

Université de Montréal

Effets de la rumination induite sur l'inhibition des interférences émotionnelles

Par

Jean-Philippe Ferron

Programme de sciences biomédicales, Faculté de médecine

en extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

Mémoire présenté

en vue de l'obtention du grade de Maîtrise ès sciences (M.Sc.)

en sciences biomédicales

Août 2022

© Jean-Philippe Ferron, 2022

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire, de cette thèse ou de cet essai a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire, de sa thèse ou de son essai.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire, cette thèse ou cet essai. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire, de cette thèse et de son essai requiert son autorisation.

Université de Montréal

Programme de sciences biomédicales, Faculté de médecine
en extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

Ce mémoire intitulé

Effets de la rumination induite sur l'inhibition des interférences émotionnelles

Présenté par

Jean-Philippe Ferron

A été évalué(e) par un jury composé des personnes suivantes

Claudia Trudel-Fitzgerald
Présidente-rapporteuse

Simon Rigoulot
Directeur de recherche

Isabelle Blanchette
Membre du jury

Résumé

La rumination est un style de pensées persistantes, répétitives et négatives, caractérisé par de la passivité et un sentiment d'impuissance, centré sur les émotions ressenties en réponse à un événement négatif passé. Des études suggèrent qu'elle est associée à des altérations du fonctionnement cognitif, mais certains de ses mécanismes cognitifs sont encore peu compris. Effectivement, des preuves d'une association entre la rumination et une altération de la capacité à inhiber la distraction (IID) en provenance d'informations négatives existent, mais les études sur le sujet sont contradictoires. L'objectif de ce mémoire était de clarifier la nature de cette relation. Dans deux expériences, la performance à des tâches d'IID de participants chez qui la rumination était induite (groupe expérimental) était comparée à celle de participants ne ruminant pas (groupe contrôle). Dans la première, la tâche consistait à identifier la direction d'une flèche cible en ignorant d'autres flèches présentées aux flancs de la cible. Les résultats n'ont pu montrer aucune différence de performance attribuable à la rumination. Dans la deuxième, plutôt que des flèches, les participants devaient identifier si l'expression faciale émotionnelle d'un visage cible était neutre, positive ou négative. Les résultats ont montré que les participants du groupe expérimental étaient plus facilement distraits lors de l'identification d'une cible positive et l'étaient moins pour une cible négative. La persistance de la rumination sur des informations négatives pourrait s'expliquer, entre autres, par un renforcement de l'IID spécifiquement pour des pensées négatives et par un affaiblissement de cette capacité pour des pensées positives.

Mots-clés : rumination, inhibition, expressions faciales émotionnelles, attention.

Abstract

Rumination is a style of persistent, repetitive, and negative thinking, characterized by passivity and by a feeling of helplessness, that is centered around the emotions experienced following a past negative event. There exists evidence of a link between rumination and impairments of cognitive functioning, but some of its cognitive mechanisms are not well understood. Indeed, there is evidence of a link between rumination and impairments of the ability to inhibit interferences from distracting negative stimulus (IIS), but the studies investigating these links have contradictory results. The goal of this thesis was to clarify the nature of this relation. In two experiments, the performance to IIS tasks was compared between an experimental group of participants in which rumination was induced and a control group of participants in which it was not. In the first experiment, the task consisted of identifying the pointing direction of a target arrow while ignoring flanking distracting arrows. There were no differences in results explainable by rumination. In the second, instead of arrows, the participants had to identify whether the facial expression of a target face was neutral, positive, or negative. The participants in the experimental group were more easily distracted when they had to identify a positive target while they were less easily distracted when it was negative. The persistence of rumination on negative information may in part be explained by a reinforcement of the ability to IIS for negative thoughts and by a weakening of this ability for positive thoughts.

Keywords : rumination, inhibition, emotional facial expressions, attention.

Table des matières

Résumé	ii
Abstract	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	viii
Liste des figures	ix
Liste des sigles et abréviations	x
Remerciements	xiii
Chapitre 1 – Introduction générale.....	14
1.1 Les pensées répétitives négatives	15
1.1.1 Caractéristiques communes.....	16
1.1.2 Distinctions.....	16
1.2 Modèles théoriques de la rumination	17
1.2.1 La théorie des styles de réponses	17
1.2.2 La théorie de la portée du champ attentionnel de la rumination	18
1.2.3 La théorie du désengagement affaibli	19
1.3 L’inhibition.....	21
1.4 L’étude de la rumination	23
1.5 Rumination et fonctionnement cognitif.....	25
1.5.1 Rumination et mémoire de travail	25
1.5.2 Rumination et flexibilité cognitive.....	26
1.5.3 Rumination et inhibition.....	29
1.5.3.1 Rumination et inhibition des interférences des réponses automatiques (IIR).....	29
1.5.3.2 Rumination et inhibition des interférences proactives (IIP).....	30

1.5.3.3 Rumination et inhibition des interférences des distractions (IID).....	32
1.5.4 Rumination et fonctionnement cognitif : Récapitulatif.....	33
1.6 Objectifs et hypothèses.....	33
Chapitre 2 – Effects of induced rumination on the inhibition of emotional interferences: more negative, less positive.....	35
2.1 Abstract	37
2.2 Introduction	38
2.2.1 Rumination.....	38
2.2.2 General attentional control biases in rumination.....	39
2.2.3 The impaired disengagement hypothesis	40
2.2.4 Attentional control biases for emotional information in rumination.....	41
2.2.5 Rumination induction and emotional facial expressions.....	43
2.2.6 Current study	45
2.3 Experiment 1	46
2.3.1 Method	46
3.1.1 Participants.....	46
2.3.1.2 Materials.....	47
2.3.1.2.1 PsychoPy3	47
2.3.1.3 Questionnaires.....	47
2.3.1.3.1 Sociodemographic questionnaires.....	47
2.3.1.3.2 Tendencies to experience depressive symptoms.....	47
2.3.1.3.3 Rumination measurement.....	47
2.3.1.4 Behavioral tasks	48
2.3.1.4.1 Induction tasks.....	48
2.3.1.4.1 Arrow Flanker Task (AFT)	49

2.3.1.5 Procedure.....	50
2.3.1.6 Data analysis plan.....	50
2.3.2 Results	51
2.3.2.1 Rumination induction.....	51
2.3.2.2 Arrow Flanker Task	53
2.3.2.2.1 Data preparation	53
2.3.2.2.2 Accuracy.....	54
2.3.2.2.3 Reaction times	54
2.3.3 Discussion	55
2.4 Experiment 2	56
2.4.1 Method	56
2.4.1.1 Participants	56
2.4.1.2 Materials.....	56
2.4.1.2.1 PsychoPy3	56
2.4.1.2.2 ImageJ	57
2.4.1.2.3 Face dataset	57
2.4.1.3 Questionnaires.....	58
2.4.1.3.1 Sociodemographic questionnaires.....	58
2.4.1.3.2 Tendencies to experience depressive symptoms.....	58
2.4.1.3.3 Rumination measurement.....	58
2.4.1.4 Behavioral tasks	58
2.4.1.4.1 Induction tasks.....	58
2.4.1.4.1 Emotional Flanker Task (EFT)	58
2.4.1.5 Procedure.....	60
2.4.1.6 Data analysis plan.....	60

2.4.2 Results	61
2.4.2.1 Rumination induction	61
2.4.2.2 Emotional Flanker Task	63
2.4.2.2.1 Data preparation	63
2.4.2.2.2 Accuracy.....	64
2.4.2.2.3 Reaction times	65
2.4.2.2.4 Flanker scores.....	67
2.4.3 Discussion	69
2.5 General discussion.....	70
2.5.1 Rumination induction.....	70
2.5.2 Classical effects of AFT and EFT	71
2.5.3 State rumination without emotional content	72
2.5.4 State rumination with emotional content	72
2.5.5 Comparisons with trait rumination studies.....	73
2.5.6 Integration to models of rumination.....	75
2.5.7 Conclusion.....	76
2.6 Declarations.....	78
2.7 References	79
Chapitre 3 – Discussion supplémentaire et conclusion.....	85
3.1 Implications.....	87
3.2 Limites et futures perspectives	91
3.3 Forces	93
3.4 Conclusion.....	94
Références bibliographiques	95
Annexe 1 – Données sociodémographiques.....	102

Liste des tableaux

Table 2.1 - Mean Brief State Rumination Inventory (BSRI) score according to the time of measurement and induction scores by group	52
Table 2.2 - Mean Reaction Times (RTs) in ms and mean accuracy rate (SD) for each condition by group.....	53
Table 2.3 - Mean Brief State Rumination Inventory score according to the time of measurement by group.....	62
Table 2.4 - Mean Reaction Times in milliseconds and mean accuracy rate in % (SD) for each condition by group	63
Table 2.5 - Flanker scores (SD) for each condition by group.	67
Tableau 6 - Fréquence des niveaux de scolarité des participants par expérience	102
Tableau 7 - Fréquence des occupations principales des participants par expérience.....	102

Liste des figures

Figure 1.1 – Schéma de la théorie du désengagement affaibli.....	21
Figure 1.2 Modèle de l'inhibition de Friedman et Miyake (2004).....	22
Figure 2.1 - Example of an incongruent Arrow Flanker Task trial.....	49
Figure 2.2 - Score to the Brief State Rumination Inventory before and after the induction task...	52
Figure 2.3 - Accuracy rates and Reaction Times according to the congruence of distractors	54
Figure 2.4 - Example of two Emotional Flanker Task trials.....	59
Figure 2.5 - Score to the Brief State Rumination Inventory before and after the induction task...	62
Figure 2.6 – Reaction Times according to the valence of targets (left) and according to the valence of distractors (right).....	65
Figure 2.7 – Reaction Times in the control group according to the valence of targets by the valence of distractors	66
Figure 2.8 – Reaction Times in the experimental group according to the valence of targets by the valence of distractors.....	67
Figure 2.9 - Flanker scores according to the valence of targets by group.....	68
Figure 3.1 – Schéma révisé de la théorie du désengagement affaibli	89

Liste des sigles et abréviations

AFT : *Arrow Flanker Task*

APA : *American Psychiatric Association*

BDI-II : *Beck Depression Inventory 2*

BSRI : *Brief State Rumination Inventory*

C : *Congruent*

CESD : *Center for Epidemiological Studies-Depression Scale*

CI : *Confidence Interval*

ECT : *Exogenous Cueing Task*

EEG : *Electroencephalography*

EFE : *Expression Faciale Émotionnelle/Emotional Facial Expression*

EFT : *Emotional Flanker Task*

FS : *Flanker Score*

GLM : *Generalized Linear Model*

HADS : *Hospital Anxiety and Depression Scale*

I : *Incongruent*

IID : *Inhibition des interférences des distractions (IIS : inhibition of interference from stimulus)*

IIP : *Inhibition des interférences proactives*

IIR : *Inhibition de l'interférence des réponses automatiques*

KDEF : *Karolinska Directed Emotional Faces*

L : *Left*

M : *Mean*

MS : *Millisecondes/Milliseconds*

Ne : *Neutral*

Ng : *Negative*

OSF : *Open Science Factor*

P : *Positive*

PSWQ : *Penn State Worry Questionnaire*

R : *Right*

RRS : *Rumination Response Scale*

RT : *Reaction times*

SD : *Standard Deviation*

SRQ : *State Rumination Questionnaire*

W : *Without*

WAIS-R : *Wechsler Adult Intelligence Scale – Revised*

WCST : *Wisconsin Card Sorting Test*

Lorsque deux particules se rencontrent, elles peuvent s'enchevêtrer. Elles sont ainsi liées malgré la distance qui les sépare. Je dédie donc ce mémoire aux liens que j'ai formés à distance durant la pandémie.

P.S. Ce mémoire est à la fois accepté et refusé (jusqu'au verdict du jury).

Remerciements

Tout d'abord, j'aimerais remercier l'UQTR pour le soutien financier offert durant mes études ainsi que le programme d'aide financière aux études offert par le gouvernement du Québec. Sans cette aide, je n'en serais pas où j'en suis aujourd'hui. Je remercie également mon directeur de maîtrise de m'avoir accueilli dans son laboratoire, de m'avoir accompagné dans ce processus et d'avoir investi dans mes projets. Merci au département d'anatomie pour leur souci du bien-être des étudiants. J'aimerais aussi remercier mes amis de m'avoir soutenu durant ce processus enrichissant. Un énorme merci à ma copine qui, probablement sans le savoir, m'a grandement aidé dans mon cheminement par son écoute et sa compréhension. Merci à ma famille pour l'énorme soutien qu'ils m'ont offert qui m'a permis cet accomplissement. Enfin, mes remerciements au jury pour le temps accordé à la lecture, l'évaluation de ce mémoire ainsi que pour les très intéressantes pistes de réflexion et suggestions qu'ils ont offertes.

Chapitre 1 – Introduction générale

La plupart d'entre nous connaissent une ou plusieurs personnes qui, à la suite d'une rupture amoureuse, s'engageront dans des activités sportives ou dans des activités qui les aideront à mieux se sentir. Nous connaissons aussi des personnes qui, pendant des semaines ou des mois, parleront constamment de leur rupture, à quel point ils n'ont pas été à la hauteur de leur ex-partenaire, qu'il n'y a pas d'espoir pour leur vie amoureuse et à quel point ils se sentent tristes. Ces mêmes individus seront aussi passifs vis-à-vis de leur détresse en ne tentant pas d'améliorer leur humeur ou de se distraire. Ces individus seront alors engagés dans ce qu'on appelle la rumination soit un mode de pensées répétitives négatives que nous avons tous plus ou moins tendance à adopter en réponse à de la détresse (Nolen-Hoeksema, 1991).

Une façon généralement acceptée de définir la rumination est qu'elle consiste en des pensées répétitives et passives envers les implications, les significations et les conséquences de notre détresse en lien avec un événement passé (Fang, Sanchez-Lopez, & Koster, 2019; Nolen-Hoeksema, Wisco, & Lyubomirsky, 2008). Ce type de pensées est associé à de moins bonnes habiletés de résolution de problèmes et à un plus grand risque de vivre un épisode dépressif, mais aussi à la prolongation de cet épisode dans le temps (Watkins, 2018). De plus, la rumination serait associée à des altérations du fonctionnement cognitif qui contribueraient à l'adoption de la rumination et à sa persistance (Koster, De Lissnyder, Derakshan, & De Raedt, 2011). Certains auteurs ont proposé des modèles théoriques pour tenter d'expliquer les liens entre la rumination et ces altérations du fonctionnement cognitif, dont des liens avec les fonctions d'inhibition. Ainsi, dans ce chapitre, je commencerai par présenter et distinguer différentes formes de pensées répétitives négatives (traduit de *repetitive negative thinking*) incluant la rumination. J'aborderai ensuite plusieurs modèles théoriques de la rumination et des fonctions d'inhibition, dont ceux servant de cadre à ce mémoire. J'expliquerai ensuite quelques approches pour étudier la rumination ainsi que leur pertinence. Enfin, j'aborderai plus en profondeur les liens entre la rumination et le fonctionnement cognitif avant de présenter les objectifs de ce mémoire et les hypothèses en découlant.

1.1 Les pensées répétitives négatives

La rumination correspond à des pensées répétitives et passives envers les implications, les significations et les conséquences de notre détresse en lien avec un événement passé (Fang et al., 2019; Nolen-Hoeksema, Wisco, & Lyubomirsky, 2008). La rumination, qui est le sujet de ce

mémoire, doit être distinguée des inquiétudes malgré leurs caractéristiques communes. Bien qu'elles soient toutes les deux des formes de pensées répétitives négatives, elles diffèrent de plusieurs façons. Ainsi, dans cette section, les similarités et les différences entre rumination et inquiétudes seront présentées.

1.1.1 Caractéristiques communes

Tout d'abord, les inquiétudes se définissent comme des pensées survenant en réaction à un problème ayant un potentiel incertain de conséquences négatives dont l'objectif est de prévenir ces conséquences (Nolen-Hoeksema et al., 2008). Selon l'*American Psychiatric Association* (APA, 2013), elles sont un symptôme central du trouble d'anxiété généralisé. Elles ont en commun avec la rumination qu'elles sont associées à de la détresse (Borkovec, Ray, & Stober, 1998; Nolen-Hoeksema et al., 2008) ainsi qu'un impact négatif sur les habiletés de résolution de problèmes. En effet, les inquiétudes engendreraient des déficits d'implémentation de solutions (Davey, 1994) et la rumination mènerait au développement de solutions moins efficaces à un problème (Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Watkins & Baracaia, 2002), mais aussi une diminution de la motivation à implémenter ces solutions (Lyubomirsky, Tucker, Caldwell, & Berg, 1999). Enfin, les deux sont associées à des symptômes dépressifs et anxieux (Abbott & Rapee, 2004; Fresco, Frankel, Mennin, Turk, & Heimber, 2002). En effet, les inquiétudes sont un symptôme central des troubles d'anxiété (APA, 2013) et la phobie sociale, un type de trouble d'anxiété, est associée à davantage de ruminations en lien avec un événement social (Abbott & Rapee, 2004). De plus, les inquiétudes sont indirectement associées à des niveaux plus élevés de symptômes dépressifs par leur effet modérateur sur la relation entre la tolérance à l'incertitude et les symptômes dépressifs (Dar, Iqbal, & Mushtaq, 2017). Une plus grande tendance à s'inquiéter serait associée à une moins grande tolérance à l'incertitude et cette dernière serait associée à une plus grande tendance à vivre des symptômes d'anxiété et de dépression (Dar et al., 2017). La rumination est également associée à la dépression en ce que les individus qui ruminent voient une augmentation significative de leurs symptômes dépressifs (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1993).

1.1.2 Distinctions

Malgré leurs ressemblances, la rumination et les inquiétudes diffèrent à plusieurs niveaux. Premièrement, elles diffèrent au niveau de l'orientation temporelle des pensées. En effet, les inquiétudes sont orientées vers le futur alors que la rumination est dirigée vers des événements

passés ou actuels (Borkovec & Inz, 1990; Fresco et al., 2002; Nolen-Hoeksema et al., 2008; Lewis, Blanco, Raila, & Joorman, 2019). Deuxièmement, elles diffèrent au niveau de l'objet ou du thème des pensées. En effet, les inquiétudes sont une appréhension d'un ou plusieurs événements menaçants alors que la rumination est centrée sur des thèmes de valeur personnelle et de perte (Nolen-Hoeksema et al., 2008). Troisièmement, elles diffèrent au niveau de leur fonction. Les inquiétudes ont une fonction d'évitement et d'anticipation alors que la rumination a une fonction de traitement des émotions négatives et de compréhension (Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1993; Borkovec, Alcaine, & Behar, 2004). En effet, les inquiétudes provoqueraient un état émotionnel négatif dans le but d'éviter un état émotionnel encore plus négatif (Newman, Llera, Erickson, Przeworski, & Castonguay, 2013, Lewis et al., 2019) tandis que la rumination renforce et amplifie les affects négatifs (Nolen-Hoeksema et al., 2008; Lewis et al., 2019).

1.2 Modèles théoriques de la rumination

Des auteurs ont proposé des modèles pour tenter de décrire la rumination, dont la théorie des styles de réponses qui vise à expliquer la relation entre la rumination et la dépression (Nolen-Hoeksema, 1991; Nolen-Hoeksema et al., 2008), la théorie de la portée du champ attentionnel (Whitmer & Gotlib, 2013) et la théorie du désengagement affaibli (Koster et al., 2011). Ces deux dernières tentent plutôt d'expliquer la tendance à la rumination du point de vue des neurosciences cognitives. Le présent mémoire s'insère sous le cadre de la théorie du désengagement affaibli.

1.2.1 La théorie des styles de réponses

D'après la théorie des styles de réponses (traduit de *response styles theory*), il y a plusieurs manières de réagir face à de la détresse qui influenceront sa durée (Nolen-Hoeksema, 1991). Certains individus auront tendance à se distraire de cette détresse alors que d'autres tendront à s'engager dans la rumination. Ceux qui, pour améliorer leur humeur, s'engageront dans des activités plaisantes distrayantes avant de tenter de résoudre leurs problèmes tendront à raccourcir la durée de leur déprime (Nolen-Hoeksema, 1991). Il est important de noter que la distraction à elle seule ne représente pas une stratégie efficace à long terme. En effet, elle doit être suivie de tentatives de résolution de problèmes pour être efficace (Nolen-Hoeksema et al., 2008). Il est aussi important de noter que s'engager dans des activités dangereuses, comme abuser de substances ou conduire une voiture de façon risquée, ne constitue pas un moyen efficace de se distraire (Nolen-Hoeksema et al., 2008). D'un autre côté, ceux qui s'engageront dans la rumination verront leur

déprime persister plus longuement. Cette prolongation de la détresse s'expliquerait par plusieurs mécanismes. Premièrement, la rumination exacerberait l'humeur négative et l'effet de cette humeur négative sur les pensées favorisant ainsi une interprétation négative par l'individu de sa situation (Nolen-Hoeksema et al., 2008). Deuxièmement, la rumination interférerait avec les habiletés de résolution de problèmes (Nolen-Hoeksema et al., 2008). Les individus engagés dans la rumination qualifieraient plus facilement leurs problèmes de non solvables et ne réussiraient pas à trouver de solutions efficaces (Lyubomirsky et al., 1999). Troisièmement, la rumination interférerait avec le comportement instrumental, soit le comportement dirigé vers un but, en rendant les individus moins prompts à l'implémentation de solutions à leurs problèmes en altérant leur motivation (Nolen-Hoeksema et al., 2008). Dernièrement, les individus ayant une plus grande tendance à ruminer se comporteraient d'une façon qui mène à une réduction du soutien social (Nolen-Hoeksema et al., 2008). À la différence des individus ayant un trouble dépressif, qui auraient tendance à s'isoler (American Psychological Association, 2013), ces individus auraient davantage tendance à rechercher le soutien prolongé de leur entourage ce qui engendrerait de la frustration chez ces derniers (Nolen-Hoeksema & Davis, 1999). De plus, la rumination est associée à des traits de personnalité indésirables tels qu'un style interpersonnel dépendant (Spasojevic & Alloy, 2001), un plus grand désir de vengeance (McCullough, Bellah, Kilpatrick, & Johnson, 2001) et une plus grande agressivité à la suite d'une provocation (Collins & Bell, 1997). L'ensemble de ces facteurs réduiraient l'accessibilité au soutien social des individus ayant une plus grande tendance à ruminer. Pour toutes ces raisons, la rumination serait donc un style de réponse non adaptatif contribuant à une prolongation temporelle des affects dépressifs.

