Anxiety: Animal Models and Human Cognitive Psychophysiology. *Journal of Affective Disorders*, *61*, 137–159.
- Larsen, R. J., & Augustine, A. A. (2008). Basic Personality Dispositions Related to Approach and Avoidance: Extraversion/Neuroticism, BAS/BIS, and Positive/Negative Affectivity. In A. J.

- Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 151-164). New York, NY US: Psychology Press.
- Larsen, R. J., & Ketelaar, T. (1991). Personality and Susceptibility to Positive and Negative Emotional States. *Journal of Personality and Social Psychology*, *61*, 132-140.
- LeDoux, J. E. (1996). *The Emotional Brain*. New York: Simon and Schuster.
- Lehrer, P., Karavidas, M., Lu, S., Vaschillo, E., Vaschillo, B., & Cheng, A. (2010). Cardiac Data Increase Association between Self-Report and Both Expert Ratings of Task Load and Task Performance in Flight Simulator Task: An Exploratory Study. *International Journal of Psychophysiology*, *76*, 80-87.
- Lesch, M. F., Rau, P.-L. P., Zhao, Z., & Liu, C. (2009). A Cross-Cultural Comparison of Perceived Hazard in Response to Warning Components and Configurations: Us Vs. China. *Applied Ergonomics*, *40*(5), 953-961.
- Levy, M. N., & Schwartz, P. J. (Eds.). (1994). *Vagal Control of the Heart: Experimental Basis and Clinical Implications*. Armonk, NY.: Futura Publishing Co.
- Lewin, K. (Ed.). (1935). *A Dynamic Theory of Personality*. New York: McGraw-Hill.
- Li, Z., Snieder, H., Su, S., Ding, X., Thayer, J. F., Treiber, F. A., et al. (2009). A Longitudinal Study in Youth of Heart Rate Variability at Rest and in Response to Stress. *International Journal of Psychophysiology*, *73*(3), 212-217.
- Lichtenfeld, S., Maier, M. A., Elliot, A. J., & Pekrun, R. (2009). The Semantic Red Effect: Processing the Word Red Undermines Intellectual Performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, *45*(6), 1273-1276.
- Lin, C.-S. (2002). An Eye Behavior Measuring Device for VR System. *Optics and Lasers in Engineering*, *38*(6), 333-359.
- Louis, J., Hausswirth, C., Easthope, C., & Brisswalter, J. (2011). Strength Training Improves Cycling Efficiency in Master Endurance Athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 1-10.
- Lovullo, W. R. (2005). *Stress and Health: Biological and Psychological Interactions* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

- MacCallum, R. C., Zhang, S., Preacher, K. J., & Rucker, D. D. (2002). On the Practice of Dichotomization of Quantitative Variables. *Psychological Methods*, 7(1), 19-40.
- Maïano, C., Therme, P., & Mestre, D. (2011). Affective, Anxiety and Behavioral Effects of an Aversive Stimulation During a Simulated Navigation Task within a Virtual Environment: A Pilot Study. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 169-175.
- Maier, M. A., Barchfeld, P., Elliot, A. J., & Pekrun, R. (2009). Context Specificity of Implicit Preferences: The Case of Human Preference for Red. *Emotion*, 9, 734–738.
- Maier, M. A., Elliot, A. J., & Lichtenfeld, S. (2008). Mediation of the Negative Effect of Red on Intellectual Performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34(11), 1530-1540.
- Marsh, A. A., Ambady, N., & Kleck, R. E. (2005). The Effects of Fear and Anger Facial Expressions on Approach- and Avoidance-Related Behaviors. *Emotion*, 5(1), 119-124.
- Martin, L. A., Doster, J. A., Critelli, J. W., Lambert, P. L., Purdum, M., Powers, C., et al. (2010). Ethnicity and Type D Personality as Predictors of Heart Rate Variability. *International Journal of Psychophysiology*, 76, 118-121.
- Masterson, F. A., & Crawford, M. (1982). The Defense Motivation System: A Theory of Avoidance Behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 5, 661-696.
- Matheson, L., Mooney, V., Caiozzo, V., Jarvis, G., Pottinger, J., DeBerry, C., et al. (1991). Effect of Instructions on Isokinetic Trunk Strength Testing Variability, Reliability, Absolute Value, and Predictive Validity. *Spine*, 17, 914-921.
- Mathews, A., & Macleod, C. (1994). Cognitive Approaches to Emotion and Emotional Disorders. *Annual Review of Psychology*, 45, 25-50.
- Maxwell, S. E. (2000). Sample Size and Multiple Regression Analysis. *Psychological Methods*, 5(4), 434-458.
- Maxwell, S. E., & Delaney, H. D. (1993). Bivariate Median Splits and Spurious Statistical Significance. *Psychological Bulletin*, 113(1), 181-190.
- McClelland, D. C., Koestner, R., & Weinberger, J. (1989). How Do Self-Attributed and Implicit Motives Differ? *Psychological Review*, 96, 690-702.