1.2.2 La théorie de la portée du champ attentionnel de la rumination

Selon la théorie de la portée du champ attentionnel de l'humeur (Fredrickson, 2001; Whitmer & Gotlib, 2013), l'humeur influence plusieurs processus cognitifs, en particulier la mémoire de travail et la mémoire à long terme. En effet, l'étendue de la portée des pensées, des perceptions ou des actions pouvant être actives ou pouvant s'activer en mémoire de travail depuis la mémoire à long terme serait moins grande pour un individu ayant une humeur négative alors que ce serait l'inverse pour une humeur positive (Fredrickson, 2001, 2004; Whitmer & Gotlib, 2013). La portée du champ attentionnel désigne cette étendue des pensées, perceptions et actions accessibles. Dans leur modèle, qui n'est pas l'objet de ce mémoire, les auteurs s'inspirent de la théorie de la portée du champ attentionnel de l'humeur (Fredrickson, 2001) et postulent que la

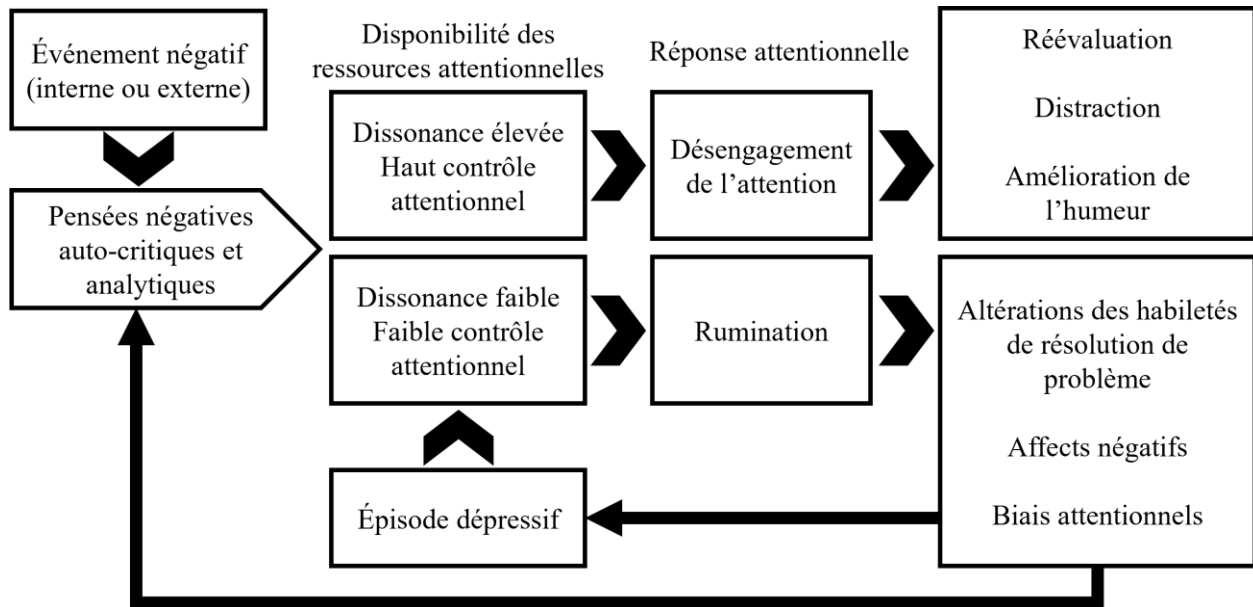
nature répétitive de la rumination s'expliquerait par la réduction de la portée attentionnelle en réponse à une humeur négative. Ainsi, en ayant une portée du champ attentionnelle réduite, les chances que les pensées persistent sur un même sujet augmenteraient. Cependant, ce qui expliquerait qu'une humeur négative ne mène pas systématiquement à l'engagement dans la rumination serait les différences individuelles du point de vue de la portée de ce champ attentionnel. Les individus ayant naturellement une portée du champ attentionnel plus large seraient davantage protégés de la rumination. Les individus à forte tendance à ruminer auraient donc une portée initiale plus étroite de leur champ attentionnel. Cette réduction de la portée du champ attentionnel se manifesterait par une rigidité de la pensée, c'est-à-dire une plus grande difficulté à adopter ou à considérer des possibilités alternatives en persévérant sur une même petite quantité d'informations. En effet, plusieurs études montrent que les individus à forte tendance à ruminer ont une plus grande difficulté au niveau de la mise à jour de leur mémoire de travail ainsi qu'à inhiber, sans oublier, des informations impertinentes qui étaient précédemment pertinentes (inhibition des interférences proactives) en mémoire de travail (Davis & Nolen-Hoeksema, 2000; Whitmer & Banich, 2007; Joormann, Levens, & Gotlib, 2011). De façon compatible avec cette théorie, les individus ayant une forte tendance à ruminer manifesteraient aussi une meilleure habileté à ignorer des distractions (inhibition des interférences des distractions) lorsque l'attention doit être centrée sur du contenu émotionnellement négatif (Zetsche & Joormann, 2011) ainsi qu'une meilleure habileté à rester centré sur un but (Altamirano, Miyake, & Whitmer, 2010). Il est important de distinguer ici l'inhibition qui se fait au niveau perceptuel (inhibition des interférences des distractions) de l'inhibition qui se fait au niveau des informations qui sont entrées en mémoire de travail, mais qui doivent être ignorées (voir la section 1.3). Ainsi, la réduction de la portée du champ attentionnel associée à la tendance à ruminer serait sous-tendue par des différences au niveau des habiletés d'inhibition et au niveau des habiletés de mise à jour de la mémoire de travail.

1.2.3 La théorie du désengagement affaibli

Selon la théorie du désengagement affaibli (Koster et al., 2011), la rumination fait référence à un processus non pathologique permettant de traiter des événements ou des états émotionnels négatifs. La rumination peut prendre deux formes (Treynor, Gonzalez, & Nolen-Hoeksema, 2003). La première, la réflexion constructive (traduction personnelle de *reflective pondering*), consiste à réfléchir à des solutions potentielles à un problème et à des façons d'améliorer son humeur. Ce sous-processus se terminerait lorsqu'une solution au problème est trouvée ou lorsque l'individu

s'engage dans une régulation plus adaptée de ses émotions lorsqu'une solution ne peut être trouvée (Koster et al., 2011). Cependant, certains individus peuvent s'engager dans la rumination de façon persistante ce qui la rendrait nuisible. Cette forme plus nuisible et persistante de la rumination est ce que l'on nomme broyer du noir (traduit de *brooding*; Treynor et al., 2003). Le mécanisme central qui caractériserait une plus grande tendance à s'engager dans la rumination de façon persistante et, en particulier, à broyer du noir serait une difficulté de contrôle attentionnel face à des pensées négatives (Koster et al., 2011). Les auteurs définissent ici le contrôle attentionnel comme la capacité à traiter sélectivement les informations pertinentes à une tâche en inhibant les informations impertinentes. Ils proposent dans leur modèle (voir Figure 1.1) qu'un événement négatif interne (p. ex., un mauvais souvenir) ou externe (p. ex., une entrevue d'embauche s'étant mal déroulée ou une mauvaise performance à un examen) engendrera la rumination. Durant cette rumination, les individus adopteront un mode de pensée auto-critique négatif et analytique susceptible de provoquer une humeur négative. Les individus chez qui ces pensées négatives entreront en conflit avec leur perception plus positive d'eux-mêmes vivront une dissonance cognitive menant au désengagement de leur attention des pensées négatives. Ces individus s'engageront alors dans la distraction ou dans la réévaluation de leurs problèmes et verront leur humeur s'améliorer. Lorsqu'il y a absence de dissonance entre les pensées négatives d'un individu à son sujet et sa perception de lui-même, son attention restera centrée sur ses pensées négatives ce qui prolongera la rumination. Une autre option menant à la prolongation de la rumination serait l'altération du contrôle attentionnel. Plus précisément, une altération de la capacité à désengager son attention d'informations émotionnelles négatives causée par des facteurs tels qu'un épisode dépressif prolongerait la rumination (Gotlib, Krasnoperova, Yue, & Joormann, 2004; Koster et al., 2011). La prolongation de la rumination mènerait, dans tous les cas, aux déficiences des habiletés de résolution de problèmes et à l'amplification de l'humeur négative caractéristiques de la rumination ainsi qu'à un plus grand risque d'épisode dépressif (Nolen-Hoeksema et al., 2008; Koster et al., 2011; Watkins, 2018). En plus d'augmenter le risque d'épisode de dépression, cette persistance de la rumination favoriserait la prolongation de la durée de l'épisode (Watkins, 2018). Enfin, la dépression favoriserait la persistance de la rumination pour former un cercle vicieux (Koster et al., 2011).

Figure 1.1 – Schéma de la théorie du désengagement affaibli



Note. Adapté de « Understanding depressive rumination from a cognitive science perspective: The impaired disengagement hypothesis, » par Koster, E. H., De Lissnyder, E., Derakshan, N., & De Raedt, R., 2007, *Clinical psychology review*, 31(1), 138-145. Droits d’auteurs 2010 à Elsevier Ltd.

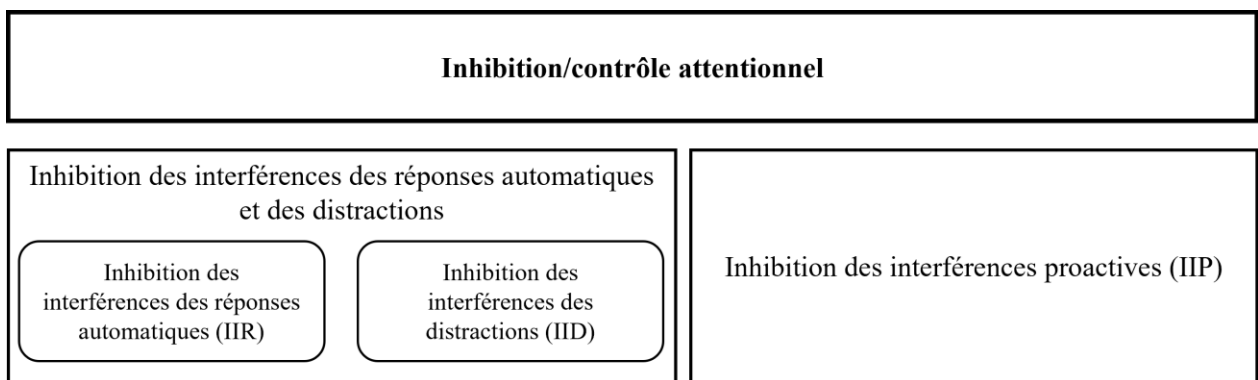
C’est sous le cadre de la théorie du désengagement affaibli que s’insère le présent mémoire. Le contrôle attentionnel sera considéré comme un regroupement de trois sous-fonctions cognitives : la mise à jour et la surveillance du contenu de la mémoire de travail (mise à jour), l’alternance entre différentes représentations ou règles mentales (flexibilité cognitive) et l’inhibition (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000). Dans ce mémoire, l’inhibition sera l’objet d’un intérêt particulier étant donné qu’il semble exister des liens entre la rumination-état et l’inhibition, mais pas avec les autres sous-fonctions du contrôle attentionnel (Davis & Nolen-Hoeksema, 2000; Watkins & Brown, 2002; Beckwé & Deroost, 2016). Ainsi, dans la prochaine section, le modèle théorique de l’inhibition servant de cadre à ce mémoire sera expliqué.

1.3 L’inhibition

L’inhibition est un terme utilisé de façon large et inconsistante entre les auteurs dans la littérature. En effet, ce terme est utilisé comme un synonyme à d’autres termes tels que « contrôle attentionnel » ou « contrôle des interférences » (Friedman & Miyake, 2004). Ces termes sont

généralement utilisés pour désigner une fonction cognitive exécutive regroupant plusieurs processus qui seraient liés, mais qui sont dissociables. En effet, Friedman et Miyake (2004) ont proposé et testé un modèle selon lequel l'inhibition serait un regroupement de sous-fonctions composé de [1] l'inhibition des interférences proactives (IIP) et de [2] l'inhibition des réponses automatiques et des distractions (voir Figure 1.2). Cette dernière sous-fonction regrouperait (1) l'inhibition de l'interférence des réponses automatiques (IIR) et (2) l'inhibition des interférences des distractions (IID). Selon leur modèle, l'IIR correspondrait à la capacité à se retenir d'effectuer une action automatique, l'IID correspondrait à la capacité à prévenir l'entrée d'informations impertinentes dans le champ attentionnel ou dans la mémoire de travail et l'IIP correspondrait à la capacité à ignorer des informations précédemment pertinentes, mais qui ne le sont plus. Dans une discussion de leur modèle, les auteurs ont proposé que des similarités entre les tâches de Stroop et de Flanker, deux tâches qu'ils ont utilisées, aient artificiellement augmenté la liaison entre l'IIR et l'IID. En effet, ces deux fonctions seraient sollicitées dans ces deux tâches. Par exemple, pendant une tâche de Stroop, en plus d'inhiber une prédisposition à répondre en fonction d'une dimension particulière (couleur de l'encre ou le mot présenté), il faut inhiber la distraction amenée par la présence de l'autre dimension (p.ex. ignorer le mot lorsqu'il faut nommer la couleur de l'encre).

Figure 1.2 Modèle de l'inhibition de Friedman et Miyake (2004).



Note. L'IIR et l'IID sont regroupés dans la sous-fonction d'inhibition des réponses automatiques et des distractions.

Stahl et ses collègues (2014) ont alors testé la proposition que l'inhibition des réponses automatiques est dissociable de l'inhibition des distractions. Pour ce faire, ils se sont assurés que

les mesures utilisées ne mesurent qu'une seule sous-fonction de l'inhibition et donc, que ces mesures ne soient pas contaminées par la sollicitation des autres sous-fonctions. Ils ont également utilisé des mesures et indices uniformes entre les tâches pour exclure la possibilité que leurs résultats s'expliquent par des différences de mesures. Stahl et ses collègues (2014) ont montré que l'IIR est dissociable de l'IID et que ces fonctions sont dissociables de l'IIP. Ainsi, dans ce mémoire, l'inhibition est considérée comme un groupe de fonctions cognitives constitué de l'IIR, de l'IID et de l'IIP. Dans la prochaine section, je présenterai quelques approches pour étudier la relation entre la rumination et la cognition.

1.4 L'étude de la rumination

Pour étudier la rumination sous une approche cognitive, il existe plusieurs approches qui impliquent généralement une mesure de la rumination ainsi qu'une ou plusieurs tâches cognitives. Dans certains cas, la rumination est étudiée comme une tendance (rumination-trait). Dans d'autres, elle est étudiée comme un état (rumination-état). Dans cette deuxième approche, les niveaux de rumination de participants peuvent être expérimentalement manipulés. Dans cette section, la pertinence de chacune de ces approches ainsi que quelques outils leur étant associés seront brièvement présentés.

L'étude de la rumination-trait se fait généralement en mesurant cette tendance chez des participants par des questionnaires autorapportés ainsi qu'en leur faisant effectuer des tâches cognitives. Un exemple de questionnaire fréquemment utilisé dans les études sur la rumination est le *Rumination Response Scale* (RRS) tiré du *Response Style Questionnaire* (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991). Cette sous-échelle du *Response Style Questionnaire* est constituée de 22 items qui sont des affirmations (par exemple : « je pense à d'autres moments dans lesquels j'ai été déprimé ») décrivant une réaction vis-à-vis de la détresse, centrées soit sur le soi, sur les symptômes ou sur les causes et les conséquences de cette détresse. Elle comporte d'excellentes propriétés psychométriques en considérant que son alpha de Cronbach est de 0,89 et qu'elle a été montrée comme significativement corrélée ($r = 0,62$) avec l'adoption de la rumination face à la détresse rapportée par les participants dans un journal sur une période de 30 jours à la suite d'un événement traumatique (voir Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991). L'étude de la rumination-trait trouve sa pertinence en ce qu'elle permet de mieux comprendre ce qui rend un individu plus propice à

ruminer qu'un autre, mais aussi à mieux comprendre quels facteurs contextuels peuvent précipiter la rumination chez ceux-ci (p. ex. : Zetsche & Joormann, 2011).

L'étude de la rumination-état diffère en ce qu'il peut parfois y avoir une manipulation expérimentale des niveaux de rumination des participants, ce qui aide à mieux comprendre les mécanismes sous-jacents au processus de la rumination (p. ex. : Watkins & Brown, 2002). Cette manipulation expérimentale consiste généralement à demander à des participants de réfléchir à des affirmations centrées sur le soi et sur les émotions négatives afin d'induire un état de rumination (Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Watkins & Brown, 2002; Kross, Ayduk, & Mischel, 2005; Philippot & Brutoux, 2008; Cooney, Joormann, Eugène, Denis, & Gotlib, 2010; Huffziger, Ebner-Priemer, Koudela, Reinhard, & Kuehner, 2012; Grol, Hertel, Koster, & De Raedt, 2015; Lewis et al., 2019). Certains auteurs vont également induire une humeur négative liée à un événement passé chez les participants avant l'induction de la rumination étant donné que, par définition, la rumination survient en réponse à de la détresse et que son orientation temporelle se situe vers le passé (p. ex., Watkins & Brown, 2002; Lewis et al., 2019). Enfin, les auteurs comparent généralement la performance de ces participants à des tâches cognitives à celle de participants d'un groupe témoin. Les participants du groupe témoin réfléchissent plutôt à des affirmations centrées à l'extérieur du soi et ne concernant pas les émotions. Par exemple, Lyubomirsky et Nolen-Hoeksema (1995) demandaient à des participants d'un groupe de réfléchir à des affirmations comme « pourquoi est-ce que je réagis de cette manière? » Les participants d'un autre groupe réfléchissaient alors à des affirmations comme « un bateau qui traverse l'Atlantique. »

Ces deux approches sont complémentaires, car elles permettent de mieux comprendre les facteurs menant à la rumination, mais aussi ceux qui font qu'elle persiste dans le temps. Elles permettent aussi de mieux comprendre les conséquences qu'elles peuvent avoir sur la santé mentale des individus ainsi que les liens entre la rumination et le fonctionnement cognitif. Dans ce mémoire, l'approche utilisée est celle de la rumination-état étant donné que l'objectif est de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents au processus de la rumination, c'est-à-dire à ce qui se produit lorsqu'un individu s'engage dans la rumination.

Dans la prochaine section, je présenterai quelques études reflétant les connaissances actuelles sur la relation entre la rumination et des fonctions cognitives spécifiques. Je terminerai ensuite avec un récapitulatif de ces études.

1.5 Rumination et fonctionnement cognitif

En considérant les impacts négatifs de la rumination, plusieurs recherches ont été effectuées afin de mieux comprendre les processus cognitifs lui étant associés. En plus des effets de la rumination sur les habiletés de résolution de problèmes (Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Lyubomirsky et al., 1999; Watkins & Baracaia, 2002), des liens ont été trouvés entre la rumination et des altérations du fonctionnement cognitif. Par exemple, Hsu, Beard, Rifkin, Dillon, Pizzagalli et Björgvinsson (2015) ont observé une association entre de moins bonnes habiletés de contrôle attentionnel et une plus grande tendance à ruminer chez des participants déprimés. Pour ce faire, des participants ont rempli un questionnaire autorapporté mesurant la capacité à centrer son attention sur des stimuli pertinents en ignorant des distractions ainsi que la capacité à déplacer son attention. Ils remplissaient aussi le RRS, un questionnaire mesurant les symptômes dépressifs ainsi qu'un questionnaire mesurant les symptômes d'anxiété généralisée. Leurs résultats ont montré que la tendance à ruminer jouait un rôle médiateur dans la relation entre les symptômes d'anxiété et de dépression et des déficiences de contrôle attentionnel.

De façon plus précise, d'autres auteurs ont observé des liens entre la rumination et des altérations de la mémoire de travail (Joormann, Levens, & Gotlib, 2011), de la flexibilité cognitive (Davis & Nolen-Hoeksema, 2000; De Lissnyder, Koster, Derakshan, & De Raedt, 2010; Koster, De Lissnyder, & De Raedt, 2013), et des fonctions d'inhibition (Watkins & Brown, 2002; Whitmer & Banich, 2007; Philippot & Brutoux, 2008; De Lissnyder, Derakshan, De Raedt, & Koster, 2011; Le Moul, Arditte, D'Avanzato, & Joormann, 2013; Pe, Vandekerckhove, & Kuppens, 2013; Beckwé & Deroost, 2016). Dans les sous-sections à venir, quelques études de la rumination en lien avec ces fonctions cognitives seront présentées.

1.5.1 Rumination et mémoire de travail

Joormann et collaborateurs (2011) ont observé que des participants dépressifs ayant une forte tendance à ruminer ont une plus grande difficulté à manipuler du contenu émotionnellement négatif en mémoire de travail. Des participants dépressifs et non dépressifs étaient répartis en deux groupes, leur tendance à ruminer était mesurée avec le RRS, puis ils effectuaient une tâche de mémoire de travail. La tâche consistait à mémoriser en fonction d'une amorce une liste de trois mots présentés successivement. L'amorce indiquait au participant s'il devait mémoriser les mots dans leur ordre de présentation (antérograde) ou dans l'ordre inverse (rétrograde). Les participants

devaient ensuite identifier quelle position occupait un mot cible dans cette liste. Par exemple, pour une amorce antérograde, si un mot cible était présenté en premier, le participant devrait indiquer que la cible occupait la première position. À l'inverse, si l'amorce était rétrograde, le participant devait indiquer que la cible occupait la troisième position dans la liste. La liste était toujours composée d'un mot de valence (caractère plaisant ou déplaisant) positive, d'un mot neutre et d'un mot de valence négative, mais leur position variait durant la tâche. Pour mesurer la capacité des participants à manipuler du contenu en mémoire de travail, les auteurs ont calculé des *sorting costs* en soustrayant les temps de réaction moyens des essais rétrogrades à ceux des essais antérogrades pour chaque valence de mots à identifier. Les résultats ont montré que la tendance à ruminer de participants dépressifs prédisait les *sorting costs* pour des mots négatifs, mais pas pour les mots à valence positive ou neutre. Cela reflète une plus grande difficulté à manipuler du contenu émotionnellement négatif chez ces participants. Les auteurs ont postulé que cette difficulté pourrait être due à une altération de la flexibilité cognitive. Ces résultats sont compatibles avec ceux des travaux d'autres auteurs (Davis et Nolen-Hoeksema, 2000; Donaldson, Lam, & Matthews, 2007; De Lissnyder et al., 2010; Koster et al., 2013) ayant examiné la relation entre la rumination et la flexibilité cognitive.

1.5.2 Rumination et flexibilité cognitive

Davis et Nolen-Hoeksema (2000) ont observé que des participants ayant une forte tendance à ruminer montraient moins de flexibilité cognitive, donc une moins bonne capacité à s'ajuster à des changements dans l'environnement. Pour ce faire, les auteurs ont réparti des étudiants universitaires dans deux groupes en fonction de leur forte ou de leur faible tendance à ruminer selon leurs réponses à une version abrégée de 10 items du RRS. Les participants rapportant « souvent » ou « toujours » à 5 items ou plus du questionnaire étaient affectés au groupe à forte tendance. Ceux rapportant « souvent » ou « toujours » pour un item ou moins étaient assignés au groupe à faible tendance. L'ensemble des participants effectuaient ensuite un ensemble de tests cognitifs, dont la *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST). Cette tâche consiste à déterminer quelle règle utiliser pour classer des cartes tirées dans des paquets qui varient en fonction de la couleur, de la forme et du nombre. À chaque tentative de classement d'une carte, une rétroaction est donnée au participant et il doit s'ajuster en fonction de celle-ci. Lorsque le participant classe correctement les cartes qu'il a tiré un certain nombre de fois d'affilée, la règle de classement des cartes change. La tâche se termine lorsque chaque carte a été correctement classée. La performance est bonne à

cette tâche lorsque le participant identifie rapidement la nouvelle règle de classement des cartes. Une mauvaise performance à cette tâche est associée à une moins bonne flexibilité cognitive ainsi qu'à une moins bonne capacité d'IIP. L'altération de la flexibilité cognitive des participants ayant une forte tendance à ruminer se manifestait dans un plus grand nombre d'erreurs de persévération dans l'utilisation de règles inappropriées pour classer les cartes.

De Lissnyder et collaborateurs (2010) ont également observé une association entre une plus grande tendance à ruminer et une moins bonne flexibilité cognitive. De plus, les auteurs ont observé une association entre une plus grande tendance à ruminer et des difficultés d'IIP lorsque les informations précédemment pertinentes sont d'une valence émotionnelle négative. Pour ce faire, les auteurs ont réparti des étudiants universitaires en deux groupes en fonction de leurs niveaux de symptômes de dépression. Les participants à l'étude remplissaient le RRS et effectuaient une *Affective Shift Task* qui permet de mesurer les habiletés d'IIP et de flexibilité cognitive. Dans cette tâche, un mot (amorce) parmi les mots « émotion », « sexe » ou « couleur » est présenté avant l'apparition de quatre visages différant selon les dimensions du sexe (mâle ou femelle), de l'émotion (fâché ou joyeux) et de la couleur (gris foncé ou gris pâle). Les participants doivent identifier quel visage est différent des autres en fonction de l'amorce présentée avant l'apparition des visages. Les participants ayant une plus grande tendance à ruminer montraient une plus grande difficulté à changer de règle pour identifier lequel des visages était différent. De plus, indépendamment de leurs niveaux de symptômes de dépression, les participants ayant une plus forte tendance à ruminer répondaient plus rapidement lorsqu'ils devaient réagir à un visage colérique après avoir inhibé un visage colérique dans les trois précédents essais. Il est important de noter qu'il n'y avait pas de différence entre les groupes lorsque les participants devaient réagir à un visage joyeux après avoir inhibé un visage positif dans les trois essais précédents. Cela suggère une difficulté d'inhibition des visages négatifs, donc d'IIP pour des informations négatives.

Dans une autre étude, Koster et collaborateurs (2013) ont observé une association entre une plus forte tendance à ruminer et une plus grande difficulté à alterner de façon flexible entre des informations neutres et émotionnelles en mémoire de travail. Dans une *Internal Shift Task*, des participants devaient mentalement faire le dénombrement de stimuli présentés en fonction de leur appartenance à des catégories dans une condition neutre et une condition émotionnelle. Dans la condition neutre, les participants dénombreaient le nombre de visages masculins et féminins alors

que dans la condition émotionnelle, ils dénombraient le nombre de visages en fonction de leur expression neutre ou colérique. Les visages étaient présentés un à la fois et lorsqu'un nouveau visage était présenté, les participants appuyaient sur une touche pour indiquer qu'ils l'avaient ajouté au dénombrement. Dans la condition émotionnelle, les participants ayant une forte tendance à ruminer répondaient plus lentement lorsqu'un visage neutre était présenté après un visage colérique. Cette différence ne se manifestait pas dans la condition neutre et chez les participants ayant une faible tendance à ruminer. Ces résultats suggèrent que les participants ayant une forte tendance à ruminer ont une plus grande difficulté à changer de catégorie de classification lorsque celle étant active en mémoire de travail est d'une valence négative. Cela refléterait ainsi une altération de la flexibilité cognitive dans un contexte émotionnel.