- McNaughton, N., & Corr, P. J. (2004). A Two-Dimensional Neuropsychology of Defense: Fear/Anxiety and Defensive Distance. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 28(3), 285-305.
- Mehta, R., & Zhu, R. (2009). Blue or Red? Exploring the Effect of Color on Cognitive Task Performances. *Science*, 323(5918), 1226-1229.
- Mikulincer, M., Kedem, P., & Paz, D. (1990). Anxiety and Categorization: 1. The Structure and Boundaries of Mental Categories. *Personality and Individual Differences*, 11, 805-814.
- Millar, P. J., Rakobowchuk, M., Adams, M. M., Hicks, A. L., McCartney, N., & MacDonald, M. J. (2009). Effects of Short-Term Training on Heart Rate Dynamics in Individuals with Spinal Cord Injury. *Autonomic Neuroscience*, 150(1-2), 116-121.
- Miskovic, V., Ashbaugh, A. R., Santesso, D. L., McCabe, R. E., Antony, M. M., & Schmidt, L. A. (2010). Frontal Brain Oscillations and Social Anxiety: A Cross-Frequency Spectral Analysis During Baseline and Speech Anticipation. *Biological Psychology*, 83(2), 125-132.
- Miu, A. C. (2008). Genetic Contributions to Individual Differences in Emotion: A Primer. *Reviews in the Neurosciences*, 19(6), 467-474.
- Miu, A. C., Heilman, R. M., & Miclea, M. (2009). Reduced Heart Rate Variability and Vagal Tone in Anxiety: Trait Versus State, and the Effects of Autogenic Training. *Autonomic Neuroscience*, 145(1-2), 99-103.
- Mobbs, D., Marchant, J. L., Hassabis, D., Seymour, B., Tan, G., Gray, M., et al. (2009). From Threat to Fear: The Neural Organization of Defensive Fear Systems in Humans. *Journal of Neuroscience*, 29, 12236-12243.
- Mobbs, D., Petrovic, P., Marchant, J. L., Hassabis, D., Weiskopf, N., Seymour, B., et al. (2007). When Fear Is Near: Threat Imminence Elicits Prefrontal- Periaqueductal Gray Shifts in Humans. *Science*, 317, 1079-1083.
- Mogg, K., & Bradley, B. P. (1998). A Cognitive-Motivational Analysis of Anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 36(9), 809-848.
- Moller, A. C., Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2009). Basic Hue-Meaning Associations. *Emotion*, 9(6), 898-902.
- Moors, A., & De Houwer, J. (2006). Automaticity: A Theoretical and Conceptual Analysis. *Psychological Bulletin*, 132(2), 297-326.

- Moritz, C. T., Barry, B. K., Pascoe, M. A., & Enoka, R. M. (2005). Discharge Rate Variability Influences the Variation in Force Fluctuations across the Working Range of a Hand Muscle. *Journal of Neurophysiology*, *93*, 2449–2459.
- Moukheiber, A., Rautureau, G., Perez-Diaz, F., Soussignan, R., Dubal, S., Jouvent, R., et al. (2010). Gaze Avoidance in Social Phobia: Objective Measure and Correlates. *Behaviour Research and Therapy*, *48*(2), 147-151.
- Muller, D., Atzeni, T., & Butera, F. (2004). Coaction and Upward Social Comparison Reduce the Illusory Conjunction Effect: Support for Distraction-Conflict Theory. *Journal of Experimental Social Psychology*, *40*(5), 659-665.
- Murphy, S. T., & Zajonc, R. B. (1993). Affect, Cognition, and Awareness: Affective Priming with Optimal and Suboptimal Stimulus Exposures. *Journal of Personality and Social Psychology*, *64*(5), 723-739.
- Murray, H. (1938). *Explorations in Personality*. New York: Oxford University Press.
- Narita, K., Murata, T., Hamada, T., Takahashi, T., Omori, M., Suganuma, N., et al. (2007). Interactions among Higher Trait Anxiety, Sympathetic Activity, and Endothelial Function in the Elderly. *Journal of Psychiatric Research*, *41*(5), 418-427.
- Nay, W. T., Thorpe, G. L., Roberson-Nay, R., Hecker, J. E., & Sigmon, S. T. (2004). Attentional Bias to Threat and Emotional Response to Biological Challenge. *Journal of Anxiety Disorders*, *18*(5), 609-627.
- Niskanen, J.-P., Tarvainen, M. P., Ranta-aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2004). Software for Advanced Hrv Analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *76*(1), 73-81.
- Noiwan, J., & Norcio, A. F. (2006). Cultural Differences on Attention and Perceived Usability: Investigating Color Combinations of Animated Graphics. *International Journal of Human-Computer Studies*, *64*(2), 103-122.
- Norenzayan, A., & Heine, S. J. (2005). Psychological Universals: What Are They and How Can We Know? *Psychological Bulletin*, *131*(5), 763-784.
- Noteboom, J. T., Barnholt, K. R., & Enoka, R. M. (2001). Activation of the Arousal Response and Impairment of Performance Increase with Anxiety and Stressor Intensity. *J Appl Physiol*, *91*(5), 2093-2101.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory*. New York.: McGraw-Hill.

- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fear, Phobias, and Preparedness: Toward an Evolved Module of Fear Learning. *Psychological Review*, *108*, 482-522.
- Oldenburg, C., Lundh, L.-G., & Kivistö, P. (2002). Explicit and Implicit Memory, Trait Anxiety, and Repressive Coping Style. *Personality and Individual Differences*, *32*(1), 107-119.
- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. (1957). *The Measurement of Meaning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Ou, L.-C., Luo, M. R., Woodcock, A., & Wright, A. (2004). A Study of Colour Emotion and Colour Preference. Part I: Colour Emotions for Single Colours. *Color Research & Application*, *29*(3).
- Panksepp, J., & Moskal, J. (2008). Dopamine and Seeking: Subcortical 'Reward' Systems and Appetitive Urges. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 67-87). New York, NY US: Psychology Press.
- Pauls, C. A., & Stemmler, G. (2003). Repressive and Defensive Coping During Fear and Anger. *Emotion*, *3*(3), 284-302.
- Payen, V., Elliot, A. J., Coombes, S. A., Chalabaev, A., Brisswalter, J., & Cury, F. (2011). Viewing Red Prior to a Strength Test Inhibits Motor Output. *Neuroscience Letters*, *495*(1), 44-48.
- Pflugshaupt, T., Mosimann, U. P., Schmitt, W. J., von Wartburg, R., Wurtz, P., Lüthi, M., et al. (2007). To Look or Not to Look at Threat?: Scanpath Differences within a Group of Spider Phobics. *Journal of Anxiety Disorders*, *21*(3), 353-366.
- Pickering, A. D., Díaz, A., & Gray, J. A. (1995). Personality and Reinforcement: An Exploration Using a Maze-Learning Task. *Personality and Individual Differences*, *18*(4), 541-558.
- Pittenger, D. J. (2004). The Limitations of Extracting Typologies from Trait Measures of Personality. *Personality and Individual Differences*, *37*(4), 779-787.
- Porges, S. W. (1992). Vagal Tone: A Physiologic Marker of Stress Vulnerability. *Pediatrics*, *90*, 498-504.
- Porges, S. W. (1995). Orienting in a Defensive World: Mammalian Modifications of Our Evolutionary Heritage: A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, *32*, 301-318.

- Porges, S. W. (2001). The Polyvagal Theory: Phylogenetic Substrates of a Social Nervous System. *International Journal of Psychophysiology*, 42, 123-146.
- Posner, M. I., & Raichle, M. E. (Eds.). (1994). *Images of Mind*. New York: Scientific American Library.
- Prehn, K., Heekeren, H. R., & van der Meer, E. (2011). Influence of Affective Significance on Different Levels of Processing Using Pupil Dilation in an Analogical Reasoning Task. *International Journal of Psychophysiology*, 79(2), 236-243.
- Prodoehl, J., Corcos, D. M., & Vaillancourt, D. E. (2009). Basal Ganglia Mechanisms Underlying Precision Grip Force Control. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(6), 900-908.
- Pryke, S. R. (2009). Is Red an Innate or Learned Signal of Aggression and Intimidation? *Animal Behaviour*, 78(2), 393-398.
- Puca, R. M., Rinkenauer, G., & Breidenstein, C. (2006). Individual Differences in Approach and Avoidance Movements: How the Avoidance Motive Influences Response Force. *Journal of Personality*, 74(4), 979-1014.
- Putman, P. (2011). Resting State Eeg Delta-Beta Coherence in Relation to Anxiety, Behavioral Inhibition, and Selective Attentional Processing of Threatening Stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 80(1), 63-68.
- Radel, R., Pelletier, L. G., Sarrazin, P., & Milyavskaya, M. (2011). Restoration Process of the Need for Autonomy: The Early Alarm Stage. *Journal of Personality and Social Psychology*, xx-xx.
- Ravichandran, C., & Fitzmaurice, G. M. (2008). To Dichotomize or Not to Dichotomize? *Nutrition*, 24(6), 610-611.
- Régner, I., Escribe, C., & Dupeyrat, C. (2007). Evidence of Social Comparison in Mastery Goals in Natural Academic Settings. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 575-583.
- Reidy, J. (2004). Trait Anxiety, Trait Depression, Worry, and Memory. *Behaviour Research and Therapy*, 42(8), 937-948.
- Richards, A., & French, C. C. (1991). Effects of Encoding and Anxiety on Implicit and Explicit Memory Performance. *Personality and Individual Differences*, 12, 131-139.

- Richter, M. (2010). Pay Attention to Your Manipulation Checks! Reward Impact on Cardiac Reactivity Is Moderated by Task Context. *Biological Psychology*, 84, 279–289.
- Roberts, N. A., & Levenson, R. W. (2006). Subjective, Behavioral, and Physiological Reactivity to Ethnically Matched and Ethnically Mismatched Film Clips. *Emotion*, 6(4), 635-646.
- Robinson, M. D., Meier, B. P., Tamir, M., Wilkowski, B. M., & Ode, S. (2009). Behavioral Facilitation: A Cognitive Model of Individual Differences in Approach Motivation. *Emotion*, 9(1), 70-82.
- Roseman, I. J. (2008). Motivations and Emotions: Approach, Avoidance, and Other Tendencies in Motivated and Emotional Behavior. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 343-366). New York, NY US: Psychology Press.
- Roseman, I. J., Spindel, M. S., & Jose, P. E. (1990). Appraisals of Emotion-Eliciting Events: Testing a Theory of Discrete Emotions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(5), 899-915.
- Rosenzweig, M. R., Leiman, A. L., & Breedlove, S. M. (1996). *Biological Psychology*. Sunderland, MA US: Sinauer Associates.
- Rothbart, M. K., & Derryberry, D. (1981). Development of Individual Differences in Temperament. In M. Lamb & A. Brown (Eds.), *Advances in Developmental Psychology* (pp. 37–86). Hillsdale: NJ: Erlbaum.
- Rotteveel, M., & Phaf, R. H. (2004). Automatic Affective Evaluation Does Not Automatically Predispose for Arm Flexion and Extension. *Emotion*, 4, 156-172.
- Roussel, P., Elliot, A. J., & Feltman, R. (2011). The Influence of Achievement Goals and Social Goals on Help-Seeking from Peers in an Academic Context. *Learning and Instruction*, 21(3), 394-402.
- Roy, R. A., Boucher, J. P., & Comtois, A. S. (2009). Heart Rate Variability Modulation after Manipulation in Pain-Free Patients Vs Patients in Pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32(4), 277-286.
- Rozin, P. (1999). Preadaptation and the Puzzles and Properties of Pleasure. In E. D. D. Kahneman, N. Schwarz (Ed.), *Well Being: The Foundations of Hedonic Psychology* (pp. 109-133). New York: Russell Sage.