Donaldson et ses collaborateurs (2007) ont observé que des participants dépressifs manifestaient une moins bonne flexibilité cognitive et qu'une plus grande tendance à ruminer était associée à une augmentation de ces biais. Dans leur étude, les auteurs ont recruté un groupe de participants dépressifs et un groupe de participants non dépressifs. Dans chaque groupe, deux sous-groupes de participants étaient formés selon qu'ils effectuaient une tâche d'induction de rumination ou une tâche de distraction. La tendance à ruminer des participants était également mesurée avec le RRS. L'ensemble des participants effectuaient ensuite une *Dot-Probe Task* qui consiste à demander aux participants de déterminer la position d'un point (cible) à l'écran. Avant la présentation de la cible, une croix de fixation est accompagnée en dessus et en dessous d'un mot positif, neutre ou négatif formant une paire. Chaque paire de mots comportait toujours au moins un mot neutre. La cible apparaissait ensuite à l'emplacement d'un des deux mots. Des scores de biais attentionnels étaient calculés comme la différence entre les temps de réaction pour une cible présentée à l'emplacement opposé du mot émotionnel et pour une cible présentée au même endroit qu'un mot émotionnel. Par exemple, pour une paire de mots d'une valence neutre et négative, le score de biais attentionnel pour des mots négatifs représentait la différence entre les temps de réaction lorsqu'une cible était présentée à l'emplacement du mot neutre et lorsque la cible était présentée à l'emplacement du mot négatif. Les résultats n'ont pas montré d'influence significative de l'engagement dans la rumination (rumination-état) sur la performance des participants, mais une plus grande tendance à ruminer (rumination-trait) était associée à de plus grands scores de biais attentionnels pour des mots négatifs chez les participants dépressifs. Cela reflète donc une altération que la tendance à ruminer est associée à une exacerbation des biais de flexibilité cognitive

associés à la dépression se manifestant dans une plus grande difficulté à déplacer son attention lorsqu'elle est dirigée vers des informations négatives.

Il apparaît donc qu'une plus grande tendance à ruminer est marquée par une réduction de la flexibilité cognitive rendant plus difficile l'adaptation à des changements dans l'environnement. Cette réduction de la flexibilité cognitive semble également avoir des spécificités en lien avec des informations émotionnelles. D'autre part, celle-ci ne semble pas être associée à la rumination-état. Les résultats de travaux d'autres auteurs montrent que la rumination est aussi associée à des difficultés au niveau des fonctions d'inhibition. Dans la prochaine sous-section, quelques-uns de ces travaux seront ainsi présentés selon la sous-fonction d'inhibition que les auteurs ont étudiée.

1.5.3 Rumination et inhibition

1.5.3.1 Rumination et inhibition des interférences des réponses automatiques (IIR)

La rumination semble liée à des altérations des habiletés d'inhibition des interférences des réponses automatiques. En effet, Watkins et Brown (2002) ont observé que des participants déprimés, lorsqu'ils sont engagés dans la rumination, montrent davantage de difficultés d'IIR. Les auteurs ont comparé la performance à une tâche d'IIR de participants déprimés et non déprimés lorsqu'ils sont engagés ou non dans la rumination (rumination-état). La tâche effectuée par les participants consistait à nommer 100 chiffres allant de 1 à 9 dans un ordre aléatoire au rythme d'un métronome. Les auteurs ont observé que les participants déprimés, lorsqu'ils étaient engagés dans la rumination, avaient tendance à nommer les chiffres dans un ordre moins aléatoire ce qui suggère une déficience de la fonction d'IIR.

Philippot et Brutoux (2008) ont également observé une altération de la capacité d'IIR chez des étudiants déprimés engagés dans la rumination. En effet, chez les participants déprimés, la rumination-état menait à un plus grand nombre d'erreurs d'interférences (nommer le mot plutôt que la couleur de l'encre avec laquelle le mot est écrit) à une tâche de Stroop ainsi qu'à un plus grand index d'interférences (plus grande augmentation du temps pris pour terminer la tâche lorsqu'il y a des interférences). Ainsi, il semble y avoir un impact de la rumination-état sur la capacité à inhiber les interférences des réponses automatiques. Ces effets sur la capacité d'IIR semblent aussi liés à une plus forte tendance à ruminer.

De Lissnyder et collaborateurs (2011) ont observé qu'une forte tendance à ruminer, telle que mesurée par le RRS, était associée à une plus grande difficulté à inhiber une saccade oculaire lorsque des participants devaient détourner leur regard d'un stimulus à une tâche d'anti-saccade. Dans cette tâche, les participants doivent diriger (pro-saccade) ou éviter (anti-saccade) de diriger leur regard sur un stimulus ovale en fonction d'un symbole (un diamant blanc ou un cercle blanc) présenté avant indiquant laquelle des consignes adopter. Le stimulus ovale apparaît soit à gauche ou à droite de l'écran alors que le symbole apparaît au centre de l'écran. Les participants ayant une plus forte tendance à ruminer prenaient plus de temps à détourner leur regard dans la condition d'anti-saccade que ceux ayant une faible tendance à ruminer alors qu'il n'y avait aucune différence dans la condition pro-saccade. Cette différence n'était pas associée au niveau de symptômes de dépression des participants. L'ensemble de ces études suggèrent donc que des liens avec des altérations de l'IIR existent tant pour la tendance à ruminer que pour la rumination-état.

1.5.3.2 Rumination et inhibition des interférences proactives (IIP)

Des liens existent aussi entre la rumination et des altérations d'inhibition des interférences proactives. Par exemple, Whitmer et Banich (2007) ont observé qu'une forte tendance à ruminer est associée à des difficultés d'IIP, reflétant une inflexibilité. Les auteurs ont recruté deux groupes de participants sélectionnés en fonction de leur forte ou de leur faible tendance à ruminer telle que mesurée par le RRS. Les participants ayant des scores dans les 10% plus faibles étaient affectés au groupe à faible tendance tandis que ceux ayant des scores dans les 10% plus élevés étaient assignés au groupe à forte tendance. L'ensemble des participants ont effectué une tâche de *Task-Switching* permettant de mesurer les habiletés d'IIP. Cette tâche consiste à identifier le rectangle qui diffère des autres parmi quatre rectangles en fonction d'une des trois dimensions possibles soit la taille, le mouvement ou l'orientation. Une amorce présentée avant l'apparition des rectangles indique au participant laquelle des dimensions utiliser pour identifier le rectangle qui diffère. À cette tâche, les participants ayant une forte tendance à ruminer, en comparaison à ceux ayant une faible tendance, avaient moins de difficulté à identifier un stimulus déviant lorsque la dimension d'identification avait été récemment utilisée ce qui reflète une moins bonne capacité d'inhibition des interférences proactives.

Beckwé et Deroost (2016) ont aussi observé une altération de la capacité d'IIP chez des participants ayant une forte tendance à ruminer telle que mesurée par le RRS. Dans une première

expérience, la performance à une *Exogenous Cueing Task* émotionnelle d'un groupe de participants ayant une forte tendance (score plus élevé que 58) à ruminer était comparée à celle d'un groupe ayant une faible tendance (scores plus faibles que 43). Cette tâche consiste à identifier si un point (cible) apparaît à gauche ou à droite à l'écran d'un ordinateur. Au début de chaque essai, une croix de fixation est présentée à l'écran pendant que des carrés pouvant contenir une amorce sont présentés à la droite et à la gauche de la croix. Ensuite, le point apparaît dans un des carrés et le participant doit entrer sa réponse. Le point peut apparaître dans le carré contenant l'amorce ou dans l'autre. Dans leur version de la tâche, les auteurs ont utilisé des traits de personnalité positifs et négatifs comme amorces. Les participants ayant une forte tendance à ruminer, en comparaison à ceux ayant une faible tendance, répondaient plus lentement lorsque la cible apparaissait du côté opposé à une amorce négative. Cela reflète une difficulté à désengager l'attention de sur des informations négatives précédemment pertinentes, mais qui ne le sont plus (IIP). Ainsi, une forte tendance à ruminer semble ainsi liée à des biais d'IIP généraux, mais aussi plus spécifiques à du contenu négatif. Ces liens semblent aussi exister pour la rumination-état.

Le Moul et collaborateurs (2013) ont observé une association entre la rumination-état et des biais d'IIP chez des participants ayant des niveaux élevés de symptômes de dépression. Dans cette étude, les auteurs ont recruté des étudiants en psychologie et les ont répartis dans deux groupes selon leurs niveaux de symptômes de dépression. Les participants effectuaient une tâche comportant des éléments d'incontrôlabilité et de jugement social afin d'induire une détresse puis leurs niveaux de rumination-état étaient mesurés avec le *State Rumination Questionnaire* (SRQ). Ce questionnaire a été construit par les auteurs et son indice de consistance interne est de 0,7. Enfin, les participants effectuaient une *Exogenous Cueing Task* similaire à celle de Beckwé et Deroost (2016), mais dans laquelle les amorces étaient des expressions faciales émotionnelles (EFE) de joie, de colère, de tristesse ou de neutralité et la cible était la lettre E ou F. Les participants devaient identifier quelle lettre était présentée et celle-ci était présentée du même côté ou du côté opposé à l'amorce. Chez les participants ayant de hauts niveaux de symptômes de dépression, des niveaux élevés de rumination-état étaient corrélés avec des difficultés d'IIP lorsque la cible était présentée du côté opposé à une amorce négative (colère ou tristesse). Il semble donc exister une association entre la rumination-état et des biais d'IIP spécifiques à des informations émotionnelles négatives, mais, étant donné la nature corrélative des résultats de la dernière étude, il n'est pas clair si ce lien est mieux expliqué par les symptômes de dépression ou par la rumination.

1.5.3.3 Rumination et inhibition des interférences des distractions (IID)

Enfin, il existe des liens entre la rumination et des altérations de l'inhibition des interférences des distractions. Pe et collaborateurs (2013) ont observé qu'une plus grande tendance à ruminer, telle que mesurée avec le RRS, était associée à une meilleure capacité d'IID lorsque l'attention doit être centrée sur des informations négatives et ce, indépendamment de la dépression. Les auteurs ont mesuré la tendance à ruminer et les niveaux de dépression d'étudiants universitaires avant qu'ils effectuent une tâche de Flanker émotionnelle. Cette tâche, qui permet de mesurer la fonction d'IID dans un contexte émotionnel, consiste à identifier une cible, située au centre d'un écran, accompagnée de distracteurs présentés horizontalement à ses flancs. Les participants doivent donc identifier une caractéristique de la cible en ignorant les interférences en provenance des stimuli distracteurs. Dans l'étude de Pe et ses collaborateurs (2013), la cible et les distracteurs étaient des mots émotionnels (positifs ou négatifs) et neutres et les distracteurs étaient présentés en dessus et au-dessous du mot cible. Les participants devaient identifier si la cible était d'une valence positive ou négative dans des conditions variant selon la valence des distracteurs : conditions congruentes (la valence des mots distracteurs est la même que pour la cible), conditions neutres (mots distracteurs neutres) ou conditions incongruentes (la valence des mots distracteurs est opposée à celle de la cible). À cette tâche, plus la tendance à ruminer des participants était forte, moins la performance était affectée par la présence de distracteurs congruents ou incongruents lors de l'identification d'une cible négative. Les participants étaient donc moins facilement distraits par la présence d'informations distractrices négatives ou positives lorsque leur attention devait être dirigée vers des informations négatives, ce qui reflète une meilleure habileté d'IID spécifique au contenu négatif. Cependant, les preuves de l'existence de ce lien sont mixtes. En effet, les résultats d'autres études sont contradictoires à ceux de Pe et collaborateurs (2013).

Zetsche, D'Avanzato et Joorman (2012) ont mesuré la tendance à ruminer de participants dépressifs et non-dépressifs avec le RRS avant de comparer leur performance à une tâche de Flanker émotionnelle similaire à celle de Pe et collaborateurs (2013). Les auteurs ont observé une diminution de la capacité d'IID chez des participants déprimés lorsque les interférences étaient des informations négatives, mais cette diminution n'était pas associée à la tendance à ruminer. Quigley (2017) a obtenu des résultats similaires à ceux de Zetsche et collaborateurs (2012). L'auteur a mesuré la tendance à ruminer avec le RRS puis a comparé la performance de participants dépressifs, non dépressifs ou en rémission à une tâche de Flanker émotionnelle. Dans sa tâche,

l'auteur présentait des EFEs plutôt que des mots émotionnels. L'auteur n'a pas observé de liens entre la tendance à ruminer des participants et leur performance à la tâche de Flanker. Considérant les résultats de ces trois études, la relation entre la rumination et des altérations de l'IID reste donc à clarifier.

1.5.4 Rumination et fonctionnement cognitif : Récapitulatif

Les résultats des travaux présentés dans cette section montrent qu'il existe des similarités et des différences entre la tendance à ruminer et la rumination-état du point de vue des fonctions cognitives touchées. En premier lieu, une plus grande tendance à ruminer est associée à une plus grande difficulté à manipuler du contenu émotionnellement négatif en mémoire de travail (Joormann et al., 2011). En deuxième lieu, les altérations de la flexibilité cognitive associées à une plus grande tendance à ruminer ne semblent pas être partagées par la rumination-état (Davis & Nolen-Hoeksema, 2000; De Lissnyder et al., 2010; Koster et al., 2013). En dernier lieu, elles diffèrent dans leurs liens avec les fonctions d'inhibition. En effet, elles ont en commun des liens avec des altérations de l'inhibition des interférences des réponses automatiques (Watkins & Brown, 2002; Philippot & Brutoux, 2008; De Lissnyder et al., 2011) et il existe des preuves qu'elles partagent des liens avec des altérations de l'IIP (Whitmer & Banich, 2007; Le Moullet et al., 2013; Beckwé & Deroost, 2016). Cependant, les résultats des études portant sur les liens avec des altérations de l'IID sont mixtes. D'une part, il n'est pas clair si ces liens existent avec la tendance à ruminer (Zetsche et al., 2012; Pe et al., 2013; Quigley, 2017) et de l'autre, à ma connaissance, il n'existe aucune étude portant sur ces liens avec la rumination-état. Dans la prochaine section, l'objectif et les hypothèses du mémoire seront décrits et une brève justification de la méthodologie sera rapportée.

1.6 Objectifs et hypothèses

En considérant les résultats des travaux présentés précédemment et le fait que la relation entre la rumination-état et l'IID n'est pas claire, l'objectif de ce mémoire était de clarifier la nature de la relation entre la rumination-état et des altérations de l'inhibition des informations distractrices (IID). Pour ce faire, il tentait de déterminer s'il existe un lien entre la rumination et des altérations de l'IID spécifique à des informations émotionnelles. Compte tenu que les liens entre la rumination-état et l'IID n'ont, à ma connaissance, pas été étudiés, nous avons basés nos hypothèses sur les résultats d'études de la rumination-trait en supposant que les impacts devraient être

similaires. En effet, nous avons considéré que si la rumination-trait est associée à des altérations de l'IID, ces associations devraient pouvoir être observées pour la rumination-état. Nous avons trois hypothèses. La première hypothèse était que des altérations de l'IID liées à la rumination existent, mais seulement pour des informations émotionnelles. Nous avons donc prédit que la performance (taux de bonnes réponses et temps de réaction) de participants à une tâche d'IID neutre (sans contexte émotionnel) ne serait pas affectée par la rumination alors qu'elle le serait dans une tâche avec contenu émotionnel (des EFE). La deuxième hypothèse était que la rumination diminuerait la capacité d'IID négatives lorsque l'attention doit être dirigée vers des informations positives. Nous avons ainsi prédit que la performance à une tâche d'IID émotionnelle serait affectée par la rumination dans cette situation. La dernière hypothèse était que la rumination augmenterait la capacité d'inhibition d'informations distractrices positives lorsque l'attention doit être dirigée vers des informations négatives. Nous avons prédit que cette différence se manifesterait dans la performance à une tâche d'IID émotionnelle. Pour tester nos hypothèses, nous avons construit deux expériences dans lesquelles deux groupes de participants effectuaient une tâche d'IID. Dans un groupe, un état de rumination était induit chez les participants et leur performance était comparée à celle de l'autre groupe chez qui elle n'était pas induite. Dans la première expérience, la tâche d'IID était sans contenu émotionnel. Dans la deuxième, la tâche comportait du contenu émotionnel.

**Chapitre 2 – Effects of induced rumination on the inhibition
of emotional interferences: more negative, less positive**

Manuscrit soumis au journal *Psychological Research* (en date du 28 juillet 2022)

Jean-Philippe Ferron and Simon Rigoulot¹

Department of Anatomy, Université du Québec à Trois-Rivières

Department of Psychology, Université du Québec à Trois-Rivières

¹International laboratory for Brain, Music and Sound Research

Author Note

Jean-Philippe Ferron, Department of Psychology, Université du Québec à Trois-Rivières;
Simon Rigoulot, Department of Psychology, Université du Québec à Trois-Rivières.

We thank Antoine Bergeron for his involvement in the process of recruitment and in task programming. This study was not preregistered. The data and materials are publicly available on Open Science Factor (OSF) via this link:

https://osf.io/g9mvh/?view_only=a317daf98fec462283b4f56591132dd3

Correspondence concerning to this article should be addressed to Simon Rigoulot,
Department of Psychology, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, E-mail:

Simon.rigoulot@uqtr.ca

Contribution des auteurs:

Jean-Philippe Ferron : Planification, collecte des données, analyse et interprétation des données, rédaction et révision du manuscrit.

Simon Rigoulot : Planification, financement et révision du manuscrit.

2.1 Abstract

Rumination is a type of repetitive negative thinking that occurs in response to a distressing past event. It was proposed that rumination results from impairments in the ability to disengage attention from negative information. However, the cognitive mechanisms of this impact and the role of emotional content are still unclear. Therefore, we designed two experiments in which we compared the performance of two groups of healthy participants aged from 18 to 35 years old to inhibition of interference from stimulus tasks with or without emotional content. In one group, rumination was induced by instructing the participants to think about a recently experienced negative event, then about statements that stimulate ruminative thoughts. The other group, used as control, was instead instructed to think about their day and neutral statements. State rumination levels were assessed before and after the thinking tasks. In the first experiment, 34 participants performed an arrow flanker task. In the second experiment, 57 participants did the same procedure, but with emotional facial expressions (sad, neutral, and happy) instead of arrows. While rumination was successfully induced in both experiments, no difference in the performance between the groups was found in the first experiment. In the second, we found that state rumination enhanced the inhibition of interference from stimulus for negative targets and impaired it for positive targets. These findings suggests that the persistence of attention on negative information during rumination may be explained by less distraction to negative information, but also because of more distraction to positive information.

Keywords: Rumination, inhibition of stimulus interference, rumination induction, emotional faces, attention

2.2 Introduction

Rumination refers to the repetition of negative thoughts linked to a stressful or aversive event (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1993). It has been consistently associated with depression, a mood disorder generating distress within people affected. It is estimated by the World Health Organization that 264 million people suffers from depression globally (James et al., 2018). Even though rumination is considered as a risk factor for developing and maintaining depressive disorders (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1993; Nolen-Hoeksema, Wisco, & Lyubomirsky, 2008; Watkins, 2018), specific impacts of rumination on cognitive functions are not perfectly understood. The impaired disengagement hypothesis suggests that a high tendency to ruminate (trait rumination) is explained by alterations of attentional control (Koster, De Lissnyder, Derakshan, & De Raedt, 2011). These alterations would impair the ability of ruminators to disengage from negative information (Koster et al., 2011). However, what happens when an individual is engaged in rumination (i.e., in a current ruminating *state*) is not well understood. Consequently, the goal of this study was to better understand the cognitive and emotional effects of state rumination.

2.2.1 Rumination

According to the response style theory (Nolen-Hoeksema, 1991), individuals tend to adopt a particular response style when facing distress unfolding from an interpersonal conflict or a job interview that did not go well. Indeed, some individuals tend to distract themselves from this distress, while others tend to focus on it in a negative way. This focus on negativity, corresponding to rumination, is a maladaptive response style consisting in a passive and repetitive self-focus about the implications, the significations, and the consequences of one's distress (Fang, Sanchez-Lopez, & Koster, 2019; Nolen-Hoeksema et al., 2008). It is a dysfunctional emotional regulation strategy since it does not help to solve the issues faced and it even tends to amplify the negative affects of individuals engaged in it (Bushman, 2002; Nolen-Hoeksema et al., 2008). Rumination also seems to interfere with executive cognitive functions (at least in depressed patients) and, by doing so, among others, impair problem-solving abilities (Watkins & Brown, 2002).

Rumination is linked with attentional control impairments, an executive function defined as the ability to direct attention towards relevant information and inhibit distraction from these. Here, attentional control is conceived as the result of three cognitive functions: (1) updating and monitoring of working memory representations (updating), (2) shifting between tasks or mental

sets (set shifting) and, (3) inhibition (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000). According to Stahl, Voss, Schmitz, Nuszbaum, Tüscher, Lieb, and Klauer (2014), what is commonly referred to as inhibition refers to three subfunctions: (1) inhibition of response interference (i.e., inhibiting an automatic response such as in a Go NoGo task), (2) inhibition of interference from stimulus (IIS; i.e., inhibiting irrelevant information from entering attention such as in a flanker task), and (3) inhibition of proactive interference (i.e., inhibiting previously relevant, but now irrelevant information).

2.2.2 General attentional control biases in rumination

Some authors investigated the relationship between attentional control and rumination. In a first study, Davis and Nolen-Hoeksema (2000) found that high trait rumination was negatively correlated with attentional control by comparing the performance at an attentional control task of university students with a high and a low tendency to ruminate. The participants performed a Wisconsin Card Sorting Task (WCST) which consists of determining what rule should be used to sort cards drawn from decks. Initially, there are four reference cards that vary in stimulus dimension (i.e., color and shape) displayed in a row. The participants must match the drawn card to one of the four key cards according to feedback they receive. After a given number of correct pairings, the rules change. The task ends when every card is sorted correctly. They found that participants with high levels of trait rumination made more perseverative errors, which suggests deficiencies of cognitive flexibility and inhibition of proactive interference. Also, the authors did not find differences between low and high trait ruminators in tasks measuring working memory such as the Backward Digit Span subscale of the WAIS-R (Wechsler, 1981) or task switching such as the color subtest. In a second study, Watkins and Brown (2002) induced rumination and distraction in depressed and non-depressed participants. The participants performed a random number generation task after each induction. This task consists of naming 100 numbers from 1 to 9 in a random order at the pace of a metronome. The authors found that rumination in depressed participants was associated with a less random number generation. Indeed, ruminating depressed participants had a higher tendency to generate numbers in patterns such as series (i.e., 1-2-3, 6-4-2). This suggests that rumination, paired with depression, is related to impairments of the ability to inhibit response interferences since the participants perseverated in patterns during the number generation (see similar observations in Philippot & Brutoux, 2008). In a third study, Whitmer and Banich (2007) investigated the association between the tendency to ruminate and impairments in

the inhibition of proactive interference or in set shifting. They recruited undergraduate psychology students with a high and low tendency to ruminate and made them perform a task-switching paradigm. This task-switching paradigm consisted of presenting four rectangles that varied in their dimension's parameters (i.e., size and shape) and asking participants to identify which one differs from the others according to a cue presented shortly before the rectangles appear. They found that a higher tendency to ruminate was associated with higher set-switching costs, which is consistent with the persistence of inward focus in rumination. However, this association disappeared when depression was included in the model. The authors also found that trait rumination was negatively correlated with the inhibition of proactive interference, consistently with the perseverative nature of ruminative thoughts. It is worth noting that this association remained when depression was included, suggesting that it is independent of depression.

Altogether, these studies suggest that rumination is more related to inhibition of proactive interference than inhibition of prepotent responses since the effect on inhibition of prepotent responses either disappeared when depression was considered or was enhanced by it. To our knowledge, most studies investigating the links between state rumination and the inhibition of interference from stimulus used emotional material in their design. It is not clear whether these effects are related to a more general deficit, specific to emotional content or exacerbated by emotional content.

2.2.3 The impaired disengagement hypothesis

According to the impaired disengagement hypothesis (Koster et al., 2011), rumination is characterized by alterations of attentional control. More precisely, the tendency to ruminate would be characterized by an impaired ability to disengage attention from negative information that is coherent with our self-image (low cognitive conflict). Thereby, individuals who engage in persistent rumination would have greater difficulty disengaging their attention from their negative thoughts (Koster et al., 2011).

The impaired disengagement hypothesis (Koster et al., 2011) is well supported by current literature on rumination and attentional control. Indeed, many studies have shown links between trait rumination and a difficulty to disengage attention toward information with a negative valence (pleasantness) of emotional information. In a first study (Donaldson, Lam, & Matthews, 2007), rumination or distraction was induced in depressed and non-depressed (used as control) participants by presenting statements aimed at promoting self-related thoughts (i.e., think about how you feel

inside) for rumination or by playing a board game for distraction. Then, the participants were compared according to their performance to a dot-probe task in which emotional (i.e., agitated or ecstasy) and neutral words (i.e., bookcase or translate) were presented. The researchers found that depressed participants exhibited an attentional bias toward negative words meaning that they spent more time looking at it before identifying the dot location. The researchers also found that higher trait rumination predicted an increase in an attentional bias toward negative information. This link was found to be independent of depression severity. No links were found with state rumination (Donaldson et al., 2007).