- Ruiz-Padial, E., Mata, J. L., Rodríguez, S., Fernández, M. C., & Vila, J. (2005). Non-Conscious Modulation of Cardiac Defense by Masked Phobic Pictures. *International Journal of Psychophysiology*, *56*(3), 271-281.
- Ruiz-Padial, E., Vila, J., & Thayer, J. F. (2011). The Effect of Conscious and Non-Conscious Presentation of Biologically Relevant Emotion Pictures on Emotion Modulated Startle and Phasic Heart Rate. *International Journal of Psychophysiology*, *79*(3), 341-346.
- Russo, R., Fox, E., & Bowles, R. J. (1999). On the Status of Implicit Memory Bias in Anxiety. *Cognition and Emotion*, *13*, 435-456.
- Sabatinelli, D., Bradley, M. M., Fitzsimmons, J. R., & Lang, P. J. (2005). Parallel Amygdala and Inferotemporal Activation Reflect Emotional Intensity and Fear Relevance. *NeuroImage*, *24*(4), 1265-1270.
- Salili, F., Chiu, C., & Lai, S. (Eds.). (2001). *The Influence of Culture and Context on Students' Motivational Orientation and Performance*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Sarason, I. (1972). Experimental Approaches to Test Anxiety: Attention and the Uses of Information. In C. Spielberger (Ed.), *Anxiety: Current Trends in Theory and Research* (Vol. 2, pp. 383-403). Washington: DC: Hemisphere.
- Schiff, B. B., & Bassel, C. (1996). Effects of Asymmetrical Hemispheric Activation on Approach and Withdrawal Responses. *Neuropsychology*, *10*(4), 557-564.
- Schneirla, T. C. (1959). *An Evolutionary and Developmental Theory of Biphasic Processes Underlying Approach and Withdrawal*. Paper presented at the Symposium on Motivation, Lincoln, Nebraska.
- Schönbrodt, F. D., & Asendorpf, J. B. (2011). Virtual Social Environments as a Tool for Psychological Assessment: Dynamics of Interaction with a Virtual Spouse. *Psychological Assessment*, *23*(1), 7-17.
- Schultheiss, O. C., Wirth, M. M., Torges, C. M., Pang, J. S., Villacorta, M. A., & Welsh, K. M. (2005). Effects of Implicit Power Motivation on Men's and Women's Implicit Learning and Testosterone Changes after Social Victory or Defeat. *Journal of Personality and Social Psychology*, *88*(1), 174-188.

- Schwerdtfeger, A. (2006). Trait Anxiety and Autonomic Indicators of the Processing of Threatening Information: A Cued S1-S2 Paradigm. *Biological Psychology*, 72(1), 59-66.
- Seery, M. D., Blascovich, J., Weisbuch, M., & Vick, S. B. (2004). The Relationship between Self-Esteem Level, Self-Esteem Stability, and Cardiovascular Reactions to Performance Feedback. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(1), 133–145.
- Sehlmeyer, C., Konrad, C., Zwitserlood, P., Arolt, V., Falkenstein, M., & Beste, C. (2010). ERP Indices for Response Inhibition Are Related to Anxiety-Related Personality Traits. *Neuropsychologia*, 48(9), 2488-2495.
- Seibt, B., & Förster, J. (2004). Stereotype Threat and Performance: How Self-Stereotypes Influence Processing by Inducing Regulatory Foci. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 38–56.
- Sequeira, H., Hot, P., Silvert, L., & Delplanque, S. (2009). Electrical Autonomic Correlates of Emotion. *International Journal of Psychophysiology*, 71(1), 50-56.
- Setchell, J. M., & Wickings, E. J. (2005). Dominance, Status Signals, and Coloration in Male Mandrills (*Mandrillus Sphinx*). *Ethology*, 111, 25-50.
- Setchell, J. M., Wickings, E. J., & Knapp, L. A. (2006). Signal Content of Red Facial Coloration in Female Mandrills (*Mandrillus Sphinx*). *Proceedings of the Royal Society of Biology*(273), 2395-2400.
- Sheeber, L. B., Sorensen, E. D., & Howe, S. R. (1996). Data Analytic Techniques for Treatment Outcome Studies with Pretest/Posttest Measurements : An Extensive Primer. *Journal of Psychiatric Research*, 30(3), 185-199.
- Sherman, S. J., Presson, C. C., Chassin, L., Rose, J. S., & Koch, K. (2003). Implicit and Explicit Attitudes toward Cigarette Smoking: The Effects of Context and Motivation. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 22, 13-39.
- Sleivert, G. G., & Wenger, H. A. (1994). Reliability of Measuring Isometric and Isokinetic Peak Torque, Rate of Torque Development, Integrated Electromyography, and Tibial Nerve Conduction Velocity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75, 1315-1321.
- Smeesters, D., & Liu, J. (2011). The Effect of Color (Red Versus Blue) on Assimilation Versus Contrast in Prime-to-Behavior Effects. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(3), 653-656.

- Smith, T. W., Cribbet, M. R., Nealey-Moore, J. B., Uchino, B. N., Williams, P. G., MacKenzie, J., et al. (2011). Matters of the Variable Heart: Respiratory Sinus Arrhythmia Response to Marital Interaction and Associations with Marital Quality. *Journal of Personality and Social Psychology, 100*(1), 103-119.
- Soldat, A. S., Sinclair, R. C., & Mark, M. M. (1997). Color as an Environmental Processing Cue: External Affective Cues Can Directly Affect Processing Strategy without Affecting Mood. *Social Cognition, 15*, 55–71.
- Soto, J. A., & Levenson, R. W. (2009). Emotion Recognition across Cultures: The Influence of Ethnicity on Empathic Accuracy and Physiological Linkage. *Emotion, 9*(6), 874-884.
- Souza Neto, E. P., Neidecker, J., & Lehot, J. J. (2003). Comprendre La Variabilité De La Pression Artérielle Et De La Fréquence Cardiaqueto Understand Blood Pressure and Heart Rate Variability. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation, 22*(5), 425-452.
- Spielberger, C. (1972). Anxiety as an Emotional State. In C. Spielberger (Ed.), *Anxiety: Current Trends in Theory and Research* (Vol. 1, pp. 23-49). New York: Academic Press.
- Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, California: Consulting Psychologist Press Inc.
- Spielberger, C. D., & Vagg, P. (1995). Test Anxiety: A Transactional Process Model. In C. S. P. Vagg (Ed.), *Test Anxiety: Theory, Assessment, and Treatment* (pp. 3-14). Washington DC: Taylor & Francis.
- Stanley, J., & Knight, R. G. (2004). Emotional Specificity of Startle Potentiation During the Early Stages of Picture Viewing. *Psychophysiology, 41*, 935-940.
- Staub, F., Bruggimann, L., Magistretti, P., & Bogousslavsky, J. (2002). Anatomy of Emotions. *Schweiz Arch Neurol Psychiatr, 153*, 344–353.
- Stemmler, G., Aue, T., & Wacker, J. (2007). Anger and Fear: Separable Effects of Emotion and Motivational Direction on Somatovisceral Responses. *International Journal of Psychophysiology, 66*(2), 141-153.
- Stemmler, G., & Wacker, J. (2010). Personality, Emotion, and Individual Differences in Physiological Responses. *Biological Psychology, 84*(3), 541-551.