In another study, Koster, De Lissnyder and De Raedt (2013) split undergraduate participants in two groups depending on their high or low trait rumination levels as measured by the Rumination Response Scale (RRS; Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991). All participants performed a set shifting task (Internal Shift Task) in which emotional faces were presented. The instructions were to count the number of faces from categories according to emotional (neutral or angry) or non-emotional (male or female) conditions. For the emotional condition, as faces were presented, they belonged to the same category (no-switch) or a different category (switch) from the previous face. Researchers calculated switch costs as the difference in reaction time between switch and no-switch trials within the trial blocks. They found that participants with high tendency to ruminate were longer to respond (switch costs were bigger), but not the ones with a low tendency, which suggested a greater difficulty to disengage their attention from angry stimuli (see also Beckwé and Deroost, 2016). Considering these observations, the association between trait rumination and attentional control biases is clear, which could be even stronger in presence of emotional components.

2.2.4 Attentional control biases for emotional information in rumination

The links between rumination and the inhibition of interference from stimulus (IIS) have been studied with emotional flanker tasks (EFTs). These tasks are adaptations of the flanker paradigm from Eriksen and Eriksen (1974) which consists in the presentation of target letters (which must be identified by the participants) flanked by distracting letters. In some cases, the letters are replaced by arrows pointing either left or right and the participants must identify the direction in which a central target arrow is pointing (Weinberg, Olvet, & Hajcak, 2010; Tanovic, Hajcak, & Sanislow, 2017). These tasks are characterized by a strong compatibility effect, which is an inclination to have a poorer performance (lower accuracy and higher reaction times) when

distractors are different/incompatible from the target than when they are identical/compatible (Fenske & Eastwood, 2003). In EFTs, these stimuli are replaced with emotional ones, such as the participants must identify neutral or emotional targets among neutral or emotional distractors. Pe, Vandekerckhove and Kuppens (2013) used emotional (positive or negative) and neutral words in an EFT. Before the experiment, they asked undergraduate participants to complete the RRS (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991) to measure trait rumination and a depressive symptoms questionnaire. The researchers found that the higher the rumination score of a participant was, the stronger the facilitation effect (less interference from congruent distractors compared to incongruent distractors) of negative distractors for negative words and the weaker the facilitation effect of positive distractors for positive words (Pe et al., 2013). However, other studies could not provide evidence of this link. Zetsche, D'Avanzato and Joorman (2012) used a similar EFT as Pe and colleagues (2013). The participants trait rumination was assessed with the RRS (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991) and their depressive symptoms with a depression scale. Then, they were distributed in two groups depending on whether they had a depressive disorder or not. IIS impairments from negative stimuli in the EFT did not predict trait rumination. However, a link with the inhibition of proactive interferences was found in another task, the Working Memory Selection Task. This task consists of asking participants to memorize a set of words, to forget some of the words and then to ask the participants to recognize if a displayed word is or is not one of the words they had to remember. Their results showed that an impaired ability to inhibit negative information in the working memory significantly predicted trait rumination (Zetsche et al., 2012). In another study, Quigley (2017) used an EFT, but with faces showing happy, neutral, or sad emotional facial expressions (EFE). The participants were split in three groups depending on whether they currently had a depressive disorder, they were in remission or they never had a depressive disorder, as measured by the BDI-II (Beck, Steer, & Brown, 1996). The participants were also asked to complete the RRS (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991). Results to this study did not show any significant link between trait rumination and the compatibility effects associated with this kind of task (Quigley, 2017). The results from these studies suggest that trait rumination predicts attentional control impairments. However, these studies are limited since they give an imprecise picture of how rumination impacts cognitive and affective processes. Indeed, it is unclear how the act of ruminating itself directly modifies these processes. One way to overcome this issue could be to artificially induce a ruminating state so that the impacts of rumination on these

processes can be directly observed. Importantly, while most of the research has been done by correlating rumination trait with attentional biases, they cannot conclude causality between both factors. Determining whether rumination causes attentional control impairments would lend important insights into the potential mechanisms by which rumination persists and prolongs negative emotion. In this study, we suggest that emotional information play an important role in the onset of attentional biases related to rumination.

2.2.5 Rumination induction and emotional facial expressions

To directly study state rumination's effects on attentional control, some authors used a rumination induction task in their design (see for examples Cooney, Joormann, Eugène, Denis, & Gotlib, 2010; Grol, Hertel, Koster, & De Raedt, 2015; Huffziger, Ebner-Priemer, Koudela, Reinhard, & Kuehner, 2012; Kross, Ayduk, & Mischel, 2005; Lewis, Blanco, Raila, & Joormann, 2019; Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Watkins & Brown, 2002).

There are relatively fewer studies investigating the effects of induced rumination on attentional control within an emotional context, especially with emotional faces, and their results are quite inconsistent. In a study using emotional faces, LeMoult, Arditte, D'Avanzato, and Joormann (2013) measured state rumination with the State Rumination Questionnaire (SRQ) after psychology undergraduate participants completed a psychosocial stressor task. In this task, the participants completed three stress eliciting tasks which had elements of social evaluation and uncontrollability. Finally, there was a recovery period in which a 30-minute calming video was presented. Trait rumination was also assessed with the RRS (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991) and depressive symptoms were assessed with the Center for Epidemiological Studies-Depression Scale (CESD; Radloff, 1977). After, the participants performed an emotional Exogenous Cueing Task (ECT) in which EFEs (angry, happy, sad, or neutral) were presented either right or left in a computer screen followed by letters until a response was made. The participants had to indicate which letter was shown as quickly and accurately as possible. The results showed that high state rumination was correlated with a high difficulty to disengage attention from EFEs of anger or sadness only in participants with high levels of dysphoria. There was also a positive correlation between state rumination and difficulty disengaging from happy expressions, but only at the trend level. These results suggest that state rumination is linked to attentional biases for either emotional content, but more importantly with people showing higher levels of dysphoria. Importantly for the purpose of this study, LeMoult and colleague's study highlights that there is not a direct

correspondence between state and trait rumination, which emphasizes the importance to undertake research on induced state rumination. Moreover, the correlational nature of the analyses does not permit to infer a causal relationship. Furthermore, we can question whether these results can be truly attributed to state rumination considering that they are more in line with those obtained in studies of trait rumination such as those from Koster and colleagues (2013) and Beckwé and Deroost (2016).

In another study, Lewis and colleagues (2019) induced either rumination or worry in two groups of participants and compared their performance at an attentional task to a control group. Participants in the rumination induction group were asked to think about a past event in which they failed and the participants in the worry group were asked to think about a future event which may impact their lives. Both groups were then presented statements six statements designed to induce worry or rumination and they had to write about them. To assess the induction effects, four raters blind to the hypotheses were asked to categorize the written response to the statements according to which induction they thought the participants were in. The mood of the participants was assessed with a self-report questionnaire before and after the induction. Both trait worry and trait rumination were assessed with, respectively, the Penn State Worry Questionnaire (PSWQ; Meyer, Miller, Metzger, & Borkovec, 1990) and the RRS (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991) and depressive symptoms were assessed with the BDI-II (Beck et al. 1996). After the questionnaires and induction task, the participants performed an attentional picture-viewing task in which positive (i.e., kittens), neutral (i.e., a chess player), or negative (i.e., a skull) pictures were presented in pairs (negative-neutral, positive-neutral, and positive-negative) on a screen in a vertical pattern separated by a space. In the space between the images, a random number appeared, and, to fixate their gaze between the stimuli, the participants were asked to name that number out loud. Eye-tracking data were collected during the picture viewing task. All the participants tended to orient their attention toward negative images when they were paired with neutral ones. Although the induction conditions did not influence the initial gaze orientation, ruminating participants had an attentional bias toward positive images but did not have a greater difficulty to disengage their attention from negative ones, nor from positive ones compared to the control group (Lewis et al., 2019). However, it is important to note that only mood was assessed as an indicator for an induction check for ruminating participants. Therefore, these results could be explained by a failure to properly induce rumination, which levels have not been assessed.

This inconsistency in the results of those two studies could be explained by variations in the experimental designs and the nature of the stimuli used in the attentional control tasks. Indeed, the stimuli used in the first study were EFEs while emotional pictures were used in the second study (i.e., a picture of kittens or a picture of a handicapped soldier). It appears that there are differences in the results of the studies examining the effects of rumination on attentional control when the stimuli used in the attention tasks are EFEs. Links have been observed for EFE by LeMoult and colleagues (2013) when rumination was induced but these effects were not replicated by Quigley (2017) when rumination was not manipulated.

2.2.6 Current study

Given that most of the literature on rumination and IIS uses emotional material in their design, and that these links with state rumination are little studied, the goal of the current study was to investigate how an induced rumination state in non-clinical neurotypical participants would affect their IIS toward EFE. A first experiment was used to assess if potential attentional control impairments could be observed in a neutral (without emotional content) attentional control task. We hypothesized that, if there was IIS impairments caused by rumination, it would only be related to emotional material and, therefore, there would not be any differences in the performance from of ruminating and not-ruminating participants to an arrow flanker task (AFT). In a second experiment, the design was the same, but the arrow flanker task was replaced with an EFT in which EFEs were presented. For this experiment, we had two hypotheses. Firstly, we expected that, consistently with LeMoult and colleagues' (2013) results, inducing rumination in participants would facilitate distraction by negative EFEs when they must ignore them while paying attention to positive or neutral EFE. This would manifest, in the experimental group, by higher reaction times (RTs) and lower flanker scores to positive and neutral target faces when they are flanked by negative faces compared to when they are flanked by positive or neutral distractors. This would also show with a higher reaction times difference in the experimental group, compared to the control group, between a positive or neutral target flanked by negative faces and the same target without flanking faces. Secondly, consistently with Pe and colleagues (2013), we expected that ruminating participants would be less easily distracted by positive or neutral EFE than control participants when they must pay attention to negative EFE. This would manifest by less slowed RTs and lower flanker scores to negative faces flanked by positive or neutral faces compared to when they are flanked by positive faces. This would also show with a higher reaction times

difference in the control group, compared to the experimental group, between a positive or neutral target flanked by negative distractors and the same target without flanking faces.

2.3 Experiment 1¹

2.3.1 Method

3.1.1 Participants

Thirty-four participants were recruited (30 women). They were randomly distributed between the experimental group (n = 18, 16 women) and the control group (n = 16, 14 women). Participants were 27.0 years old (SD = 5.0) on average in the experimental group and 26.8 years old (SD = 5.1) on average in the control group. All participants spoke French as a main or as a second language. See OSF for more sociodemographic information.

Participants were recruited by publishing posters on Facebook and by paid advertisements on social media. The recruitment poster contained information on the study and did not mention rumination to avoid biases that may arise if participants have prior knowledge of the goal of the study, such as the social desirability effect (Flannelly, Flannelly, & Jankowski, 2018). The study was advertised as investigating the effects of thoughts on cognition and emotions.

The target population was non-clinical. The inclusion criteria for each group were to be aged between 18 and 35 years old and to have a sufficient level of proficiency in the French language because instructions were presented in French. The exclusion criteria for each group were the presence of diagnosed neurological or psychological disorders (including a depressive disorder), usage of drugs or medication known to affect the brain, having had a concussion in the last two years and having uncorrected visual impairments. Two prizes of 75\$ were drawn to compensate the participants. The whole study was online and was approved by a local ethics committee (CER-20-264-07.03).

¹ All the code for the behavioral tasks, the stimuli and the anonymized data is publicly available on Open Science Framework via this link: https://osf.io/g9mvh/?view_only=a317daf98fec462283b4f56591132dd3

2.3.1.2 Materials

2.3.1.2.1 *PsychoPy3*

The experiment was built with the version 2020.1.3 of PsychoPy3, an experiment building software (Peirce et al., 2019). We chose this software for its user friendliness, for the fact that it allows to export experiments through an online platform (Pavlovia) and for its good reliability of online timing and reaction times recordings (Anwyl-Irvine, Dalmaijer, Hodges, & Evershed, 2020; Sauter, Draschkow, & Mack, 2020).

2.3.1.3 Questionnaires

2.3.1.3.1 *Sociodemographic questionnaires*

A sociodemographic questionnaire was used to collect descriptive data such as age, sex, gender, level of education, main occupation, and main and second languages.

2.3.1.3.2 *Tendencies to experience depressive symptoms*

We used the depression subscale of the French-Canadian version of the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS; Savard, Gauthier, Ivers, & Bergeron, 1998; Zigmond & Snaith, 1983) to measure the participants' depressive tendencies. It has 7 items which gives a total score between 0 and 14. A score of 7 or less suggest the absence of depression while a score between 8 and 10 suggest doubtful cases of depression and a score of 11 or more points towards a likely case of depression. Five participants scored 8 or higher in the depression subscale with one scoring 11. Analyses were performed with and without the participants having a score of 8 or more to the depression subscale (see the results section).

2.3.1.3.3 *Rumination measurement*

We translated to French the Brief State Rumination Inventory (BSRI; Marchetti, Mor, Chiorri, & Koster, 2018) which was used to measure the participants' state rumination. The translated items are available on OSF. This 8-item instrument (i.e., Right now, I am reflecting about my mood.) is unidimensional. Participants had to click on a horizontal line (540 pixels in length) to indicate their level of agreement with the statement that was presented on their computer screen and received the following instructions: "Please respond to the following items by referring to the way you feel or think *right now*. For each item, please click on the horizontal line to indicate the

degree to which you agree or disagree with the statement.” The area on which the participant can click equals a continuous score going from 0 (completely disagree) to 100 (completely agree). The rumination score is equal to the sum of each item’s score (0 to 800, 0 being the absence of rumination). The original version of this questionnaire has an excellent internal consistency ($\alpha = 0.90$) and a good sensitivity. Indeed, the authors were able to measure a statistically significant difference of scores before and after rumination was induced in participants and an absence of difference in the scores of control participants before and after the induction (Marchetti et al., 2018).

2.3.1.4 Behavioral tasks

2.3.1.4.1 *Induction tasks*²

Rumination was induced in the experimental group’s participants by a technique inspired from other techniques in the literature (Cooney et al., 2010; Grol et al., 2015; Huffziger et al., 2012; Kross et al., 2005; Lewis et al., 2019; Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Watkins & Brown, 2002). First, the participants received the following instructions: “Think about a difficulty that you recently experienced for 2 minutes.” This first step was used to induce a negative mood (Grol et al., 2015; Kross et al., 2005; Lewis et al., 2019; Watkins & Brown, 2002). Second, participants were instructed to think about two statements (i.e., Think about the way you feel) presented on their screen for 1 minute. These statements were used to induce rumination on the negative mood (Cooney et al., 2010; Huffziger et al., 2012; Kross et al., 2005; Lewis et al., 2019; Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Watkins & Brown, 2002). The participants repeated the two steps twice, but different statements were presented the second time (i.e., Could you have reacted better to this event?). We chose to divide the rumination induction in two blocks to make sure that the reflection periods were not too long to prevent the participants devolvement from the task.

Participants from the control group received different instructions and had to reflect on different statements but the reflection times were the same. The instructions for the first step were: “Think about your day for 2 minutes.” The statements for the second step were neutral (i.e., Think about the color of the houses in the street; Cooney et al., 2010; Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Watkins & Brown, 2002).

² The French statements and their rough English translation are available on OSF.

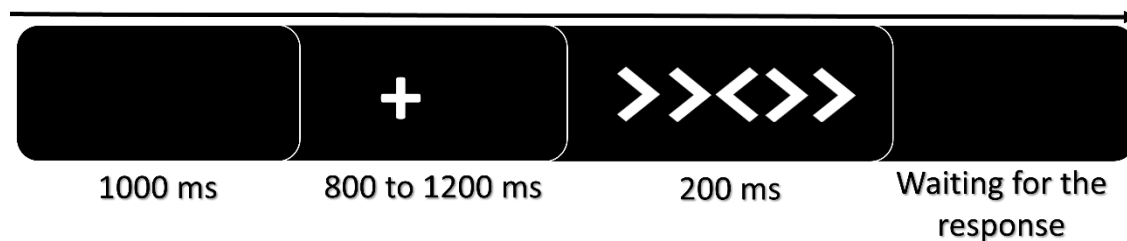
2.3.1.4.1 Arrow Flanker Task (AFT)

An arrow flanker task, based on precedent work (Weinberg et al., 2010; Tanovic et al., 2017) was used. Five horizontally aligned arrows pointing either left or right were presented to participants. Each arrow were 78 pixels in height and 49 pixels in width and were separated by 5 pixels. The center arrow was the target while the arrows flanking the target were the distractors. Participants had to identify whether the central target arrow was pointing left or right by using the left and right arrow keys of their keyboard.

The arrows were presented according to four conditions which varied according to the direction of the target (right or left) and the congruence of the distractors (congruent or incongruent). When the distracting arrows do not point in the same direction as the target, the trial is incongruent and if they do, the trial is congruent. The task had 240 trials which were divided in 60 trials per condition. The trials order was pseudo-randomized in a way that the same condition did not appear twice in a row. A block of 12 practice trials was included before the experimental trials. There were three practice trials per condition. For these trials, a retroaction was given to the participant.

At the beginning of each trial, the computer screen was blank for 1000ms. After that, a 54x54 fixation cross was presented for a duration of 800 to 1200ms (1000ms on average) in the center of the screen followed by the stimuli presented for 200ms. Then, the screen became black until the participants entered their response, after which a new trial began. The target arrow was always presented in the center of the screen and the distractors were always presented at the same place on the flanks of the target (see Figure 2.1). The reaction times recording begun when the arrows were presented and ended when the participants entered their response for each trial. The task took around 11 minutes to complete.

Figure 2.1 - Example of an incongruent AFT trial



Note. A central target arrow is pointing left while flanking distracting arrows are pointing right.

2.3.1.5 Procedure

First, participants filled an eligibility questionnaire in which they chose a participant number if they were eligible. Then they contacted us with their participants' number. They were then invited to read and sign an initial information and consent form in which all mentions of rumination were replaced with the word *thoughts*. Once that was done, a link to the sociodemographic and the HADS questionnaires was sent to the participants so that they could fill them. After that, a link to the experiment was sent to the participants. Once the participant clicked on the link, they were asked to enter their participant's number and then, they started the experiment.

At the beginning of the experiment, the participants were asked to sit comfortably on a chair in front of their computer screen at 60 centimeters of distance and, if they used a laptop, to sit at a table or a desk. They were asked to prevent distractions like music or their smartphone, and to take the time to read the instructions since they were very important. After the initial instructions, the participants received the instructions to complete the BSRI for a first time. Then, the participants received the instructions for the induction task according to their group. Once they were done, they filled the BSRI for a second time. The participants then received the instructions for the AFT. Finally, they were invited to read and sign an information and consent form that contained the non-deceptive description of the study.

2.3.1.6 Data analysis plan

The analyses were made using SPSS (v28). A total of 34 participants were analyzed. In the control group, one participant who had abnormally low rate of correct answer (69.16%; $z = -3.14$) and high mean RTs (807.94ms; $z = 2.44$) was excluded from the analyses. In the experimental group, one participant who had an abnormally low rate of correct answers (91.67%; $z = -3.48$) and one participant who had an abnormally high mean RT (737.35ms; $z = 2.21$), both compared to their respective group (see Table 2.1), were excluded from the analyses. After that, 31 participants remained. For all analyses, normality tests (Shapiro-Wilk) and homoscedasticity tests were run to ensure the correct assumptions for mixed general linear models (GLM) were met. Greenhouse-Geisser corrections were applied regardless of whether the assumption of sphericity was met or not.

To assess whether the rumination induction worked, a mixed 2x2 GLM ($\alpha = .05$) was performed on the BSRI scores with the group (control or rumination) as a between subject factor and time (before or after the induction) as a within subject factor. Post-hoc paired t tests were performed for each group to compare the scores to the BSRI before and after the induction task. Post-hoc independent t tests were performed on both the scores between the groups before and after the induction task. Bonferroni corrections were applied to the post-hoc tests.

For the AFT performance, separate mixed 2x2x2 GLMs ($\alpha = .05$) were performed on RTs and on correct answer rates (accuracy) with group (control or rumination) as a between subject factor, and with the direction of the target (left or right) and congruence of the distractors (congruent or incongruent) as within subject factors. Bonferroni corrected post-hoc t tests were performed in accordance with the effects found on the mixed GLMs.

For all post-hoc tests, the effect sizes were computed using the corrected standard deviation of the difference, and Hedge's g was used when the sample size was less than 20.

To verify whether depression levels influenced the results, the analyses were also performed without the participants that scored 8 or higher to the depression subscale of the HADS ($n=5$). Overall, in the following analyses, there was no difference in results following this manipulation (see the analyses on the OSF platform³).

2.3.2 Results

2.3.2.1 Rumination induction

First, induction scores were calculated by subtracting the scores before the induction task to the scores after the induction. Then, the mean BSRI score before and after the rumination induction task were calculated for each group. After that, participants who scored 1.96 standard deviation and higher from their respective groups' mean or -1.96 SD and lower to the BSRI before or after the induction were removed from analyses since it was likely that they did not answer the questionnaires correctly or that the induction did not work for them. Participants who had induction scores 1.96 SD and higher or -1.96 SD and lower from their respective groups' mean were also removed from the analyses. Doing so, a participant from the control group was removed from further analyses with an abnormally high rumination score after the induction of 601.04 ($z = 2.14$)

³ https://osf.io/g9mvh/?view_only=a317daf98fec462283b4f56591132dd3

and one from the experimental group with abnormally low induction score of -447.88 ($z = -3.14$). After that, 29 participants remained for further analyses. The mean BSRI score before and after the rumination induction task are presented in the table 1, as well as the induction scores.

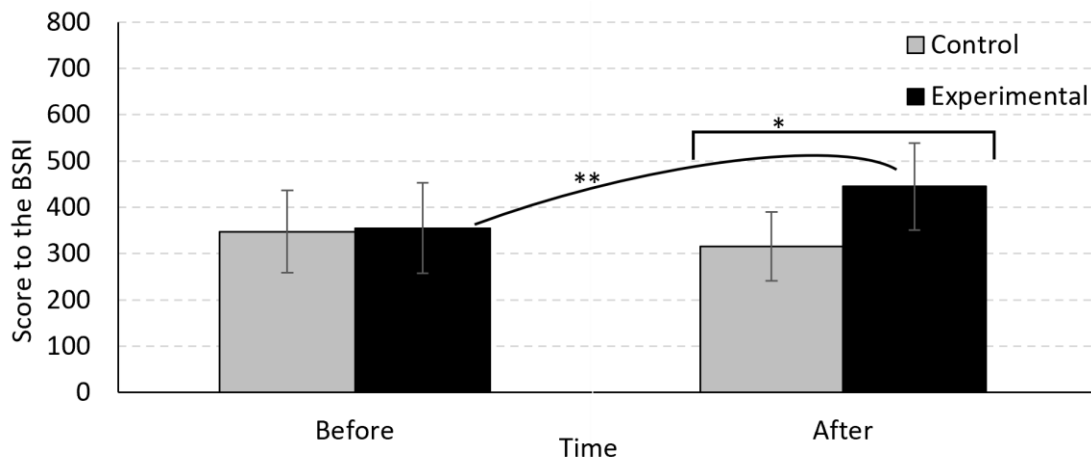
Table 2.1 - Mean Brief State Rumination Inventory (BSRI) score according to the time of measurement and induction scores by group

Group	Before	After	Induction score
Control (n = 14)	347.33 (169.25)	315.57 (142.27)	-31.76 (89.35)
Experimental (n = 15)	354.88 (192.92)	444.87 (185.57)	89.99 (107.76)

Note. The standard deviations are presented between parentheses.

The mixed GLM on BSRI scores did not reveal a main effect of time ($p = .126$) or group ($p = .280$), but there was a significant time by group interaction ($F(1, 27) = 10.881, p = .003, \eta^2_p = .287$; see Figure 2.2). The post-hoc independent sample t tests revealed that the BSRI scores between the groups did not differ significantly before the induction task ($p = .456$), but they did after the induction task ($t(27) = -2.094, p = .023, d = -.778, 95\% \text{ CI } [-1.529, -.015]$). The post-hoc paired sample t tests revealed significantly higher BSRI scores after the induction compared to before ($t(14) = -3.234, p = .003, g = .462, 95\% \text{ CI } [.103, .82]$) for the experimental group. The difference was not significant in the control group ($p = .103$).

Figure 2.2 - Score to the BSRI before and after the induction task



Note. 95% confidence interval of the mean are depicted.

* $p < .05$. ** $p < .005$.

2.3.2.2 Arrow Flanker Task

2.3.2.2.1 Data preparation

First, we removed from the analyses on accuracy and RTs all the trials in which reactions times had an absolute Z score superior or equal to 4 (1% of trials). For RTs analyses, only correct trials were included given that they inform the most on IIS. Descriptive statistics are presented on Table 2.2. Second, Shapiro-Wilk normality tests performed on the RTs of correct trials by group showed that the data were normally distributed for each group ($p > .072$ for each condition). Then, Levene's homoscedasticity tests performed on RTs for each condition of the flanker task between the group showed that their variances are homogeneous ($p > .182$) in each condition. Third, Shapiro-Wilk normality tests performed on the accuracy rates by group showed that the data was not normally distributed for each group ($p < .043$ for each condition). However, this could be explained by the mean accuracy rate being close to 100% in each condition by both groups. For this reason, we used the Greenhouse-Geisser correction. Last, Levene equality of variance tests performed on each condition of the flanker task between the groups showed that their variances are homogeneous ($p > .636$) in each condition except when a right arrow target was flanked by incongruent distractors in which the variances were heterogeneous ($p = .004$). The variance in the control group was higher (see Table 2.2). After removing participants with depression scores of 8 or more, the homoscedasticity tests revealed equal variances between the groups across each condition ($p > .068$). Descriptive statistics are available on OSF.

Table 2.2 - Mean Reaction Times (RTs) in ms and mean accuracy rate (SD) for each condition by group

Condition	Control group		Experimental group	
	RTs	Accuracy rate	RTs	Accuracy rate
R C	499.6 (80.83)	99.76 (0.62)	480.86 (63.42)	99.77 (0.89)
R I	596.59 (68.94)	95.43 (5.44)	601.63 (81.28)	97.97 (2.14)

L I	599.72 (71.69)	97.09 (3.09)	618.35 (110.75)	97.07 (2.8)
L C	508.34 (91.96)	99.76 (0.91)	487.78 (63.83)	99.66 (0.7)

Note. Conditions = Target | Distractors.

R = Right, L = Left. C = Congruent, I = Incongruent.

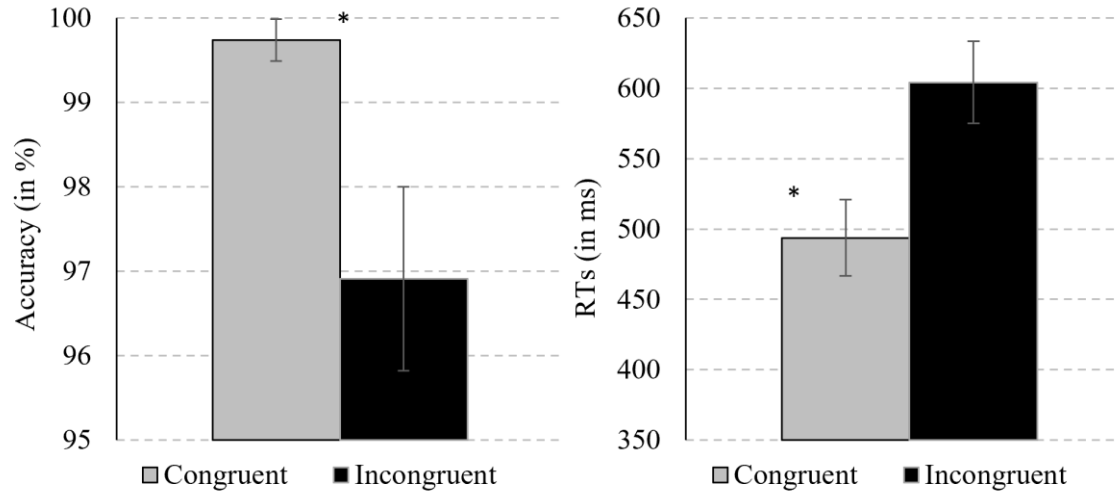
2.3.2.2.2 Accuracy

The mixed 2x2x2 GLM revealed no significant main effects of targets' direction and group on accuracy rates ($p > .333$), but the main effect of congruence was significant ($F(1, 27) = 31.626$, $p < .001$, $\eta^2_p = .539$; Figure 2.3) with higher accuracy rates when the distractors were congruent with the target (99.74%, SD = .69) compared to when they were not (96.91%, SD = 2.99). All interactions were not significant ($p > .093$).

2.3.2.2.3 Reaction times

The mixed 2x2x2 GLM revealed no significant main effects of target and group ($p > .129$) on RTs, and a significant main effect of distractors' congruence ($F(1, 27) = 161.589$, $p < .001$, $\eta^2_p = .857$; Figure 2.3). A post-hoc paired sample t test ($\alpha = .05$) revealed statistically significantly faster RTs when the distractors were congruent with the target (493.79ms, SD = 74.06) compared to when they were not (604.24ms, SD = 79.89; $t(28) = -12.248$, $p < .001$, $d = -1.43$, 95% CI [-1.883, -.968]). All interactions were not significant ($ps > .08$).

Figure 2.3 - Accuracy rates and RTs according to the congruence of distractors



Note. 95% CI of the mean are depicted.

* $p < .001$.

2.3.3 Discussion

In the present experiment, we tested whether ruminating non-depressed participants compared to not ruminating non-depressed participants would present IIS impairments to an arrow flanker task. We hypothesized that there would be no differences between the groups since there is no emotional material in this task. In line with our expectations, we could not provide evidence of differences between the groups at this task. Importantly, the classical effects of a flanker task were replicated (Eriksen & Eriksen, 1974; Tanovic, Hajcak, & Sanislow, 2017). Indeed, all participants had a poorer performance when the distractors were different from the target compared to when they were identical which reflects that IIS was solicited. Altogether, this validates the usage of an arrow flanker task in an online setting, which, to our knowledge, has not been done before. Indeed, other studies used AFTs were conducted in a lab setting. This innovation is important given its advantages for researchers and participants alike. Indeed, it is a less time consuming and more flexible approach to research since participation does not require an appointment and can be done anytime. Also, this reinforces the idea that an effect of state rumination on attentional control is weaker or even absent when there is no emotional content. However, an important limitation to the interpretation of these results is that our rumination induction technique does not make it possible to distinguish the effects of state rumination from the effects of a negative mood.

In our second experiment, we adapted our design to include emotional information using facial expressions of joy, neutrality, and sadness to test our hypotheses that we would observe IIS impairments in ruminating individuals related to emotional content.

2.4 Experiment 2⁴

2.4.1 Method

2.4.1.1 Participants

The required sample size was calculated with GPower 3.1.9.2 from the results of a similar study (Quigley, 2017) with an effect size of .23 and a statistical power of .8 for a mixed GLM with 2 groups and 12 conditions. The minimum required sample size was 21 participants per group. We recruited 57 participants (48 women) and distributed them randomly between the experimental group (n = 29) and the control group (n = 28). There were 24 women in each group. Participants were 27.5 years old (SD = 4.7) on average in the experimental group and 26.7 years old (SD = 4.8) on average in the control group. For gender, one participant identified as non-binary while all others identified their gender as being the same as their sex. All participants spoke French either as their main or second language. See OSF for more sociodemographic information.

The recruitment process, the target population, and the inclusion and exclusion criteria were the same as in experiment 1. Another two prizes of 75\$ were drawn. The whole study was online and was approved by a local ethics committee (CER-20-264-07.03).

2.4.1.2 Materials

2.4.1.2.1 *PsychoPy3*

The experiment was built with the version 2020.1.3 of PsychoPy3, an experiment building software (Peirce et al., 2019).

⁴ All the code for the behavioral tasks, the data for the stimuli and the anonymized participants' data are publicly available on Open Science Framework via this link:
https://osf.io/g9mvh/?view_only=a317daf98fec462283b4f56591132dd3

2.4.1.2.2 ImageJ

The 1.53f version of the ImageJ software (Schneider, Rasband, & Eliceiri, 2012), which is an open-source image processing software, was used to crop faces and to homogenize luminance and contrast values of the images.

2.4.1.2.3 Face dataset

We selected 30 faces⁵ which showed happy, neutral, and sad EFEs ($n = 10$ each) in the KDEF face dataset (Lundqvist, Flykt, & Öhman, 1998). The face dataset was validated by an independent research team (Goeleven, De Raedt, Leyman, & Verschuere, 2008). The faces were also chosen according to equivalent correct identification rates of EFEs of joy ($M = 82\%$, $SD = 5.3\%$), of neutrality ($M = 82\%$, $SD = 5.5\%$) and of sadness ($M = 78.8\%$, $SD = 5.6\%$) from Goeleven and colleagues' (2008) database. They were also chosen according to their emotional valence value on a scale from 1 (very negative) to 9 (very positive) in a databank from Sutton, Herbert, and Clark (2019). The mean valence values had to be different between EFEs of happiness ($M = 6.85$, $SD = .263$), of sadness ($M = 1.578$, $SD = .332$) and neutral expressions ($M = 3.98$, $SD = .121$). Results from independent sample t tests revealed statistically significant differences for all comparisons (joy and sadness, $t(18) = -39.331$, $p < .001$; joy and neutrality, $t(18) = 31.29$, $p < .001$; sadness and neutrality, $t(18) = -21.496$, $p < .001$).

Using ImageJ software (v. 1.53f; Schneider, Rasband, & Eliceiri, 2012), the faces were cropped in an oval shape with a width of 310 pixels and a height of 395 pixels to remove as much as possible the hair and ears while retaining the emotional expressions characteristics. An equal number of masculine and feminine faces was selected. The luminance and contrast values of the happy, neutral, and sad faces were collected and adjusted for some faces using the same software. In the end, the mean luminance was 94.87 ($SD = 1.05$) for happy faces, 94.99 ($SD = 1.48$) for neutral faces, and 94.55 ($SD = 1.35$) for sad faces. T tests on the luminance values showed no significant difference between EFEs of joy and neutrality ($t(18) = -.208$, $p = .838$), joy and sadness ($t(18) = -.589$, $p = .564$), and neutrality and sadness ($t(18) = -.692$, $p = .498$). The mean contrast

⁵ The numbers of the selected happy faces are AF15HAS, AF17HAS, AF27HAS, AF30HAS, AF35HAS, AM18HAS, AM19HAS, AM21HAS, AM25HAS, and AM26HAS. The numbers of the selected neutral faces numbers are AF03NES, AF05NES, AF07NES, AF19NES, AF24NES, AM06NES, AM10NES, AM13NES, AM18NES, and AM31NES. The numbers of the selected sad faces are AF05SAS, AF07SAS, AF11SAS, AF13SAS, AF20SAS, AM14SAS, AM25SAS, AM31SAS, AM35SAS, and BM03SAS (available on OSF platform).

was 29.65 (SD = .45) for happy faces, 29.63 (SD = .6) for neutral faces and 29.81 (SD= 1.77) for sad faces. T tests on the contrast values showed no significant difference between EFEs of joy and neutrality ($t(18) = .091, p = .929$), joy and sadness ($t(18) = .266, p = .793$), and neutrality and sadness ($t(18) = .297, p = .77$).

2.4.1.3 Questionnaires

2.4.1.3.1 Sociodemographic questionnaires

We used the same questionnaire as in experiment 1.

2.4.1.3.2 Tendencies to experience depressive symptoms

We used the depression subscale of the French-Canadian version of the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS; Savard, et al., 1998; Zigmond & Snaith, 1983) to measure the participants' depressive tendencies. Three participants scored 8 or higher in the depression subscale with none scoring 11 or more. Analyses were performed with and without the participants scoring 8 or more in the depression subscale. This did not change the results (for details, see the data on OSF).

2.4.1.3.3 Rumination measurement

We used our French-translated version of the Brief State Rumination Inventory (BSRI; Marchetti et al., 2018) which was used to measure participants' state rumination.

2.4.1.4 Behavioral tasks

2.4.1.4.1 Induction tasks

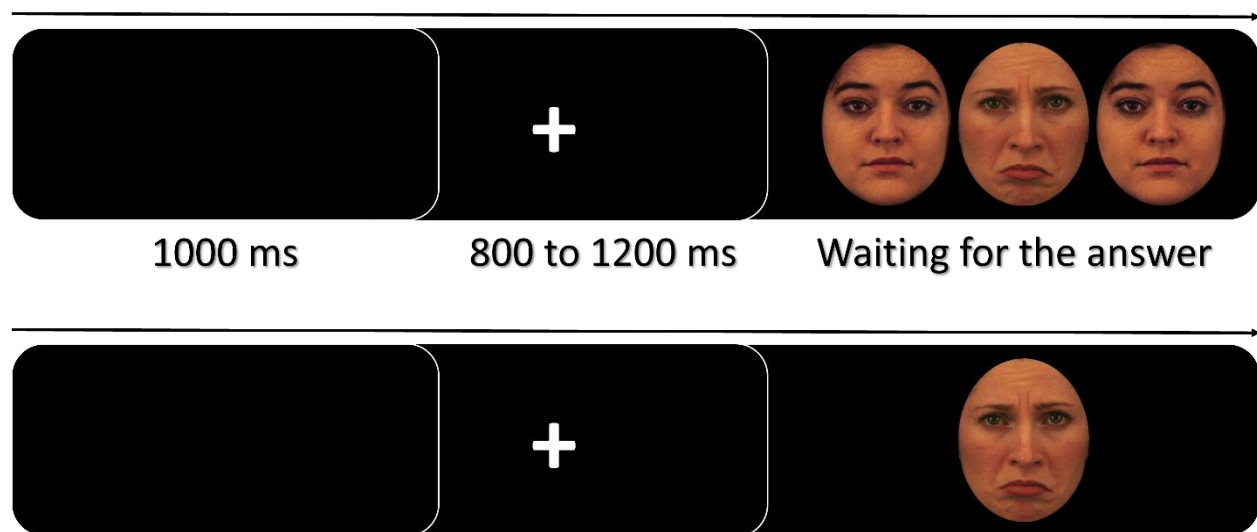
We used the same induction tasks as in the first experiment.

2.4.1.4.1 Emotional Flanker Task (EFT)

An emotional flanker task, based on precedent work (Fenske & Eastwood, 2003; Quigley, 2017; Zetsche, D'Avanzato, & Joormann, 2012; Zetsche & Joormann, 2011) was used. Three horizontally aligned faces showing positive (joy), neutral, or negative (sadness) facial expressions were presented to participants. EFEs on the left and right were distractors and the central EFE was the target. The target EFE was always presented at the same place in the center of the screen, sometimes alone, without distractors (see Figure 2.4). The distractors were always presented at the

same place on the screen, and they were separated from the target by a space of 21 pixels at their closest point. The faces each occupied 302 pixels in width and 367 pixels in height in an oval shape for a total of 87078 pixels. Participants had to identify whether the target EFE was positive, neutral, or negative by using the left, right and up arrow keys of their keyboard. Every possible combination of keys and EFEs were used.

Figure 2.4 - Example of two EFT trials



Note. In the first example (with three faces), the central target is depicting a sad (negative) face surrounded by neutral distractors. In the second example (one face), the central target face is depicting a sad (negative) face presented alone, without distractors.

EFEs were presented according to twelve conditions which varied according to the valence of the target (positive, neutral, or negative) and the valence of the distractors (positive, neutral, negative, or without)⁶. The task had 240 trials which were divided in twenty trials per condition. Each face was presented twice per condition. The trials order was randomized in a way that the same condition did not appear twice in a row. A block of twelve practice trials was included before

⁶ The conditions were the following: (1) a positive target with positive distractors; (2) a positive target with neutral distractors; (3) a positive target with negative distractors; (4) a positive target without distractors; (5) a neutral target with positive distractors; (6) a neutral target with neutral distractors; (7) a neutral target with negative distractors; (8) a neutral target without distractors; (9) a negative target with positive distractors; (10) a negative target with neutral distractors; (11) a negative target with negative distractors; (12) a negative target without distractors.

the experimental trials. There was one practice trial per condition and the faces used were different from the ones from the experimental trials. For these trials, a retroaction on their performance was given to the participant.

At the beginning of each trial, the computer screen was blank for 1000ms. After that, a fixation cross was presented for a duration of 800 to 1200ms (1000ms on average) in the center of the screen followed by the stimuli until the participants entered their response, like in the studies from which we based our task (Fenske & Eastwood, 2003; Quigley, 2017; Zetsche, et al., 2012; Zetsche & Joormann, 2011). The reaction times recording begun when the faces were presented and ended when the participants entered their response for each trial. See Figure 2.4 for an example. The task took around 11 minutes to complete.

2.4.1.5 Procedure

The procedure was the same as in experiment 1, but the AFT was replaced with the EFT.

2.4.1.6 Data analysis plan

The analyses were performed using SPSS (v28). A total of fifty-three participants were analyzed. One participant who had an abnormally low rate of correct answers (65.41%, $z = -4.91$) and one participant who had an abnormally high mean RT (1911.74ms, $z = 4.34$), both from the experimental task, were excluded from the analyses. For all analyses, normality tests (Shapiro-Wilk) and homoscedasticity tests were run to ensure that the assumptions for mixed GLMs were met. Greenhouse-Geisser corrections were applied regardless of whether the assumption of sphericity was met or not.

To assess whether the rumination induction worked⁷, a mixed 2x2 GLM ($\alpha = .05$) was performed on the BSRI scores with the group (control or rumination) as a between subject factor and time (before or after the induction) as a within subject factor. Post-hoc paired t tests were performed for each group to compare the scores to the BSRI before and after the induction task. Post-hoc independent t tests were performed on both the scores between the groups before and after the induction task. Bonferroni corrections were applied to the post-hoc tests.

⁷ To test whether the induction lasted throughout the experiment, we averaged the RTs and correct answer rates of the first and last 60 trials (quarters) and performed separate mixed 2x2 GLMs ($\alpha = .05$) on the RTs and correct answer rates with the group as a between subject factor and trial quarter as within subject factor (first and last). It was expected that the differences between the groups would remain regardless of trial quarter. As expected, there was no difference in the performance between the groups attributable to the trial quarters. The results are available in the on OSF.

For the EFT performance, separate mixed 2x3x4 GLMs ($\alpha = .05$) were performed on RTs and on the correct answer rates (accuracy) with group (control or rumination) as a between subject factor, and with the valence of target (positive, neutral, or negative) and the valence of distractors (positive, neutral, negative, or without) as within subject factor. Bonferroni corrected post-hoc t tests were performed in accordance with the effects found on the GLMs. A mixed 2x3x3 GLM was performed on flanker scores which are computed using RTs with the following equation: $FS(a_i b_i) = RT_{a_i b_i} - RT_{a_i b'}$ where FS represent the flanker score, a is the target, b is the distractors (b' being the absence of distractors), and i being the valence ($1 =$ positive, $2 =$ neutral, $3 =$ negative). $FS(a_i b_i)$ would then be the flanker score for a positive target with positive distractors. Flanker scores represent the distraction effect from the presence of distractors with a higher score meaning more distraction. The group was used as a between subject factor and the target's (Positive, Neutral or Negative) and the valence of distractors (Positive, Neutral or Negative) were used as within subject factors. For all post-hoc tests, the effect sizes were computed using the corrected standard deviation of the difference, and Hedge's g was used when the sample size was less than twenty.

To make sure that depression levels did not influence our results, the same analyses were performed without the participants that scored 8 or higher to the depression subscale of the HADS. The descriptive statistics are available on OSF.

Lastly, we performed analyses using different indices taken from the literature used to analyze the performance to EFTs. These indices are computed using the RTs, like the flanker scores, or accuracy percentages and are thought to measure the distraction brought by specific conditions (i.e., the distraction brought from the incongruence between the valence of targets and distractors). There were no differences between the results from the analyses of RTs and those from these indices. A comprehensive list of the indices and the subsequent analyses performed with it are available on OSF in the supplementary analyses folder.

2.4.2 Results

2.4.2.1 Rumination induction

The data preparation for the rumination induction analyses was the same as in the first experiment. Doing so, two participants were excluded from further analyses, one in the control group that scored 725.36 ($z = 2.21$) before the induction task and one in the experimental group that scored 4.31 ($z = -1.99$) after the induction task. The mean BSRI scores before and after the

rumination induction task without the removed participants are presented in Table 2.3. The data for the whole sample are available on OSF.

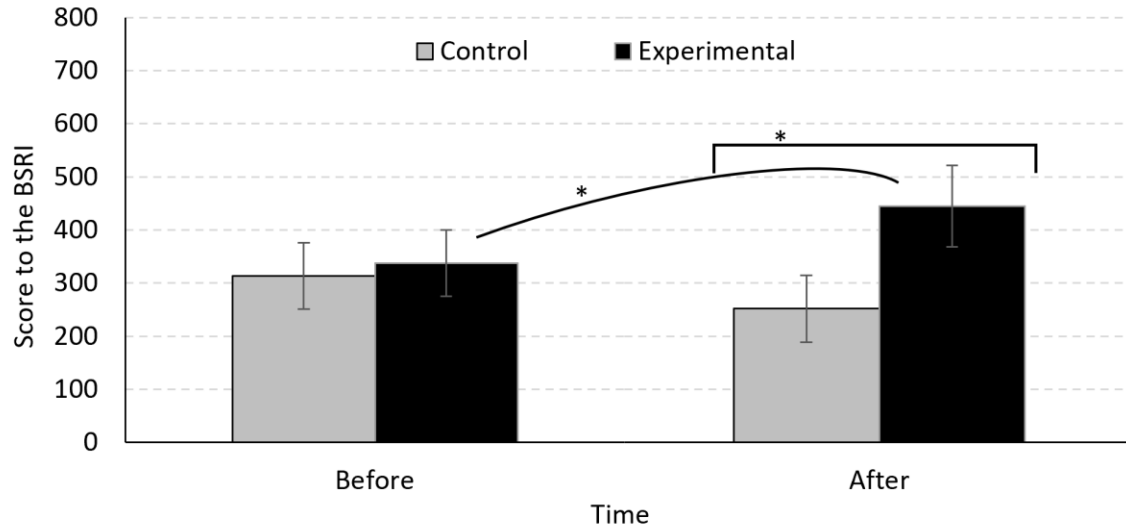
Table 2.3 - Mean BSRI score according to the time of measurement by group

Group	Pre-induction	Post-induction	Induction score
Control (n = 27)	313.39 (164.93)	251.95 (167.3)	-61.44 (103.33)
Experimental (n = 26)	337.38 (162.23)	444.68 (199.09)	107.3 (110.44)

Note. The standard deviations are presented between parentheses.

The mixed GLM on BSRI scores did not reveal a main effect of time ($p = .125$) but revealed a main effect of group ($F(1, 51) = 5.68, p = .021, \eta^2_p = .1$), and a significant time by group interaction ($F(1, 51) = 33.019, p < .001, \eta^2_p = .393$; Figure 2.5). The post-hoc independent sample t tests revealed that the BSRI scores between the groups did not differ significantly before the induction task ($p = .596$), but they did after the induction task ($t(51) = -3.821, p < .001, d = 1.05, 95\% \text{ CI } [.47, 1.621]$). The post-hoc paired sample t tests revealed significantly higher BSRI scores after the induction compared to before ($t(25) = -4.954, p < .001, d = -.563, 95\% \text{ CI } [-.849, -.277]$) for the experimental group.

Figure 2.5 - Score to the BSRI before and after the induction task



Note. 95% confidence interval of the mean are depicted.

* $p < .001$.

2.4.2.2 Emotional Flanker Task

2.4.2.2.1 Data preparation

First, we computed each participant's mean RTs. Then, we transformed each participant RTs for each trial into Z scores. After that, we removed the trials with an absolute Z score superior or equal to 4 (2.53% of trials) for both the analyses on accuracy and RTs. For the analyses on RTs, we also removed incorrect trials. Descriptive statistics are presented on Table 2.4. Homoscedasticity was assessed in the groups for each condition (the valence of targets and distractors). For RTs, assumption prerequisites for GLMs were met for homoscedasticity ($ps > .217$ in each condition), but not for sphericity ($ps \leq .001$). Therefore, Greenhouse-Geisser corrections were applied to the results of the following analyses. For accuracy, the assumptions prerequisites were not met for homoscedasticity in some conditions, nor for sphericity ($ps \leq .029$).

Table 2.4 - Mean RTs in ms and mean accuracy rate in % (SD) for each condition by group

Condition ^a	Control group		Experimental group	
	RT	Accuracy	RT	Accuracy
P P	798.84 (218.76)	99.25 (2.3)	869.83 (243.09)	99.4 (1.69)

P Ne	785.6 (173.07)	99.23 (1.88)	847.54 (142.65)	99.2 (1.91)
P Ng	778.32 (150.71)	98.84 (2.65)	878.08 (182.78)	98.41 (2.43)
P W	769.27 (166.31)	98.06 (5.48)	795.32 (172.49)	98.6 (2.78)
Ne P	967.15 (239.88)	98.85 (4.19)	1060.69 (329.09)	97.27 (5.56)
Ne Ne	1016.25 (301.36)	99.26 (1.81)	1034.11 (365.7)	97.25 (5.06)
Ne Ng	1005.29 (326.4)	98.65 (2.74)	1044.39 (354.87)	97.63 (3.32)
Ne W	999.54 (290.64)	99.25 (1.83)	986.33 (270.64)	96.27 (5.73)
Ng P	1001.24 (250.82)	96.53 (5.04)	1013.21 (251.89)	96.48 (6.15)
Ng Ne	1025.45 (280.05)	97.93 (4.24)	1082.81 (266.11)	95.91 (4.94)
Ng Ng	1034.65 (359.06)	99.07 (1.98)	1042.76 (235.37)	97.65 (4.57)
Ng W	906.76 (211.31)	96.74 (3.59)	993.37 (222.76)	97.11 (4.73)

Note. Conditions = Target | Distractors.