- Stewart, J. L., Silton, R. L., Sass, S. M., Fisher, J. E., Edgar, J. C., Heller, W., et al. (2010). Attentional Bias to Negative Emotion as a Function of Approach and Withdrawal Anger Styles: An ERP Investigation. *International Journal of Psychophysiology*, 76(1), 9-18.
- Stoeber, J., & Crombie, R. (2010). Achievement Goals and Championship Performance: Predicting Absolute Performance and Qualification Success. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(6), 513-521.
- Stokes, M., Fairchild, M. D., & Berns, R. S. (1992). Precision Requirements for Digital Color Reproduction. *ACM Transactions on Graphics*, 11, 406-422.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of Interference in Serial Verbal Reactions. *Journal of experimental psychology (general)*, 18, 643-662.
- Suchy, Y. (2009). Executive Functioning: Overview, Assessment, and Research Issues for Non-Neuropsychologists. *Annals of Behavioral Medicine*, 37, 106-116.
- Suetta, C., Aagaard, P., Rosted, A., Jakobsen, A. K., Duus, B., Kjaer, M., et al. (2004). Training-Induced Changes in Muscle CSA, Muscle Strength, EMG, and Rate of Force Development in Elderly Subjects after Long-Term Unilateral Disuse. *J Appl Physiol*, 97(5), 1954-1961.
- Sullivan, R. M., & Gratton, A. (1998). Relationships between Stress-Induced Increases in Medial Prefrontal Cortical Dopamine and Plasma Corticosterone Levels in Rats: Role of Cerebral Laterality. *Neuroscience*, 83(1), 81-91.
- Suls, J., & Wheeler, L. (2008). A Reunion for Approach-Avoidance Motivation and Social Comparison. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 585-600). New York, NY US: Psychology Press.
- Sutton, S. K., & Davidson, R. J. (1997). Prefrontal Brain Asymmetry: A Biological Substrate of the Behavioral Approach and Inhibition Systems. *Psychological Science*, 8, 204-210.
- Tamir, M., & Diener, E. (2008). Approach-Avoidance Goals and Well-Being: One Size Does Not Fit All. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 415-428). New York, NY US: Psychology Press.
- Tarvainen, M. P., & Niskanen, J. P. (2006). Kubios Hrv Analysis (Version 2.0 Beta) User's Guide. In: <http://kubios.uku.fi/>.
- Tarvainen, M. P., Ranta-aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2001). An Advanced Detrending method with Application to Hrv Analysis. *IEEE Trans Biomed Eng*, 49(2), 172-175.

- Task-Force. (1996). Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, *93*(5), 1043–1065.
- Taylor, N., Sanders, R., Howick, E., & Stanley, S. (1991). Static and Dynamic Assessment of the Biodex Dynamometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *62*(3), 180-188.
- Taylor, S. F., Welsh, R. C., Wager, T. D., Luan Phan, K., Fitzgerald, K. D., & Gehring, W. J. (2004). A Functional Neuroimaging Study of Motivation and Executive Function. *NeuroImage*, *21*(3), 1045-1054.
- Taylor, S. F., Welsh, R. C., Wager, T. D., Phan, K. L., Fitzgerald, K. D., & Gehring, W. J. (2004). A Functional Neuroimaging Study of Motivation and Executive Function. *NeuroImage*, *21*, 1045–1054.
- Thayer, J. F., & Friedman, B. H. (2002). Stop That! Inhibition, Sensitization, and Their Neurovisceral Concomitants. *Scandinavian Journal of Psychology*, *43*, 123-130.
- Thayer, J. F., Friedman, B. H., & Borkovec, T. D. (1996). Autonomic Characteristics of Generalized Anxiety Disorder and Worry. *Biological Psychology*, *39*, 255-266.
- Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E., & Johnsen, B. H. (2009). Heart Rate Variability, Prefrontal Neural Function, and Cognitive Performance: The Neurovisceral Integration Perspective on Self-Regulation, Adaptation, and Health. *Annals of Behavioral Medicine*, *37*(2), 141-153.
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A Model of Neurovisceral Integration in Emotion Regulation and Dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, *61*, 201-216.
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). Claude Bernard and the Heart-Brain Connection: Further Elaboration of a Model of Neurovisceral Integration. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *33*, 81-88.
- Thayer, J. F., Sollers, J. J., Ruiz-Padial, E., & Villa, J. (2002). Estimating Respiratory Frequency from Autoregressive Spectral Analysis of Heart Period. *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, *21*, 41-45.
- Thayer, R. E. (1986). Activation-Deactivation Adjective Check List - Current Overview and Structural-Analysis. *Psychological Reports*, *58*(2), 607-614.