^aP = Positive, Ne = Neutral, Ng = Negative, W = Without.

2.4.2.2.2 Accuracy

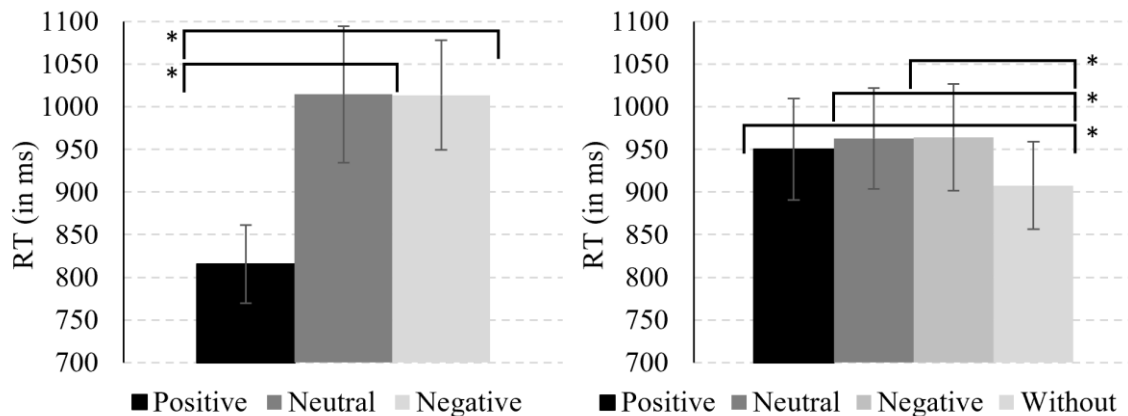
The mixed 2x3x4 GLM revealed no significant main effect of distractors on accuracy rates ($p = .224$), and no significant interactions ($ps > .095$). However, there was a statistically significant main effect of target ($F(1.794, 91.506) = 4.829, p = .013, \eta^2_p = .086$). Three Bonferroni corrected post-hoc paired sample t tests performed between the valences of target ($\alpha^* = .0167$) revealed a statistically significant difference ($t(52) = 3.039, p = .004, d = .584, 95\% \text{ CI } [.182, .986]$) between the accuracy rates of positive targets ($M = 98.88\%$ (95% CI [98.35, 99.41]), SD = 1.96) and negative targets ($M = 97.19\%$ (95% CI [96.22, 98.16]), SD = 3.59) with better accuracy for positive targets than for negative ones (regardless of the nature of distractors). There were no significant differences between the accuracy rates of positive targets and neutral targets ($M = 98.07\%$ (95% CI [97.3, 98.84]), SD = 2.87, $p = .088$), and between neutral targets and negative targets ($p = 0.156$). There was also a marginally significant main effect of group on accuracy rates ($F(1, 51) = 3.503, p = .067, \eta^2_p = .064$) with the control group ($M = 98.47\%$ (95% CI [97.92, 99.02]), SD = 1.47) being slightly better than the experimental group ($M = 97.6\%$ (95% CI [96.88, 98.32]), SD = 1.91).

2.4.2.2.3 Reaction times

The mixed 2x3x4 GLM revealed no significant main effect of group on RTs ($p = .426$), and the interactions between the valence of targets and group ($p = .792$), the valence of distractors and group ($p = .686$), and between the valence of targets and the valence of distractors ($p = .153$) were not statistically significant.

The mixed GLM performed on the RTs revealed a significant main effect of valence of target ($F(1.552, 79.127) = 34.151, p < .001, \eta^2_p = .401$; Figure 2.6) and of the valence of distractors ($F(2.345, 119.611) = 10.854, p < .001, \eta^2_p = .175$; Figure 2.6). Three Bonferroni corrected paired t tests ($\alpha^* = .0167$) performed between the RTs for each valence of targets revealed significantly shorter RTs when the target was positive compared to neutral ($t(52) = -6.351, p < .001, d = -.737, 95\% \text{ CI } [-1.012, -.463]$) and negative ($t(52) = -10.509, p < .001, d = -.852, 95\% \text{ CI } [-1.086, -.619]$). There was no significant difference in RTs between neutral and negative targets ($p = .971$). Six Bonferroni corrected paired t tests ($\alpha^* = .0083$) performed between the RTs of each valence of distractors revealed significantly shorter RTs when there were no distractors compared to when there were positive ($t(52) = 4.12, p < .001, d = .191, 95\% \text{ CI } [.091, .291]$), neutral ($t(52) = 4.443, p < .001, d = .256, 95\% \text{ CI } [.13, .382]$), or negative ($t(52) = 3.911, p < .001, d = .248, 95\% \text{ CI } [.112, .385]$) distractors. All other comparisons were not statistically significant ($ps > .201$).

Figure 2.6 - RTs according to the valence of targets (left) and according to the valence of distractors (right)



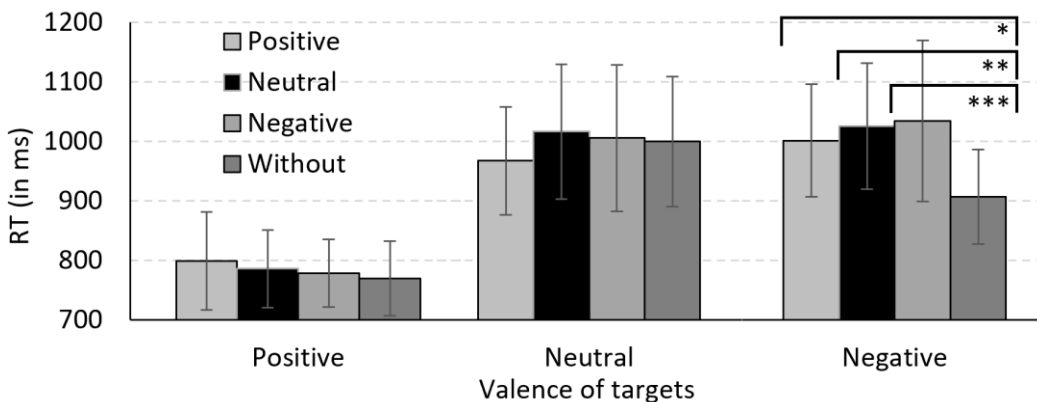
Note. 95% confidence intervals of the mean are depicted.

* $p < .001$.

Importantly, the GLM revealed a marginally significant interaction⁸ between the valence of targets, the valence of distractors, and group ($F(4.395, 224.131) = 2.242, p = .059, \eta^2_p = .042$). Since there appeared to be a group-specific difference in RTs on at least one combination of valence of targets and distractors, comparisons were made between the RTs of each valence of distractors by the valence of targets for each group. Eighteen paired t tests were made in each group and the significance level was adjusted according to the Bonferroni correction procedure ($\alpha^* = .0028$).

Participants in the control group were significantly slower ($t(26) = 3.403, p = .0011, d = .451, 95\% \text{ CI } [.15, .753]$) when a negative target was flanked by neutral distractors in comparison to when the negative target was not flanked by distractors (Table 2.4; Figure 2.7). They were also marginally slower when a negative target was flanked by positive distractors ($t(26) = 2.98, p = .0031, d = .398, 95\% \text{ CI } [.101, .696]$) or by negative distractors ($t(26) = 2.969, p = .0032, d = .349, 95\% \text{ CI } [.088, .61]$) compared to when there were no distractors (Table 2.4; Figure 2.7). All other comparisons were not statistically significant ($ps > .0428$).

Figure 2.7 - RTs in the control group according to the valence of targets by the valence of distractors



Note. 95% confidence interval of the mean are depicted.

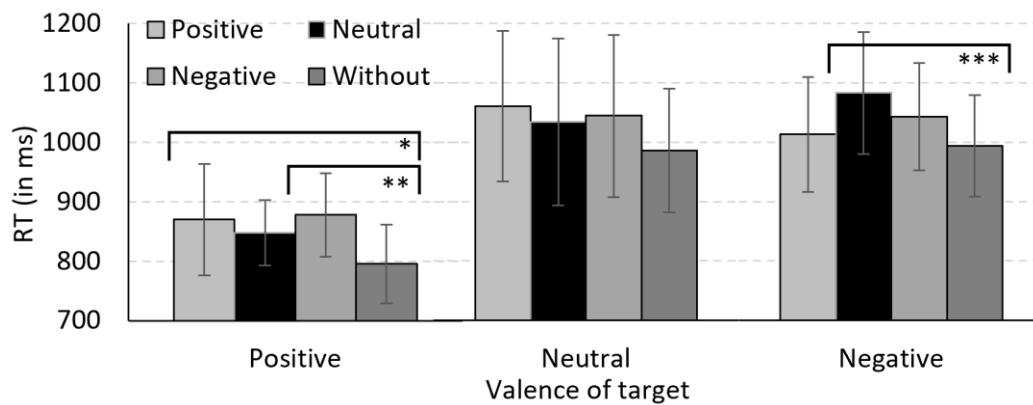
* $p = .0031$. ** $p = .0011$. *** $p = .0032$.

In the experimental group (Table 2.4; Figure 2.8), the participants were marginally slower ($t(25) = 3.28, p = .0031, d = .288, 95\% \text{ CI } [.089, .488]$) when a positive target was flanked by

⁸ After removing the participants with a score of 8 or more to the HADS depression subscale, the triple interaction, which was previously marginally significant, became significant ($F(4.615, 221.52) = 2.445, p = .039, \eta^2_p = .048$).

positive distractors in comparison to when it was not flanked by distractors. They were also statistically significantly slower ($t(25) = 3.379, p = .0024, d = .464, 95\% \text{ CI } [.151, .778]$) when a positive target was flanked by negative distractors in comparison to when it was not flanked by distractors. There was also statistically significantly longer reaction times ($t(25) = 3.547, p = .0016, d = .344, 95\% \text{ CI } [.121, .568]$; see Figure 2.8) when a negative target was flanked by neutral targets in comparison to when it was not flanked by distractors. All other comparisons were not statistically significant ($ps > .021$).

Figure 2.8 - RTs in the experimental group according to the valence of targets by the valence of distractors



Note. 95% confidence interval of the mean are depicted.

* $p = .0031$. ** $p = .0024$. *** $p = .0016$.

2.4.2.2.4 Flanker scores

The mixed $2 \times 3 \times 3$ GLM revealed a significant main effect of the valence of targets ($F(1.646, 83.969) = 3.519, p = .043, \eta^2_p = .065$) and a significant interaction between the valence of targets and group ($F(1.646, 83.969) = 5.225, p = .011, \eta^2_p = .093$; see Table 2.5 and Figure 2.9). There were no other significant differences ($ps > .295$).

Table 2.5 - Flanker scores (SD) for each condition by group.

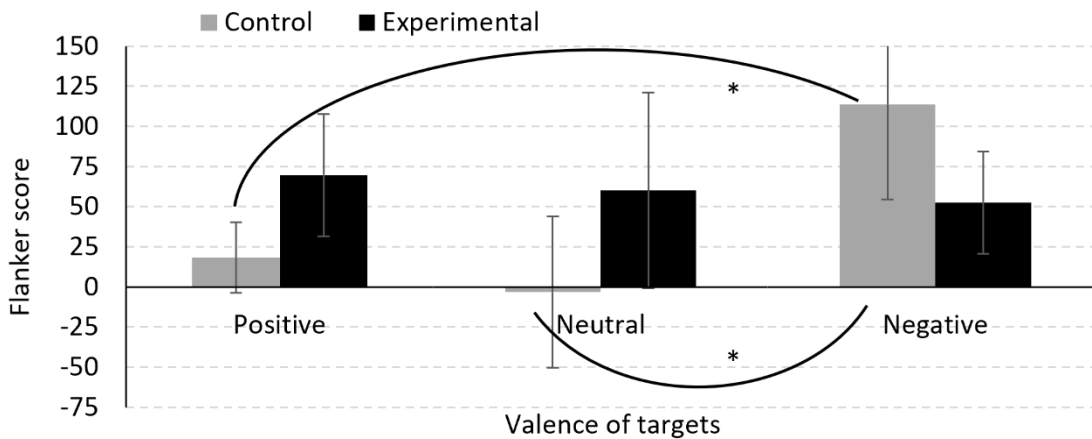
Condition ^a	Control group	Experimental group
------------------------	---------------	--------------------

P P	29.57 (104.05)	74.51 (115.84)
P Ne	16.34 (69.64)	52.22 (140.2)
P Ng	9.05 (85.72)	82.75 (124.89)
Ne P	-32.4 (107.92)	74.36 (153.99)
Ne Ne	16.71 (169.53)	47.78 (163.62)
Ne Ng	5.75 (155.95)	58.05 (198.27)
Ng P	94.48 (164.76)	19.52 (103.95)
Ng Ne	118.69 (181.23)	89.12 (128.11)
Ng Ng	127.89 (223.83)	49.07 (184.96)

Note. Conditions = Target | Distractors.

^aP = Positive, Ne = Neutral, Ng = Negative.

Figure 2.9 - Flanker scores according to the valence of targets by group



Note. 95% confidence interval of the mean are depicted.

* $p = .006$

Three Bonferroni corrected paired t tests ($\alpha^* = .0167$) were performed separately for each group by comparing the *FS* for each valence of target (see Figure 2.9). In the control group, they revealed that the *FS* for a negative target were significantly higher than for a positive target ($t(26) = 2.995, p = .006, d = .8, 95\% \text{ CI } [.206, 1.395]$) and a neutral target ($t(26) = 2.975, p = .006, d =$

.825, 95% CI [.208, 1.442]). There was no significant difference between *FS* for a positive target and for a neutral target ($p = .387$). In the experimental group, they revealed no significant differences between the valence of targets ($p > .41$). See Table 5 and Figure 9.

2.4.3 Discussion

In this second experiment, we aimed to test whether ruminating non depressed participants compared to not ruminating non depressed participants had impaired attentional control in an emotional context. We hypothesized that (1) the participants from the rumination group would have an impaired performance when having to focus their attention on positive or neutral EFEs while avoiding distraction from negative EFEs and (2) that they would be less easily distracted by positive or neutral EFEs when they must focus their attention on a negative EFE. Overall, our results partially supported our hypotheses given that the ruminating participants were more easily distracted when focusing their attention on positive EFEs and less easily distracted when focusing on negative EFEs compared to control participants. Also, our results are consistent with those from other classical face flanker tasks since all participants were quicker when they had to identify a face, regardless of valence, in the absence of distractors (e.g., Fenske & Eastwood, 2003).

The results to the EFT showed that (1) the participants were better and quicker at identifying positive faces compared to negative faces and quicker (but not better) at identifying positives faces compared to neutral faces which is consistent with the current literature on EFE identification (Palermo & Coltheart, 2004; Moser, Huppert, Duval, & Simons, 2008; Meyer, 2013; Pe et al., 2013); (2) that participants from the rumination group were more easily distracted (as shown by longer reaction times) by positive and negative faces when they had to focus their attention on positive faces, which partially confirms our first hypothesis; (3) the participants from the control group were marginally better at identifying the targets, regardless of their valence, and were more easily distracted from negative faces by the presence of distractors regardless of their valence which partially confirms our second hypothesis; (4) all participants were more easily distracted by neutral facial expressions when having to identify a negative target. Overall, this suggests that state rumination increases distraction by emotional information when focusing our attention on positive information and that it favors attention on negative information. These patterns and their integration with the first experiment are now more broadly discussed.

2.5 General discussion

Rumination refers to the repetition of negative thoughts linked to a stressful or aversive event (Nolen-Hoeksema & Morrow, 1993) and it has been proposed that a high tendency to ruminate is caused by impairments of attentional control when processing negative information. In two separate experiments, we studied the effect of induced rumination on attentional control in non-clinical participants. In the first experiment, the performance to an arrow flanker task was compared between the control and experimental groups. No significant difference in performance was found between the groups. In the second experiment, the groups' performance to an emotional flanker task was compared. The participants in the experimental group were less easily distracted by positive or negative distractors when focusing on negative EFEs and were more easily distracted by positive or negative distracting EFEs when focusing on positive EFEs compared to the control group. Both groups were more easily distracted by neutral faces when having to focus on negative EFEs. Overall, our results support our hypothesis that state rumination alters the ability to inhibit interference from stimulus, but only in the presence of emotional information. However, these results may be explained, at least in part, by the negative mood that was induced along with state rumination. This represent an important limitation of our study which should be addressed in future studies by adding a group in which a negative mood is induced without rumination.

2.5.1 Rumination induction

In both of our experiments, we induced rumination in an experimental group using a technique inspired from other studies (Cooney et al., 2010; Grol et al., 2015; Huffziger et al., 2012; Kross et al., 2005; Lewis et al., 2019; Lyubomirsky & Nolen-Hoeksema, 1995; Watkins & Brown, 2002). The participants first had to think about a recent negative event they experienced, then about ruminative statements. Rumination was successfully induced in the experimental group as shown by the analyses of the scores to the BSRI. This study is the first, to our knowledge, to experimentally induce rumination successfully in an online setting. This provides support for future online behavioral studies of rumination. Also, our participants' RTs and accuracy rates did not differ between the first and last quarters of trials which suggest the persistence of rumination throughout the experiment (see the analyses on OSF).

2.5.2 Classical effects of AFT and EFT

Since our results show a strong effect of congruence on performance to the AFT, we are confident that our setting was reliable, even online. However, our participants took longer to respond and had higher accuracy rates than those from the studies our task is based on (Weinberg et al., 2010; Tanovic et al., 2017). This difference may be explained by the absence of feedback given to our participants on their performance during the task. Indeed, in the studies we based our task on, the participants were asked to answer faster if they made too few errors or to be more accurate if they made too many.

The same applies to the EFT since we reproduced the slower RTs associated with the presence of distracting faces (see the analysis on OSF; Fenske & Eastwood, 2003; Quigley, 2017; Quigley, Wen, & Dobson, 2020). Again, our participants' RTs were higher than those from a similar study (Quigley, 2017). It is possible that our participants were more relaxed, given that they completed the experiment in more familiar environments since the experiment was online. This could have made them less alert and, therefore, they reacted less quickly. However, while our participants answered more slowly, they answered more accurately, suggesting that our participants made less errors from impulsivity.

Finally, there were differences in our arrow and emotional flanker tasks, notably in the stimuli presentation times which makes it harder to compare the results of our experiments. Indeed, in the arrow flanker task, the arrows remained on screen for 200ms before the screen turned black and remained so for one second after the participants answered while, in the emotional task, the faces remained on the screen until the participants' answer, then turned black for 1 second. We chose to have different presentation times to maintain some comparability with previous research since there is a lot of variability in the way these experimental tasks are built in the literature (See Davelaar and Stevens (2009) and Weinberg, Olvet, and Hajcak (2010) for an example). We also chose longer presentation times as a mean of comparability with an EEG experiment to come. Future research should investigate whether those differences influence the participants performance. Also, there should be standardized norms established for the construction of flanker tasks.

2.5.3 State rumination without emotional content

We found no effect of induced rumination on the performance to an arrow flanker task, which differs from the observations from Philippot and Brutoux (2008). These authors induced either rumination or distraction in depressed and non-depressed participants and compared their performance on a classical Stroop task. The authors found that dysphoric participants in the rumination condition made more interference errors (naming the word instead of the color of the ink) than non-depressed individuals and were slower in the interference part of the task, which reflects an impaired inhibition ability. Although our results may seem contradictory, there are many possible explanations for these differences in results. First, our participants were not depressed while Philippot and Brutoux (2008) found effects of rumination only in the depressed group which suggests that the inhibition impairments observed by these authors are more related to dysphoria than rumination. Second, these authors used a classical Stroop task which solicits the inhibition of response interference. Since an arrow flanker task solicits the IIS, this difference in results is likely explained by the measurement of different inhibition subfunctions. Furthermore, the results of our second experiment suggest an impaired IIS, but only when the target information has a positive valence. This suggest that the inhibition deficits are localized to an emotional information context and to the IIS. Last, there are differences between our rumination induction techniques. Indeed, the statements that the authors used to induce rumination were centered around depressive symptoms, which non-dysphoric individuals are not supposed to have. Therefore, the rumination induction technique may have only worked on dysphoric individuals, which would explain that only these individuals displayed an impaired performance while they were ruminating. However, this is doubtful since they replicated the results from Watkins and Brown (2002) from whom we based our rumination induction technique. In sum, the inhibition deficits linked to rumination observed by those previous studies appear to be related to the inhibition of response interference and dysphoria. Our observations are likely related to the IIS, but only when our attention must be focused on positive information, independently of dysphoria levels.

2.5.4 State rumination with emotional content

We found effects of induced rumination on the performance to an EFT. The participants from the rumination group displayed impairments in their ability to inhibit interferences from stimuli when they focused on positive EFEs while they more easily inhibited interferences when

they focused on negative EFEs. Our results, taken together with the results from Donaldson and colleagues (2007), which, as a reminder, found no effects of state rumination on the performance to an emotional dot-probe task, suggests that ruminating participants do not have a difficulty to inhibit previously relevant information (inhibition of proactive interference), but rather a difficulty to inhibit interference from stimulus only when having to focus on positive information. These impairments could explain the mechanisms of the persistence of negative thoughts in the process of rumination. Indeed, it may be harder to sustain attention on positive thoughts while ruminating and easier to sustain it on negative thoughts.

Lewis and colleagues (2019) also found that ruminating participants tend to orient their attention quicker toward positive information when it is paired with neutral information compared to control and to worrying participants, and to sustain it longer than worrying participants but not control participants. This is consistent with our results, and this could explain why we observed no significant differences in the experimental group when a positive target was paired with neutral distractors. Indeed, that would make neutral distractors less distracting when the task requires paying attention to positive information. They also found that ruminating participants did not orient their attention quicker toward negative information paired with positive one while control and worrying participants did, and that only worrying participants sustained it longer while control and ruminating participants did not differ from each other. This last observation is inconsistent with our results. Indeed, we found that ruminating participants were less distracted when engaging their attention on negative EFEs which suggests that they were able to sustain their attention on it longer than the control participants. However, one problem in the study from Lewis and colleagues (2019) is that rumination or worry levels were not measured so it remains unclear if their induction technique worked. Another explanation could be that their task consisted in a passive viewing of images that remained on the screen for 7 seconds. Since their participants did not have to inhibit any information, this would mean that our results reflect the IIS process, while theirs are more reflecting of general attention. We believe our participants were trying not to disengage their attention from a target while inhibiting distractors and their participants were free to view what they wanted.

2.5.5 Comparisons with trait rumination studies

Since our participants did not suffer from depression, our results are inconsistent with those from previous studies (Beckwé & Deroost, 2016; Koster et al. 2013) which found that participants

that had a high tendency to ruminate did not disengage their attention from negative information as easily as low ruminators but not when they controlled for depression. This suggests that their participants that had high depression symptoms and a high tendency to ruminate were engaged in rumination and, therefore, were less easily distracted from negative information. This could mean that the greater difficulty to disengage attention from negative information is not as dependent on depression as previously thought. Furthermore, this inconsistency of results may be explained by the fact that we measured rumination as a state instead of a trait which could mean that our observations reflect the process of rumination and not the predisposition for it. This last point may explain the absence of link found between trait rumination and the inhibition component of attentional control by Zetsche and colleagues (2012). Indeed, when an individual with a high tendency to ruminate is not engaged in rumination, they may not experience a difficulty to inhibit distracting information to positive thoughts or information while they may experience it when engaged in rumination. That being, these inhibition impairments, combined with the lower distraction from negative information, may explain why the negative thoughts persist when one engages in rumination. This idea is reinforced by our results which showed an attentional control impairment when having to focus on positive information. The researchers found that the higher the rumination score of a participant was, the stronger the facilitation effect of negative distracters for negative words and the weaker the facilitation effect of positive distracters for positive words (Pe et al., 2013).

Finally, our results are both consistent and inconsistent with those from Pe and colleagues (2013). They found that, as the participants' trait rumination score increased, positive distractors brought less facilitation (computed as the difference between RTs for a neutral target flanked by positive distractors and a positive target flanked by positive distractors), in the identification of a positive target. They also found that negative distractors brought more facilitation (computed as the difference between RTs for a neutral target flanked by negative distractors and a negative target flanked by negative distractors) in the identification of a negative target, both compared to the facilitation from neutral distractors. Indeed, only the facilitation effect of negative distractors paired with a negative target was replicated in our study. Furthermore, our ruminating participants were more easily distracted by positive distractors in the identification of a positive target which is the inverse of what the authors found. This may mean that state rumination differs from trait rumination in its effect on attention to positive information. State rumination could distract us from positive

stimuli while trait rumination could be more predominant in individuals who tend to be less distracted by positive stimuli. Also, state and trait rumination could both be related to a greater persistence of attention on negative information. It is also possible that some of Pe and colleagues' (2013) participants higher in trait rumination were also in the process of ruminating, which made them more susceptible to distractors for a positive target, and that this reflected in their results. This would also be consistent with the facilitation effect by negative distractors that they observed for the same reasons.

2.5.6 Integration to models of rumination

According to the attentional scope model of rumination (Whitmer & Gotlib, 2013), rumination is caused by a vicious cycle of attentional scope narrowing, referring to the focus of attention on details as opposed to globally, brought by a negative mood. Indeed, this narrowed attentional scope favors repetitive thoughts on a single negative topic that further damage ones' mood. This would, in turn, cause further attentional scope narrowing. Grol and colleagues (2015) hypothesized that this attentional scope narrowing would be exacerbated by self-related information compared to information related to others. However, this hypothesis was not supported by their experiments as the authors found that, be they involved in a problem-solving task or a rumination induction, only participants with high trait rumination in the rumination induction condition displayed a more narrowed attentional scope. However, participants in both conditions did not appear to have different levels of state rumination after the induction. This strongly suggests that the authors did not find differences in the performance to the attentional task between the groups based on state rumination because there was no difference between the group in state rumination levels.

Since we successfully induced rumination in our participants, this model could explain our results. However, the absence of assessment of current mood levels in our study is an important limit to the interpretation of our results. Despite this limitation, we can infer that our participants were in a negative mood since they had to reflect on a recent negative event they experienced. Being in a negative mood, negative information would be more self-relevant than positive or neutral one. Having a more narrowed attentional scope to self-relevant information would then explain why our participants were not distracted by distractors when having to focus on negative faces. For the enhanced distraction by distractors when the target is positive, the positive target

would be less self-relevant. Therefore, the attentional scope would be enlarged which would make a ruminating individual more susceptible to distraction when focusing on positive information.

Only the results from our second experiment are in line with the attentional scope model of rumination. Indeed, since there were no differences in performance between our groups to the AFT, and that having a reduced attentional scope should make one less susceptible to distractors, the results from our second experiment suggest that there is a reduced breadth of attention, but only when one must focus on negative information. This could also be that the attentional breadth is reduced for information coherent with our mood. The facilitation of distraction when having to focus on positive information further supports this point.

According to the impaired disengagement hypothesis model of rumination, persistent rumination could be explained by a difficulty disengaging attention from negative thoughts. The results of both of our experiment, while consistent with this model, brings nuance to the impaired disengagement hypothesis. Indeed, the results from our first experiment revealed no difference between the groups to an attentional control task, suggesting that there is not an attentional control deficit in ruminating individuals. However, the results from our second experiment suggest otherwise. They suggest that the attentional control deficits are existent but are more localized to the inhibition of distractions when processing positive information. This suggestion is also consistent with the fact that inhibition of distractions was stronger in the experimental group when negative information was relevant.

2.5.7 Conclusion

With two experiments, we wanted to show that state rumination impairs the ability to IIS, but only in the presence of emotional information. We also wanted to show that these impairments would differ depending on the valence of this emotional information. With the results of our experiments, we showed that state rumination increases IIS when negative information is processed while it impairs IIS when positive information is focused on. This is consistent with the attentional scope model of rumination (Whitmer & Gotlib, 2013), which postulates that rumination reduces our attentional scope when focusing on negative information. We also showed that there are no IIS impairments for neutral information. Overall, our results are more consistent with other studies on state rumination and tend to be inconsistent with those of trait rumination. This reinforces the idea that the factors predisposing to engage in rumination do not necessarily reflect the process of

rumination and the importance of studying state rumination to understand its consequences, and the mechanisms under its persistence.

Future research should use electrophysiological measures or eye-tracking to further investigate the attentional biases related to emotional information in state rumination. Indeed, promising results were found in previous studies when using electroencephalography (EEG) to study rumination (see Chuen Yee Lo, Lau, Cheung, & Allen, 2012, and Tanovic et al., 2017). To this end, we currently are recruiting participants for a study with the same design while adding EEG measures to assess whether our results can be replicated at the brain level.

2.6 Declarations

Funding The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Competing interests The authors have no conflict of interests to disclose.

Compliance with Ethical Standards

Ethics approval These studies were approved by the Comité d'éthique à la recherche avec des êtres humains (CÉRÊH) from the Université du Québec à Trois-Rivières (CER-20-264-07.03). These studies were performed in accordance with the Declaration of Helsinki (1964) and its later amendments.

Informed consent Informed consent was obtained from the participants to these studies.

Data availability All data is openly available on Open Science Factor via this link: https://osf.io/g9mvh/?view_only=a317daf98fec462283b4f56591132dd3

2.7 References

- Anwyl-Irvine, A., Dalmaijer, E., Hodges, N., & Evershed, J. (2020). Online Timing Accuracy and Precision: A comparison of platforms, browsers, and participant's devices.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). Beck Depression Inventory Manual. The Psychological Corporation. *San Antonio, TX*.
- Beckwé, M., & Deroost, N. (2016). Attentional biases in ruminators and worriers. *Psychological research, 80*(6), 952-962.
- Bushman, B. J. (2002). Does venting anger feed or extinguish the flame? Catharsis, rumination, distraction, anger, and aggressive responding. *Personality and social psychology bulletin, 28*(6), 724-731.
- Chuen Yee Lo, B., Lau, S., Cheung, S. H., & Allen, N. B. (2012). The impact of rumination on internal attention switching. *Cognition & emotion, 26*(2), 209-223.
- Cooney, R. E., Joormann, J., Eugène, F., Dennis, E. L., & Gotlib, I. H. (2010). Neural correlates of rumination in depression. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 10*(4), 470-478.
- Davelaar, E. J., & Stevens, J. (2009). Sequential dependencies in the Eriksen flanker task: A direct comparison of two competing accounts. *Psychonomic bulletin & review, 16*(1), 121-126.
- Davis, R. N., & Nolen-Hoeksema, S. (2000). Cognitive inflexibility among ruminators and nonruminators. *Cognitive therapy and research, 24*(6), 699-711.
- Donaldson, C., Lam, D., & Mathews, A. (2007). Rumination and attention in major depression. *Behaviour research and therapy, 45*(11), 2664-2678.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & psychophysics, 16*(1), 143-149.
- Fang, L., Sanchez-Lopez, A., & Koster, E. H. (2019). Attentional scope, rumination, and processing of emotional information: An eye-tracking study. *Emotion, 19*(7), 1259.
- Fenske, M. J., & Eastwood, J. D. (2003). Modulation of focused attention by faces expressing emotion: evidence from flanker tasks. *Emotion, 3*(4), 327.

- Flannelly, K. J., Flannelly, L. T., & Jankowski, K. R. (2018). Threats to the internal validity of experimental and quasi-experimental research in healthcare. *Journal of health care chaplaincy, 24*(3), 107-130.
- Goeleven, E., De Raedt, R., Leyman, L., & Verschuere, B. (2008). The Karolinska directed emotional faces: a validation study. *Cognition and emotion, 22*(6), 1094-1118.
- Grol, M., Hertel, P. T., Koster, E. H., & De Raedt, R. (2015). The effects of rumination induction on attentional breadth for self-related information. *Clinical Psychological Science, 3*(4), 607-618.
- Huffziger, S., Ebner-Priemer, U., Koudela, S., Reinhard, I., & Kuehner, C. (2012). Induced rumination in everyday life: Advancing research approaches to study rumination. *Personality and Individual Differences, 53*(6), 790-795.
- James, S. L., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., ... & Briggs, A. M. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet, 392*(10159), 1789-1858.
- Koster, E. H., De Lissnyder, E., & De Raedt, R. (2013). Rumination is characterized by valence-specific impairments in switching of attention. *Acta psychologica, 144*(3), 563-570.
- Koster, E. H., De Lissnyder, E., Derakshan, N., & De Raedt, R. (2011). Understanding depressive rumination from a cognitive science perspective: The impaired disengagement hypothesis. *Clinical psychology review, 31*(1), 138-145.
- Kross, E., Ayduk, O., & Mischel, W. (2005). When asking “why” does not hurt distinguishing rumination from reflective processing of negative emotions. *Psychological science, 16*(9), 709-715.
- Le Moul, J., Arditte, K. A., D'Avanzato, C., & Joormann, J. (2013). State rumination: Associations with emotional stress reactivity and attention biases. *Journal of experimental psychopathology, 4*(5), 471-484.

- Lewis, E. J., Blanco, I., Raila, H., & Joormann, J. (2019). Does repetitive negative thinking affect attention? Differential effects of worry and rumination on attention to emotional stimuli. *Emotion, 19*(8), 1450.
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). The Karolinska directed emotional faces (KDEF). *CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, 91*(630), 2-2.
- Lyubomirsky, S., & Nolen-Hoeksema, S. (1995). Effects of self-focused rumination on negative thinking and interpersonal problem solving. *Journal of personality and social psychology, 69*(1), 176.
- Marchetti, I., Mor, N., Chiorri, C., & Koster, E. H. (2018). The brief state rumination inventory (BSRI): validation and psychometric evaluation. *Cognitive Therapy and Research, 42*(4), 447-460.
- Meyer, M. (2013). *The neurocognitive basis of cognitive and emotional control* [Unpublished doctoral dissertation]. Cardiff University. Orca. <https://orca.cardiff.ac.uk/46553/>
- Meyer, T. J., Miller, M. L., Metzger, R. L., & Borkovec, T. D. (1990). Development and validation of the penn state worry questionnaire. *Behaviour research and therapy, 28*(6), 487-495.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology, 41*(1), 49-100.
- Moser, J. S., Huppert, J. D., Duval, E., & Simons, R. F. (2008). Face processing biases in social anxiety: an electrophysiological study. *Biological psychology, 78*(1), 93-103.
- Nolen-Hoeksema, S. (1991). Responses to depression and their effects on the duration of depressive episodes. *Journal of abnormal psychology, 100*(4), 569.
- Nolen-Hoeksema, S., & Morrow, J. (1991). A prospective study of depression and posttraumatic stress symptoms after a natural disaster: the 1989 Loma Prieta Earthquake. *Journal of personality and social psychology, 61*(1), 115.

- Nolen-Hoeksema, S., & Morrow, J. (1993). Effects of rumination and distraction on naturally occurring depressed mood. *Cognition & Emotion*, 7(6), 561-570.
- Nolen-Hoeksema, S., Wisco, B. E., & Lyubomirsky, S. (2008). Rethinking rumination. *Perspectives on psychological science*, 3(5), 400-424.
- Palermo, R., & Coltheart, M. (2004). Photographs of facial expression: Accuracy, response times, and ratings of intensity. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(4), 634-638.
- Pe, M. L., Vandekerckhove, J., & Kuppens, P. (2013). A diffusion model account of the relationship between the emotional flanker task and rumination and depression. *Emotion*, 13(4), 739.
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., ... & Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior research methods*, 51(1), 195-203.
- Philippot, P., & Brutoux, F. (2008). Induced rumination dampens executive processes in dysphoric young adults. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 39(3), 219-227.
- Quigley, L. (2017). *An Examination of Executive Control Biases and Rumination in Currently, Remitted and Never Depressed Individuals* [Doctoral dissertation, University of Calgary]. Prism. <https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3710>
- Quigley, L., Wen, A., & Dobson, K. S. (2020). Cognitive control over emotional information in current and remitted depression. *Behaviour Research and Therapy*, 132, 103658.
- Radloff, L. S. (1977). The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Applied psychological measurement*, 1(3), 385-401.
- Sauter, M., Draschkow, D., & Mack, W. (2020). Building, Hosting and Recruiting: A Brief Introduction to Running Behavioral Experiments Online. *Brain Sciences*, 10(4), 251.
- Savard, J., Laberge, B., Gauthier, J. G., Ivers, H., & Bergeron, M. G. (1998). Evaluating anxiety and depression in HIV-infected patients. *Journal of personality assessment*, 71(3), 349-367.

- Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature methods*, *9*(7), 671-675.
- Stahl, C., Voss, A., Schmitz, F., Nuszbaum, M., Tüscher, O., Lieb, K., & Klauer, K. C. (2014). Behavioral components of impulsivity. *Journal of Experimental Psychology: General*, *143*(2), 850.
- Sutton, T. M., Herbert, A. M., & Clark, D. Q. (2019). Valence, arousal, and dominance ratings for facial stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *72*(8), 2046-2055.
- Tanovic, E., Hajcak, G., & Sanislow, C. A. (2017). Rumination is associated with diminished performance monitoring. *Emotion*, *17*(6), 953.
- Watkins, E. R. (2018). *Rumination-focused cognitive-behavioral therapy for depression*. Guilford Publications.
- Watkins, E., & Brown, R. G. (2002). Rumination and executive function in depression: An experimental study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *72*(3), 400-402.
- Wechsler, D. (1981). *Adult Intelligence Scale-Revised Manual*. New York: The Psychological Corporation.
- Weinberg, A., Olvet, D. M., & Hajcak, G. (2010). Increased error-related brain activity in generalized anxiety disorder. *Biological psychology*, *85*(3), 472-480.
- Whitmer, A. J., & Banich, M. T. (2007). Inhibition versus switching deficits in different forms of rumination. *Psychological science*, *18*(6), 546-553.
- Whitmer, A. J., & Gotlib, I. H. (2013). An attentional scope model of rumination. *Psychological bulletin*, *139*(5), 1036.
- Zetsche, U., D'Avanzato, C., & Joormann, J. (2012). Depression and rumination: Relation to components of inhibition. *Cognition & emotion*, *26*(4), 758-767.
- Zetsche, U., & Joormann, J. (2011). Components of interference control predict depressive symptoms and rumination cross-sectionally and at six months follow-up. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, *42*(1), 65-73.

Zigmond, A. S., & Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta psychiatrica scandinavica*, 67(6), 361-370.

Chapitre 3 – Discussion supplémentaire et conclusion

L'objectif du présent mémoire était de clarifier la nature de la relation entre la rumination et des altérations de l'IID. Ainsi, par les études présentées au chapitre 2, nous avons investigué comment la rumination-état affecterait l'IID provenant d'informations émotionnelles et neutres lorsqu'elle est induite chez des participants neurotypiques en bonne santé. Nous avons trois hypothèses. Notre première hypothèse était qu'il y aurait des effets de la rumination-état sur la performance à une tâche de Flanker émotionnelle, mais pas à une tâche de Flanker neutre. Notre deuxième hypothèse était que la rumination-état nuirait à la performance à une tâche de Flanker émotionnelle lorsque des distracteurs négatifs seraient présentés aux flancs d'une cible neutre ou positive. Notre troisième hypothèse était que la rumination-état améliorerait l'IID lorsque des distracteurs positifs ou neutres seraient présentés aux flancs d'une cible négative.

Nous avons confirmé notre première hypothèse. En effet, il n'y avait pas de différences de performance entre les participants du groupe contrôle et ceux chez qui la rumination a été induite à une tâche de Flanker neutre, mais il y en avait à une tâche de Flanker émotionnelle. Il faut cependant prendre en considération que ces différences peuvent être expliquées par l'humeur négative des participants expérimentaux plutôt que par la rumination. En effet, par des soucis pratiques, nous n'avons pas recruté un troisième groupe de participants dans lequel une humeur négative serait induite sans rumination. Ensuite, notre deuxième hypothèse a été partiellement confirmée. En effet, dans les deux groupes de participants, il n'y avait pas de différences significatives dans la performance associée à la présence de distracteurs négatifs pour une cible neutre en comparaison à l'absence de distracteurs. Cependant, les participants du groupe expérimental manifestaient des temps de réaction plus élevés, traduisant une moins bonne capacité d'IID, lorsqu'une cible positive était flanquée par des distracteurs négatifs alors que ce n'était pas le cas chez les participants du groupe contrôle. De façon importante, cette différence n'était pas exclusive à la présence de distracteurs négatifs. En effet, l'altération de l'IID se manifestait aussi lors de la présence de distracteurs positifs aux flancs d'une cible positive. Enfin, notre troisième hypothèse a également été partiellement confirmée. Effectivement, les participants du groupe expérimental ne montraient pas de différences de performance entre les conditions dans lesquelles des distracteurs positifs étaient présentés aux flancs d'une cible négative et lorsqu'il y avait absence de distracteurs alors qu'elle l'était chez les participants du groupe contrôle. Les participants du groupe expérimental manifestaient donc une meilleure capacité d'IID que ceux du groupe contrôle dans cette condition. Cependant, la capacité d'IID des deux groupes n'était pas différente lorsque

les distracteurs aux flancs d'une cible positive étaient neutres. En effet, les deux groupes de participants montraient un ralentissement lorsqu'une cible positive était flanquée par des distracteurs neutres. Ainsi, ce ralentissement est probablement expliqué par un processus autre que notre manipulation expérimentale. De plus, la meilleure capacité d'IID des participants du groupe expérimental se manifestait également pour la présence de distracteurs positifs aux flancs d'une cible positive.

Dans ce chapitre seront discutées quelques implications de ces résultats pour de futures recherches, quelques limites du projet à considérer ainsi que ses forces. Enfin, ce mémoire se terminera par une brève conclusion qui inclura la piste qui, à mon sens, serait la plus pertinente pour une future recherche.

3.1 Implications

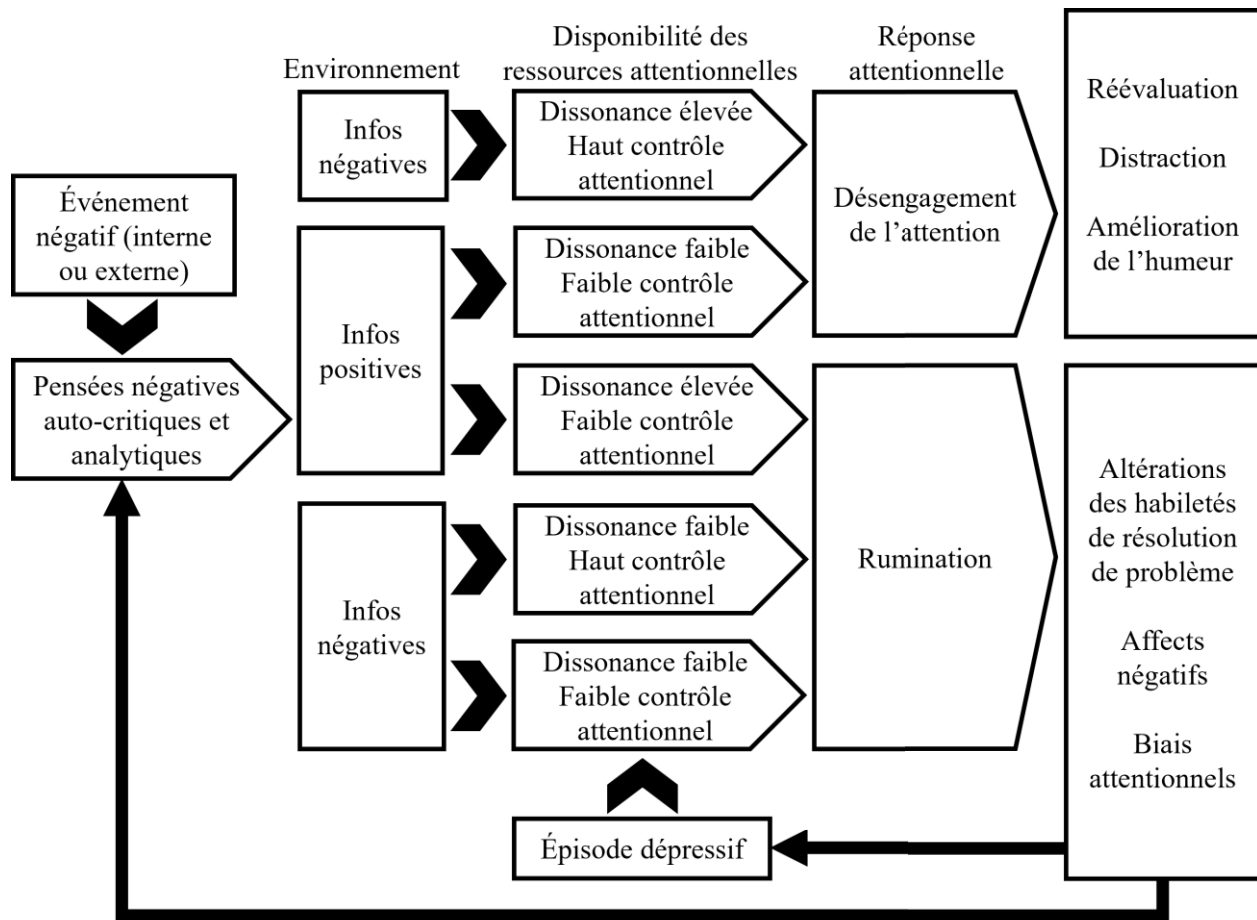
Premièrement, les résultats présentés au chapitre 2 montrent que la rumination-état pourrait être associée à des biais d'IID spécifiques à des informations émotionnelles. Plus précisément, la rumination-état pourrait favoriser l'IID lorsque l'attention est située sur des informations négatives alors qu'elle pourrait l'entraver lorsque l'attention est située sur des informations positives. Il demeure que ces résultats pourraient être expliqués par l'induction d'humeur négative chez les participants plutôt que par la rumination-état et que l'interaction que nous avons observée est marginalement significative. Il faut ainsi être prudent dans leur interprétation. Malgré tout, ces résultats s'intègrent bien avec la théorie de la portée du champ attentionnel de la rumination (Whitmer & Gotlib, 2013) qui, en guise de rappel, postule que la rumination s'explique par une réduction de la portée du champ attentionnel causée par une humeur négative chez des individus ayant déjà une portée du champ attentionnel plus étroite. Cependant, il y a quelques nuances importantes à considérer. En effet, si une humeur négative réduisait systématiquement la portée du champ attentionnel, des différences auraient aussi dû être observées dans la performance à la tâche neutre. De plus, la rumination-état aurait dû être associée à une meilleure capacité d'IID à la tâche émotionnelle, peu importe la valence des distracteurs présentés. Nos résultats suggèrent que cette réduction de la portée du champ attentionnel survient uniquement lorsque l'attention est centrée sur des informations négatives. À l'inverse, nos résultats suggèrent que le champ attentionnel s'élargirait lorsque l'attention est centrée sur des informations positives. Nos résultats impliquent donc que la réduction de la portée du champ attentionnel existe seulement pour des informations

émotionnelles et qu'elle dépend de la valence de ces informations. Dans des études subséquentes, il pourrait être intéressant d'investiguer si cette réduction du champ attentionnel se manifeste par des différences de perception d'informations en périphérie du champ visuel. Par exemple, elle pourrait se manifester, chez des individus qui ruminent, par une moins bonne capacité d'identification correcte de stimuli présentés en périphérie du champ visuel lorsque l'attention est centrée sur des informations négatives ou l'inverse pour des informations positives. Il semble exister une prédisposition dans la population générale à avoir un champ attentionnel plus restreint lorsque l'attention est dirigée sur des informations négatives alors qu'il est plus large pour des informations positives (D'Hondt, Szaffarczyk, Sequeira, & Boucart, 2016). Ces effets pourraient être modulés par l'état de rumination. En effet, les résultats d'études portant sur des états émotionnels similaires à la rumination et des problématiques en santé mentale associées à cette dernière montrent des différences pour le traitement d'informations émotionnelles en fonction de leur localisation dans le champ visuel. Par exemple, D'Hondt, Honoré, Williot et Sequeira (2014) ont observé que l'anxiété-état favorise la perception d'informations émotionnelles dans le champ visuel périphérique. Étant donné les similarités entre les inquiétudes, qui sont une caractéristique importante de l'anxiété, et la rumination, des effets similaires pourraient être associés à la rumination-état. D'autres études montrent à l'opposé que la dépression est associée à une *restriction* du champ attentionnel lorsque l'attention est dirigée sur des informations négatives (De Zorzi, Robin, Honoré, Bubrovsky, Vaiva, & Sequeira, 2020; De Zorzi, Ranfaing, Roux, Honoré, & Sequeira, 2022). Étant donné la place qu'occupe la rumination dans la symptomatologie dépressive, des effets similaires pourraient être observés en association avec la rumination-état.