- Thrash, T. M., & Hurst, A. L. (2008). Approach and Avoidance Motivation in the Achievement Domain: Integrating the Achievement Motive and Achievement Goal Traditions. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation*. (pp. 217-233). New York, NY US: Psychology Press.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., Wheeler, R. E., & Doss, R. C. (1992). Individual Differences in Anterior Brain Asymmetry and Fundamental Dimensions of Emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62(4), 676-687.
- Tomkins, S. S. (1981). The Quest for Primary Motives: Biography and Autobiography of an Idea. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(2), 306-329.
- Tooby, J., & Cosmides, L. (1990). The Past Explains the Present: Emotional Adaptations and the Structure of Ancestral Environments. *Ethology and Sociobiology*, 11, 375-424.
- Triandis, H. (2007). Culture and Psychology: A History of the Study of Their Relationship. In S. K. D. Cohen (Ed.), *Handbook of Cultural Psychology* (pp. 59-76). New York: Guilford.
- Triandis, H. C. (1995). *Individualism and Collectivism*. Boulder, CO: Westview.
- Tschopp, M. (2003). Manuel De Référence : Diagnostic De La Performance De Force (pp. 70): Swiss Olympic Medical Centers.
- Tucker, D. M., Derrybery, D., & Luu, P. (2000). Anatomy and Physiology of Human Emotion: Vertical Integration of Brainstem, Limbic and Cortical Systems.. In B. JC (Ed.), *The Neuropsychology of Emotion*. (pp. 56-79). New York: Oxford University Press.
- Turpin, G. (1986). Effects of Stimulus Intensity on Autonomic Responding: The Problem of Differentiating Orienting and Defense Reflexes. *Psychophysiology*, 23, 1-14.
- Unsworth, N., Miller, J. D., Lakey, C. E., Young, D. L., Meeks, J. T., Campbell, W. K., et al. (2009). Exploring the Relations among Executive Functions, Fluid Intelligence, and Personality. *Journal of Individual Differences*, 30(4), 194-200.
- Vaillancourt, D. E., Mayka, M. A., Thulborn, K. R., & Corcos, D. M. (2004). Subthalamic Nucleus and Internal Globus Pallidus Scale with the Rate of Change of Force Production in Humans. *NeuroImage*, 23(1), 175-186.
- Valdez, P., & Mehrabian, A. (1994). Effects of Color on Emotions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 394-409.

-
- Van de Vijver, F., & Leung, K. (1997). *Methods and Data Analysis for Cross-Cultural Research*. Thousand Oaks, CA : Sage.
- Velden, M., & Wölk, C. (1987). Depicting Cardiac Activity over Real Time: A Proposal for Standardization. *Journal of Psychophysiology, 1*, 173-175.
- Visu-Petra, L., Miclea, M., Cheie, L., & Benga, O. (2009). Processing Efficiency in Preschoolers' Memory Span: Individual Differences Related to Age and Anxiety. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*(1), 30-48.
- Vrana, S. R., Spence, E. L., & Lang, P. J. (1988). The Startle Probe Response: A New Measure of Emotion? *Journal of Abnormal Psychology, 97*(4), 487-491.
- Watson, D., & Tellegen, A. (1985). Toward a Consensual Structure of Mood. *Psychological Bulletin, 98*, 219–235.
- Watson, D., Wiese, D., Vaidya, J., & Tellegen, A. (1999). The Two General Activation Systems of Affect: Structural Findings, Evolutionary Considerations, and Psychobiological Evidence. *Journal of Personality and Social Psychology, 76*, 820–838.
- Wechsler, D. (2000). *Manuel De L'echelle D'intelligence De Wechsler Pour Adultes-3e Édition [Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale—Third Edition]*. Paris, France: ECPA.
- Weir, J. P., McDonough, A. L., & Hill, V. J. (1996). The Effects of Joint Angle on Electromyographic Indices of Fatigue. *European Journal of Applied Physiology, 73*(387-39).
- Welch, P. D. (1967). The Use of Fast Fourier Transform for the Estimation of Power Spectra: A Method Based on Time Averaging over Short, Modified Periodograms. *IEEE Transactions on Audio Electroacoustics, 15*, 70–73.
- Wheeler, R. E., Davidson, R. J., & Tomarken, A. J. (1993). Frontal Brain Asymmetry and Emotional Reactivity: A Biological Substrate of Affective Style. *Psychophysiology, 30*, 82–89.
- Whitfield, T. W., & Wiltshire, T. J. (1990). Color Psychology: A Critical Review. *Genetic, Social and General Psychology Monographs, 116*, 387–412.
- Wilt, J., Oehlberg, K., & Revelle, W. (2011). Anxiety in Personality. *Personality and Individual Differences, 50*(7), 987-993.
- Wine, J. (1971). Test Anxiety and Direction of Attention. *Psychological Bulletin, 76*, 92-104.
-

- Wright, R. A. (1996). Brehm's Theory of Motivation as a Model of Effort and Cardiovascular Response. In P. M. Gollwitzer & J. A. Bargh (Eds.), *The Psychology of Action: Linking Cognition and Motivation to Behavior* (pp. 424-453). New York: Guilford.
- Wu, S.-W., Wu, S.-F., Liang, H.-W., Wu, Z.-T., & Huang, S. (2009). Measuring Factors Affecting Grip Strength in a Taiwan Chinese Population and a Comparison with Consolidated Norms. *Applied Ergonomics*, *40*(4), 811-815.
- Xiao, G., Lei, L., Dempsey, P. G., Lu, B., & Liang, Y. (2005). Isometric Muscle Strength and Anthropometric Characteristics of a Chinese Sample. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *35*(7), 674-679.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The Relation of Strength of Stimulus to Rapidity of Habit Formation. *Journal of Comparative and Neurological Psychology*, *18*, 459-482.
- Zajonc, R. B. (1980). Feeling and Thinking: Preferences Need No Inferences. *American Psychologist*, *35*, 151-175.
- Zajonc, R. B. (1998). Emotion. In D. Gilbert, S. Fiske & G. Lindzey (Eds.), *The Handbook of Social Psychology* (4 ed., pp. 591-632). New York: McGraw-Hill.
- Zuckerman, M. (2005). *Psychobiology of Personality (Second Edition, Revised and Updated)*. New York: Cambridge University Press.

Annexes

Versions originale et française du questionnaire ATQ d'Elliot et Thrash (2010)
--

906

Elliot & Thrash

Appendix A

Please indicate how much you agree or disagree with each of the following statements by writing a number in the space provided. All of your responses are anonymous and confidential. Please select numbers according to the following scale:

1	2	3	4	5	6	7
Strongly Disagree			Neither Agree nor Disagree			Strongly Agree

- ___ 1. By nature, I am a very nervous person.
- ___ 2. Thinking about the things I want really energizes me.
- ___ 3. It doesn't take much to make me worry.
- ___ 4. When I see an opportunity for something I like, I immediately get excited.
- ___ 5. It doesn't take a lot to get me excited and motivated.
- ___ 6. I feel anxiety and fear very deeply.
- ___ 7. I react very strongly to bad experiences.
- ___ 8. I'm always on the lookout for positive opportunities and experiences.
- ___ 9. When it looks like something bad could happen, I have a strong urge to escape.
- ___ 10. When good things happen to me, it affects me very strongly.
- ___ 11. When I want something, I feel a strong desire to go after it.
- ___ 12. It is easy for me to imagine bad things that might happen to me.

Scoring key

Approach temperament = item2+item4+item5+item8+item10+item11

Avoidance temperament = item1+item3+item6+item7+item9+item12

Traduction des consignes :

12 phrases vont être affichées à l'écran. S'il vous plaît, indiquez pour chacune d'elle votre degré d'accord ou de désaccord en entourant le chiffre qui correspond le plus à ce que vous pensez. Vos réponses sont anonymes et confidentielles. Utilisez pour cela l'échelle de réponse de 1 à 7 :

Pas du tout d'accord			Ni d' accord, ni en désaccord			Tout à fait d'accord
1	2	3	4	5	6	7

Traduction des items

- 1:** Je suis d'un naturel très nerveux (nerveuse).
- 2:** Quand je pense aux choses dont j'ai envie, cela me donne vraiment de l'énergie.
- 3:** Il m'en faut peu pour m'inquiéter.
- 4:** Quand je sens que j'ai une occasion pour quelque chose que j'aime, je me sens immédiatement très enthousiaste.
- 5:** Il m'en faut peu pour être enthousiaste et motivé(e).
- 6:** Je me sens profondément anxieux (anxieuse) et craintif (craintive).
- 7:** Je réagis très fortement aux mauvaises expériences.
- 8:** Je suis toujours à l'affût d'occasions et d'expériences positives.
- 9:** Lorsque je sens que quelque chose de mauvais pourrait m'arriver, j'ai tout de suite envie de fuir.
- 10:** Quand des bonnes choses m'arrivent, cela me touche très fortement.
- 11:** Quand je veux quelque chose, je ressens un fort désir de tout faire pour l'obtenir.
- 12:** J'imagine facilement que des mauvaises choses puissent m'arriver.

Documents utilisés dans l'étude interculturelle



Laboratoire de Biomécanique
et d'Ingénierie des Handicaps

Université de La Réunion, Faculté des Sciences, BP 112, 97700 Saint-Denis, La Réunion

Test de FORCE

1. Pousser le plus fort possible pendant 5 secondes.

在5秒钟之内尽可能地快并用力伸展你的腿



1. Te sens-tu dynamique maintenant ?

你感到精力充沛？

								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
非常不好								非常好

2. Comment te sens-tu maintenant ?

你现在感觉怎么样？

								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
非常不好								非常好

3. Qu'est ce que la couleur rouge signifie pour toi ?

红色对于你代表什么？



						
1	2	3	4	5	6	7
不好的东西						好的东西

Publications Personnelles

Articles scientifiques parus dans des revues impactées:

- 1- Da Fonseca, D., Cury, F., Santos, A., **Payen, V.**, Bounoua, L, Brisswalter, J., Rufo, M., Poinso, F., & Deruelle, C. (2008). When depression mediates the relationship between entity beliefs and performance. *Child Psychiatry and Human Development* , 40 (2), 213-222.

- 2- **Payen, V.**, Elliot, A. J., Coombes, S. A., Chalabaev, A., Brisswalter, J., & Cury, F. (2011). Viewing red prior to a strength test inhibits motor output. *Neuroscience Letters*, 495(1), 44-48. (Version complète incluse dans le présent document)

- 3- Elliot, A. J., **Payen, V.**, Brisswalter, J., Cury, F., & Thayer, J. F. (in press). A subtle threat cue, heart rate variability, and cognitive performance. *Journal of Psychophysiology*, 48(10), 1340-1345. (Version complète incluse dans le présent document)

Communications Scientifiques :

2^{èmes} Doctoriades euro-méditerranéennes 7- 8 décembre 2010 (Toulon)

Présentation Orale « *Etude d'un effet contextuel sur la motivation d'accomplissement et ses conséquences sur la performance* »

14^{ème} congrès de l'ACAPS 24-26 Octobre 2011 (Rennes)

Symposium thématique (A.Chalabaev) « Contextes menaçants et motivation d'évitement : une approche pluri-disciplinaire » - « *Visualiser du rouge avant une contraction maximale volontaire inhibe la production de force* ».

Viewing red prior to a strength test inhibits motor output

Vincent Payen^{a,*}, Andrew J. Elliot^{b,1}, Stephen A. Coombes^{c,2}, Aïna Chalabaev^{d,3},
Jeanick Brisswalter^{e,4}, François Cury^{f,5}

^aCNRS 6233 Human Movement Sciences Institute, University of Toulon-Var, France

^bDepartment of Clinical and Social Sciences in Psychology, University of Rochester, Rochester, NY 14620, USA

^cDepartment of Kinesiology and Nutrition, University of Illinois at Chicago, 60612, USA

^dLaboratory of Human Motricity, Education and Health, University of Nice Sophia Antipolis, France

^eLaboratory of Human Motricity, Education and Health, Department of Physiology, University of Nice Sophia Antipolis, France

^fCNRS 6233 Human Movement Sciences Institute, University of Aix-Marseille II and University of Toulon-Var, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 November 2010

Received in revised form 19 February 2011

Accepted 8 March 2011

Keywords:

Red

Color

Threat

Strength performance

Motor output

ABSTRACT

The present research was designed to examine whether viewing a subtle threat cue, the color red, prior to a simple motor task influences strength output. Thirty-nine participants performed a maximal voluntary contraction of the thigh, viewed red or a chromatic or achromatic control color, and then repeated the maximal voluntary contraction. Participants also reported their general arousal and mood, and were asked to guess the purpose of the experiment. Results indicated that viewing red (relative to a control color) inhibited the rate of force development, but did not influence the peak amplitude of force production. Null findings for general arousal and mood indicated that the observed effect on rate of force development could not be accounted for by these self-report variables; no participant correctly guessed the purpose of the experiment. This research, in conjunction with recent work by Elliot and Aarts (in press) [19] clearly establishes a link between red and basic motor output, and highlights the importance of attending to the functional, as well as aesthetic, value of color.

A subtle threat cue, heart rate variability, and cognitive performance

ANDREW J. ELLIOT,^a VINCENT PAYEN,^b JEANICK BRISSWALTER,^c FRANCOIS CURY,^d
AND JULIAN F. THAYER^e

^aDepartment of Clinical and Social Sciences in Psychology, University of Rochester, Rochester, New York, USA

^bLaboratoire Handibio, EA 4322, University of Toulon-Var, France

^cLaboratory of Human Motricity, Education, Sport, and Health (LAMHESS), Department of Physiology, University of Nice Sophia Antipolis, France

^dCNRS 6233 Human Movement Sciences Institute, University of Aix-Marseille II and University of Toulon-Var, France

^eDepartment of Psychology, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA

Abstract

This research was designed to extend the literature on heart rate variability (HRV) in cognitive performance contexts by examining whether a subtle threat cue (the color red) in a test environment influences HRV reactivity and whether HRV reactivity is associated with change in cognitive performance. Thirty-three participants took an IQ test, briefly viewed red or a chromatic or achromatic control color, and then took a parallel form of the IQ test. High frequency (HF)-HRV (often referred to as respiratory sinus arrhythmia), was assessed before and after the color manipulation. Results indicated that participants who viewed red (relative to a control color) exhibited a decrease in HF-HRV and that decreased HF-HRV was associated with worse IQ performance. These findings demonstrate the sensitivity of HRV as an index of effective and efficient emotion regulation in an achievement context.

Descriptors: Red, Color, Heart rate variability, Reactivity, Cognitive performance

Vincent PAYEN

Laboratoire Handibio EA4322, Université du Sud-Toulon-Var

Motivation d'approche et d'évitement: effets psychophysiologiques de la couleur rouge sur les processus cognitifs et moteurs.

Résumé

Parmi les stimuli environnementaux, la couleur est une expérience perceptuelle omniprésente. Elle est capable d'infléchir la motivation d'approche et d'évitement des individus sans qu'ils en aient conscience. Elliot et ses collaborateurs (2007) ont en effet montré qu'en contexte d'accomplissement, le rouge agissait subtilement sur les processus cognitifs et moteurs en évoquant une menace. L'objectif de cette thèse a été d'enrichir ce paradigme des couleurs à l'aide de variables et de tâches non testées. Notre travail a tout d'abord montré l'effet délétère du rouge sur la variabilité de la fréquence cardiaque et la mémoire de travail lors d'un test cognitif. Cet effet négatif a ensuite été mis en évidence sur l'efficacité motrice lors d'une tâche de force maximale. Sur la base d'une validation partielle en langue française du questionnaire de mesure des tempéraments (Elliot & Thrash, 2010), il a ensuite été suggéré que l'effet débilisant du rouge sur la mémoire pouvait être modulé par le tempérament d'évitement. Enfin, nous avons étudié de façon exploratoire la modulation de l'effet menaçant du rouge par l'origine culturelle. Les différentes significations accordées au rouge par des étudiants chinois et français pourraient être à l'origine d'une modulation de l'effet de cette couleur sur l'efficacité motrice.

Mots clés : motivation d'approche et d'évitement, couleur rouge, variabilité de la fréquence cardiaque, mémoire de travail, force maximale, tempéraments, interculturel (chinois).

Approach and avoidance motivation: psychophysiological effects of red on cognitive and motor processes.

Abstract

Among the environmental stimuli, the color is a ubiquitous perceptual experience. It is able to influence the approach and avoidance motivation outside of consciousness. Elliot and colleagues (2007) have indeed shown that in an achievement context, red acts as a subtle threat-cue on cognitive and motor processes. The aim of this thesis was to extend this empirical and theoretical work, using novel variables and tasks. Our results have first shown the deleterious effect of red on the heart rate variability and the working memory in a cognitive test, and then on the motor efficiency during a maximum voluntary contraction task. Based on a partial French validation of the approach-avoidance temperament questionnaire (Elliot & Thrash, 2010), it was then proposed that the negative effect of red on the memory could be modulated by the avoidance temperament. Finally, we have studied in an exploratory fashion the modulation of the threatening red effect by the cultural origin. Our results have suggested that differences in meanings given to red between Chinese and French students could have different consequences on motor efficiency.

Keywords: approach and avoidance motivation, red color, heart rate variability, working memory, maximum voluntary contraction, temperaments, cross-cultural (Chinese).