Deuxièmement, les résultats s'intègrent bien avec la théorie du désengagement affaibli (Koster et al., 2011). En effet, même si nos participants n'avaient pas à désengager leur attention, les participants du groupe expérimental étaient moins distraits par des distracteurs émotionnels lorsque leur attention était dirigée vers un visage négatif. Cela suggère que la rumination mène à une réduction du désengagement de l'attention dans ce cas précis puisqu'elle ne se désengage pas pour se diriger vers les distracteurs. Cependant, il y a certaines nuances à considérer. En effet, nos participants montraient moins de désengagement pour une cible négative, mais ils en montraient plus pour une cible positive et cela se manifestait par une augmentation de la distraction dans la condition de la cible positive. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'une étude suggérant que l'adoption de la rumination est associée avec une réduction des affects positifs (Feldman,

Joormann, & Johnson, 2008). Cela suggère que la rumination serait associée à un affaiblissement du désengagement attentionnel pour des informations négatives, mais aussi à une augmentation de celui-ci pour des informations positives. Ainsi, comme on peut voir dans la Figure 3.1, lorsqu'un individu adopte un mode de pensée négatif auto-critique et analytique à la suite d'un événement négatif, son niveau d'engagement attentionnel sera différent en fonction de la valence des informations entrant dans son champ attentionnel. Dans le cas où ces informations sont négatives, la réponse attentionnelle variera en fonction des niveaux de dissonance avec l'image de soi et des niveaux de contrôle attentionnel. Ainsi, si la dissonance et le contrôle attentionnel sont élevés, l'individu désengagera son attention de ses pensées négatives, mais aussi des informations négatives. Si la dissonance est faible, l'attention persistera sur ces informations et sur les pensées négatives. Dans le cas où les informations sont positives, le principe sera le même. Si la dissonance est élevée et que le contrôle attentionnel est faible, l'attention de l'individu restera centrée sur ses pensées négatives favorisant la rumination. Si la dissonance est faible, l'attention de l'individu se désengagera de ses pensées négatives pour s'engager sur les informations positives et ce, indépendamment des niveaux de contrôle attentionnel. Ce modèle, bien qu'il soit centré sur une réponse à un événement négatif interne ou externe, est cohérent avec la théorie *Broaden and Build* des émotions positives (Fredrickson, 2001; 2004). Selon cette théorie, lorsqu'un individu vit des affects positifs, son répertoire de pensées et d'action s'élargit. Lorsqu'un individu vit des émotions positives, on peut penser que les informations négatives dans l'environnement provoqueront une dissonance cognitive pouvant favoriser le désengagement attentionnel d'envers ces informations négatives. Ainsi, il pourrait être intéressant de se pencher, dans de futures études, sur la réponse à un événement positif interne ou externe. On pourrait observer une rumination des affects positifs ayant des effets bénéfiques sur l'humeur de l'individu plutôt que des effets négatifs. Les effets de la rumination des affects positifs auraient donc un effet de protection contre les affects ou les symptômes dépressifs de façon compatible avec le modèle de Barbara Fredrickson (2001, 2004).

Figure 3.1 – Schéma révisé de la théorie du désengagement affaibli



Note. Adapté de « Understanding depressive rumination from a cognitive science perspective: The impaired disengagement hypothesis, » par Koster, E. H., De Lissnyder, E., Derakshan, N., & De Raedt, R., 2007, *Clinical psychology review*, 31(1), 138-145. Droits d'auteurs 2010 à Elsevier Ltd.

Troisièmement, à deux reprises, nous avons induit un état de rumination en ligne dans un groupe de participants. Cela montre qu'il est possible d'induire la rumination en ligne de façon fiable. Malgré les désavantages associés à l'expérimentation en ligne, effectuer ce type de manipulation dans un contexte en ligne est prometteur puisque cela peut permettre de réduire les inconvénients associés à la participation à une étude expérimentale tels que le temps et les coûts associés au déplacement. De plus, cela permet de rejoindre un bassin de participants potentiels plus grand étant donné qu'il n'est pas limité par la proximité géographique. La participation est également plus souple en se faisant à tout moment sans prise de rendez-vous. L'expérimentateur peut aussi accorder plus de temps à d'autres aspects de la recherche en réduisant le temps devant

être accordé à la collecte de données et à la gestion de rendez-vous. Cela peut donc représenter une manière plus efficace tant pour le participant que pour l'expérimentateur d'étudier la rumination.

3.2 Limites et futures perspectives

Les résultats du chapitre 2 comportent certaines limites. Premièrement, notre traduction du BSRI n'a pas été préalablement validée. Il est donc possible que notre traduction ne soit pas fidèle et que les propriétés psychométriques du questionnaire en aient souffert. Malgré cette limite, les résultats montrent qu'il peut mesurer une différence dans les niveaux de rumination-état après une manipulation expérimentale. Cela suggère donc que nos résultats sont fiables. Pour minimiser ces doutes sur la fiabilité des résultats de futures études, il serait pertinent de procéder à une adaptation en français du questionnaire et de conduire une étude métrologique exhaustive de cette adaptation, d'autant plus qu'il semble y avoir un intérêt grandissant pour l'utilisation du BSRI dans des populations francophones. En effet, d'autres auteurs ont aussi utilisé une traduction non validée du BSRI dans leur étude (voir Nalborczyk et al., 2021).

Deuxièmement, étant donné que l'étude s'est déroulée durant la pandémie de COVID-19, nous avons choisi de faire l'ensemble de l'étude en ligne. Ainsi, nous n'avons pas pu contrôler certaines variables telles que le matériel informatique utilisé par les participants, la qualité de leur connexion à internet ou leur environnement de participation. L'environnement de certains participants pouvait donc être bruyant et distrayant alors qu'il pouvait être calme pour d'autres. Pour minimiser cette source de variabilité, nous avons cependant donné des instructions spécifiques aux participants. Cependant, nous n'avons pas pu nous assurer qu'elles soient respectées. Pour minimiser la variabilité associée à l'équipement informatique, nous avons choisi un logiciel d'expérimentation pour sa fiabilité par rapport aux *timings* de présentation des stimuli et d'enregistrement des temps de réaction (Anwyl-Irvine et al., 2020; Sauter et al., 2020). De plus, la plateforme d'expérimentation en ligne utilisée réduisait la variabilité associée à la stabilité et la qualité de la connexion internet en téléchargeant l'expérience sur l'ordinateur du participant avant qu'elle démarre. Malgré ces précautions, les résultats ne sont pas aussi fiables que ceux obtenus dans un environnement plus contrôlé tel que dans un laboratoire. Il serait pertinent d'investiguer si et comment l'expérimentation en ligne affecte la justesse et la fiabilité des données et résultats. Il serait aussi intéressant de vérifier si nos résultats sont reproductibles dans une expérience en laboratoire.

Troisièmement, il y avait des différences dans les paramètres de nos tâches de Flanker. Par exemple, dans la tâche de Flanker neutre, les flèches étaient affichées pendant 200 ms avant de disparaître alors que les visages dans la tâche émotionnelle restaient affichés jusqu'à ce que le participant entre sa réponse. Cela peut ainsi compliquer la comparaison des résultats entre les tâches. Nous avons choisi des temps de présentation différents afin de pouvoir maintenir une comparabilité avec les recherches précédentes. En effet, il y a beaucoup de variabilité dans les paramètres des tâches de Flanker dans la littérature (voir Davelaar et Stevens (2009) et Weinberg, Olvet et Hajcak (2010) pour un exemple). Il serait intéressant, dans de futures études, d'étudier les influences de ces différences sur la performance des participants. De plus, il serait pertinent d'établir des normes standardisées dans les paramètres de ces tâches, mais aussi dans les méthodes d'analyse de la performance. En effet, il existe une grande variété dans les indices utilisés par les différents auteurs pour mesurer la performance aux tâches de Flanker ainsi que dans la dénomination utilisée pour un même indice. Par exemple, Fenske et Eastwood (2003) ont nommé « effet de compatibilité des Flankers » un indice calculé comme la différence entre les temps de réaction pour une cible émotionnelle flanquée par des distracteurs neutres et les temps de réaction lorsqu'elle est flanquée par des distracteurs identiques. Pe et ses collaborateurs (2013) ont utilisé le même indice, mais ils l'ont nommé « effet de facilitation ». Ces différences de dénominations peuvent entraîner de la confusion chez les lecteurs compliquant ainsi la comparaison entre les différentes études. Il serait donc pertinent de développer des indices ou des mesures de la performance standardisés de façon à faciliter la communication entre les auteurs et la comparaison des résultats aux différentes études utilisant les tâches de Flanker. Dans la section 2.4.1.6 du chapitre 2, nous avons montré que l'utilisation d'indices ne mène pas à des résultats différents de ceux ayant été obtenus à l'analyse des temps de réaction. Cela jette ainsi un doute sur la pertinence d'utiliser des indices pour mesurer la performance aux tâches de Flanker. Utiliser les temps de réaction dans les analyses de la performance à ces tâches serait donc une avenue intéressante.

Quatrièmement, l'interaction entre le groupe, la valence de la cible et la valence des distracteurs était marginalement significative au seuil de 5%. Une explication possible est que la taille de notre échantillon n'était pas suffisamment grande. Cependant, en retirant les participants ayant des scores plus élevés à la sous-échelle de dépression du HADS, la triple interaction devenait statistiquement significative. Ainsi, on peut penser que nos résultats sont fiables. Malgré tout, il

serait donc important de vérifier dans de futures études si nos résultats peuvent être répliqués avec un échantillon plus grand de participants.

Dernièrement, nous n'avons pas inclus de groupe de participants dans lequel une humeur négative serait induite sans rumination. Ainsi, il est possible que nos résultats soient attribuables à une différence dans l'humeur des participants. De plus, nous n'avons pas mesuré l'humeur des participants. Inclure cette mesure aurait pu permettre de vérifier s'il y avait une différence d'humeur entre les groupes afin d'exclure l'hypothèse qu'une telle différence peut expliquer nos résultats. De futures études devraient tenter de reproduire ces résultats en incluant un groupe dans lequel une humeur négative sans rumination est induite ainsi qu'en incluant une mesure de l'humeur.

3.3 Forces

L'étude présentée au chapitre 2 comporte aussi certaines forces. Premièrement, notre échantillon comportait une certaine diversité du point de vue de l'occupation principale et des niveaux de scolarité. En effet, notre échantillon n'était pas composé exclusivement d'étudiants universitaires (voir annexe 1 pour plus de détails). Cela rend nos résultats plus généralisables à l'ensemble de la population.

Deuxièmement, bien que ce soit un environnement moins contrôlé, le fait que l'expérience se soit déroulée en ligne ajoute à la validité écologique de nos résultats. En effet, les résultats pourraient mieux représenter ce qui se produit lorsqu'un individu rumine dans un environnement lui étant familier. De plus, pour l'induction de la rumination, un tel environnement pourrait être plus susceptible de contenir des indices favorisant le rappel d'un événement négatif antérieur. Aussi, les participants se sont probablement déjà engagés dans la rumination dans ce lieu familier ce qui rendrait plus accessible l'adoption de ce style de réponse.

Enfin, à ma connaissance, il s'agit de la première étude à comparer les effets de la rumination-état sur la performance entre des tâches d'IID avec et sans contenu émotionnel. Cela a ainsi permis de mieux comprendre la nature de ces effets qui semblent spécifiques au traitement du contenu émotionnel tel que reflété par nos résultats.

3.4 Conclusion

Par deux expériences, nous avons tenté de montrer que la rumination-état altère la capacité d'IID, spécifiquement pour des informations émotionnelles. Nous avons observé que lorsque les participants du groupe expérimental dirigeaient leur attention vers des informations émotionnellement négatives, leur capacité d'IID était améliorée alors qu'elle était détériorée lorsqu'ils dirigeaient leur attention vers des informations positives. Il n'est cependant pas clair si ces différences sont attribuables à la rumination, à une humeur négative ou à une interaction entre ces deux variables. Avec certaines nuances, nos résultats étaient compatibles avec la théorie du désengagement affaibli et avec celle de la portée du champ attentionnel. Cependant, en considérant que nous induisions aussi une humeur négative chez les participants du groupe expérimental, il n'est pas clair si les effets observés sur les processus d'inhibition sont mieux expliqués par l'humeur négative ou s'ils le sont mieux par la rumination. Il serait ainsi pertinent, dans de futures études, de tenter de reproduire en contrôlant les effets de l'humeur. Cela permettrait ainsi d'exclure la possibilité que les résultats soient attribuables aux effets de l'humeur. Néanmoins, les résultats à ces études offrent un portrait plus global des effets de la rumination-état dans la population générale et sont les premiers, à ma connaissance, à montrer de façon expérimentale qu'il pourrait exister des biais d'IID spécifiques à des informations émotionnelles associés à la rumination-état. De plus, même s'il n'est pas clair si ces observations sont attribuables à la rumination ou à l'humeur négative, la rumination ne peut théoriquement pas survenir sans qu'il y ait une humeur négative. Ainsi, nos résultats devraient ainsi bien refléter les mécanismes de la rumination-état.

Références bibliographiques

- Abbott, M. J., & Rapee, R. M. (2004). Post-event rumination and negative self-appraisal in social phobia before and after treatment. *Journal of abnormal psychology, 113*(1), 136.
- Altamirano, L. J., Miyake, A., & Whitmer, A. J. (2010). When mental inflexibility facilitates executive control: Beneficial side effects of ruminative tendencies on goal maintenance. *Psychological science, 21*(10), 1377-1382.
- American Psychiatric Association, D. S., & American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (Vol. 5). Washington, DC: American psychiatric association.
- Beckwé, M., & Deroost, N. (2016). Attentional biases in ruminators and worriers. *Psychological research, 80*(6), 952-962.
- Borkovec, T. D., Alcaine, O., & Behar, E. W. E. L. Y. N. (2004). Avoidance theory of worry and generalized anxiety disorder. *Generalized anxiety disorder: Advances in research and practice, 2004*, 77-108.
- Borkovec, T. D., & Inz, J. (1990). The nature of worry in generalized anxiety disorder: A predominance of thought activity. *Behaviour research and therapy, 28*(2), 153-158.
- Borkovec, T. D., Ray, W. J., & Stober, J. (1998). Worry: A cognitive phenomenon intimately linked to affective, physiological, and interpersonal behavioral processes. *Cognitive Therapy and Research, 22*(6), 561-576.
- Collins, K., & Bell, R. (1997). Personality and aggression: The dissipation-rumination scale. *Personality and Individual Differences, 22*(5), 751-755.
- Cooney, R. E., Joormann, J., Eugène, F., Dennis, E. L., & Gotlib, I. H. (2010). Neural correlates of rumination in depression. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 10*(4), 470-478.

- Dar, K. A., Iqbal, N., & Mushtaq, A. (2017). Intolerance of uncertainty, depression, and anxiety: Examining the indirect and moderating effects of worry. *Asian journal of psychiatry*, *29*, 129-133.
- Davelaar, E. J., & Stevens, J. (2009). Sequential dependencies in the Eriksen flanker task: A direct comparison of two competing accounts. *Psychonomic bulletin & review*, *16*(1), 121-126.
- Davey, G. C. (1994). Worrying, social problem-solving abilities, and social problem-solving confidence. *Behaviour Research and Therapy*, *32*(3), 327-330.
- Davis, R. N., & Nolen-Hoeksema, S. (2000). Cognitive inflexibility among ruminators and nonruminators. *Cognitive therapy and research*, *24*(6), 699-711.
- De Lissnyder, E., Derakshan, N., De Raedt, R., & Koster, E. H. (2011). Depressive symptoms and cognitive control in a mixed antisaccade task: Specific effects of depressive rumination. *Cognition & Emotion*, *25*(5), 886-897
- De Lissnyder, E., Koster, E. H., Derakshan, N., & De Raedt, R. (2010). The association between depressive symptoms and executive control impairments in response to emotional and non-emotional information. *Cognition and Emotion*, *24*(2), 264-280.
- De Zorzi, L., Ranfaing, S., Roux, C., Honoré, J., & Sequeira, H. (2022). Impact of visual eccentricity on emotional reactivity: implications for anxious and depressive symptomatology. *Journal of Affective Disorders Reports*, *8*, 100304.
- De Zorzi, L., Robin, M. S., Honoré, J., Bubrowszky, M., Vaiva, G., & Sequeira, H. (2020). Depression restricts visual capture and promotes the perception of negative information. *Biological Psychology*, *154*, 107923.
- Donaldson, C., Lam, D., & Mathews, A. (2007). Rumination and attention in major depression. *Behaviour research and therapy*, *45*(11), 2664-2678.
- D'Hondt, F., Honoré, J., Williot, A., & Sequeira, H. (2014). State anxiety modulates the impact of peripherally presented affective stimuli on foveal processing. *Journal of affective disorders*, *152*, 91-96.

- D'Hondt, F., Szaflarczyk, S., Sequeira, H., & Boucart, M. (2016). Explicit and implicit emotional processing in peripheral vision: A saccadic choice paradigm. *Biological psychology, 119*, 91-100.
- Fang, L., Sanchez-Lopez, A., & Koster, E. H. (2019). Attentional scope, rumination, and processing of emotional information: An eye-tracking study. *Emotion, 19*(7), 1259.
- Feldman, G. C., Joormann, J., & Johnson, S. L. (2008). Responses to positive affect: A self-report measure of rumination and dampening. *Cognitive therapy and research, 32*(4), 507-525.
- Fresco, D. M., Frankel, A. N., Mennin, D. S., Turk, C. L., & Heimberg, R. G. (2002). Distinct and overlapping features of rumination and worry: The relationship of cognitive production to negative affective states. *Cognitive Therapy and Research, 26*(2), 179-188.
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American psychologist, 56*(3), 218.
- Fredrickson, B. L. (2004). The broaden-and-build theory of positive emotions. *Philosophical transactions of the royal society of London. Series B: Biological Sciences, 359*(1449), 1367-1377.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology: General, 133*(1), 101.
- Gotlib, I. H., Krasnoperova, E., Yue, D. N., & Joormann, J. (2004). Attentional biases for negative interpersonal stimuli in clinical depression. *Journal of abnormal psychology, 113*(1), 127.
- Grol, M., Hertel, P. T., Koster, E. H., & De Raedt, R. (2015). The effects of rumination induction on attentional breadth for self-related information. *Clinical Psychological Science, 3*(4), 607-618.
- Hsu, K. J., Beard, C., Rifkin, L., Dillon, D. G., Pizzagalli, D. A., & Björgvinsson, T. (2015). Transdiagnostic mechanisms in depression and anxiety: The role of rumination and attentional control. *Journal of affective disorders, 188*, 22-27.

- Huffziger, S., Ebner-Priemer, U., Koudela, S., Reinhard, I., & Kuehner, C. (2012). Induced rumination in everyday life: Advancing research approaches to study rumination. *Personality and Individual Differences, 53*(6), 790-795.
- Joormann, J., Levens, S. M., & Gotlib, I. H. (2011). Sticky thoughts: Depression and rumination are associated with difficulties manipulating emotional material in working memory. *Psychological science, 22*(8), 979-983.
- Koster, E. H., De Lissnyder, E., & De Raedt, R. (2013). Rumination is characterized by valence-specific impairments in switching of attention. *Acta psychologica, 144*(3), 563-570.
- Koster, E. H., De Lissnyder, E., Derakshan, N., & De Raedt, R. (2011). Understanding depressive rumination from a cognitive science perspective: The impaired disengagement hypothesis. *Clinical psychology review, 31*(1), 138-145.
- Kross, E., Ayduk, O., & Mischel, W. (2005). When asking “why” does not hurt distinguishing rumination from reflective processing of negative emotions. *Psychological science, 16*(9), 709-715.
- Le Moul, J., Arditte, K. A., D'Avanzato, C., & Joormann, J. (2013). State rumination: Associations with emotional stress reactivity and attention biases. *Journal of experimental psychopathology, 4*(5), 471-484.
- Lewis, E. J., Blanco, I., Raila, H., & Joormann, J. (2019). Does repetitive negative thinking affect attention? Differential effects of worry and rumination on attention to emotional stimuli. *Emotion, 19*(8), 1450.
- Lyubomirsky, S., & Nolen-Hoeksema, S. (1995). Effects of self-focused rumination on negative thinking and interpersonal problem solving. *Journal of personality and social psychology, 69*(1), 176.
- Lyubomirsky, S., & Nolen-Hoeksema, S. (1993). Self-perpetuating properties of dysphoric rumination. *Journal of personality and social psychology, 65*(2), 339.
- Lyubomirsky, S., Tucker, K. L., Caldwell, N. D., & Berg, K. (1999). Why ruminators are poor problem solvers: clues from the phenomenology of dysphoric rumination. *Journal of personality and social psychology, 77*(5), 1041.

- Marchetti, I., Mor, N., Chiorri, C., & Koster, E. H. (2018). The brief state rumination inventory (BSRI): validation and psychometric evaluation. *Cognitive Therapy and Research*, 42(4), 447-460.
- McCullough, M. E., Bellah, C. G., Kilpatrick, S. D., & Johnson, J. L. (2001). Vengefulness: Relationships with forgiveness, rumination, well-being, and the Big Five. *Personality and social psychology bulletin*, 27(5), 601-610.
- Nalborczyk, L., Banjac, S., Baeyens, C., Grandchamp, R., Koster, E. H., Perrone-Bertolotti, M., & Løevenbruck, H. (2021). Dissociating facial electromyographic correlates of visual and verbal induced rumination. *International Journal of Psychophysiology*, 159, 23-36.
- Newman, M. G., Llera, S. J., Erickson, T. M., Przeworski, A., & Castonguay, L. G. (2013). Worry and generalized anxiety disorder: a review and theoretical synthesis of evidence on nature, etiology, mechanisms, and treatment. *Annual review of clinical psychology*, 9, 275.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.
- Nolen-Hoeksema, S. (1991). Responses to depression and their effects on the duration of depressive episodes. *Journal of abnormal psychology*, 100(4), 569.
- Nolen-Hoeksema, S., & Davis, C. G. (1999). " Thanks for sharing that": ruminators and their social support networks. *Journal of personality and social psychology*, 77(4), 801.
- Nolen-Hoeksema, S., & Morrow, J. (1991). A prospective study of depression and posttraumatic stress symptoms after a natural disaster: the 1989 Loma Prieta Earthquake. *Journal of personality and social psychology*, 61(1), 115.
- Nolen-Hoeksema, S., & Morrow, J. (1993). Effects of rumination and distraction on naturally occurring depressed mood. *Cognition & emotion*, 7(6), 561-570.
- Nolen-Hoeksema, S., Wisco, B. E., & Lyubomirsky, S. (2008). Rethinking rumination. *Perspectives on psychological science*, 3(5), 400-424.

- Pe, M. L., Vandekerckhove, J., & Kuppens, P. (2013). A diffusion model account of the relationship between the emotional flanker task and rumination and depression. *Emotion, 13*(4), 739.
- Philippot, P., & Brutoux, F. (2008). Induced rumination dampens executive processes in dysphoric young adults. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry, 39*(3), 219-227.
- Quigley, L. (2017). *An Examination of Executive Control Biases and Rumination in Currently, Remitted and Never Depressed Individuals* [Doctoral dissertation, University of Calgary]. Prism. <https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3710>
- Spasojević, J., & Alloy, L. B. (2001). Rumination as a common mechanism relating depressive risk factors to depression. *Emotion, 1*(1), 25.
- Stahl, C., Voss, A., Schmitz, F., Nuszbaum, M., Tüscher, O., Lieb, K., & Klauer, K. C. (2014). Behavioral components of impulsivity. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*(2), 850.
- Treynor, W., Gonzalez, R., & Nolen-Hoeksema, S. (2003). Rumination reconsidered: A psychometric analysis. *Cognitive therapy and research, 27*(3), 247-259.
- Watkins, E. R. (2018). *Rumination-focused cognitive-behavioral therapy for depression*. Guilford Publications.
- Watkins, E. D., & Baracaia, S. (2002). Rumination and social problem-solving in depression. *Behaviour research and therapy, 40*(10), 1179-1189.
- Watkins, E., & Brown, R. G. (2002). Rumination and executive function in depression: An experimental study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 72*(3), 400-402.
- Whitmer, A. J., & Banich, M. T. (2007). Inhibition versus switching deficits in different forms of rumination. *Psychological science, 18*(6), 546-553.
- Whitmer, A. J., & Gotlib, I. H. (2013). An attentional scope model of rumination. *Psychological bulletin, 139*(5), 1036.
- Zetsche, U., D'Avanzato, C., & Joormann, J. (2012). Depression and rumination: Relation to components of inhibition. *Cognition & emotion, 26*(4), 758-767.

Zetsche, U., & Joormann, J. (2011). Components of interference control predict depressive symptoms and rumination cross-sectionally and at six months follow-up. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 42(1), 65-73.

Annexe 1 – Données sociodémographiques

Tableau 6 - Fréquence des niveaux de scolarité des participants par expérience

Scolarité	Expérience 1 (n = 34)	Expérience 2 (n = 57)
Secondaire (général)	2	3
Secondaire (professionnel)	1	0
Collégial (préuniversitaire)	5	6
Collégial (technique)	9	13
Universitaire (certificat)	0	2
Universitaire (Baccalauréat)	13	20
Universitaire (2 ^e cycle)	4	11
Universitaire (3 ^e cycle)	0	2

Tableau 7 - Fréquence des occupations principales des participants par expérience

Occupation principale	Expérience 1 (n = 34)	Expérience 2 (n = 57)
Étudiant	18 ^a	25 ^b
Employé salarié	13 ^c	28 ^d
Travailleur autonome	2	3 ^e
Parent au foyer	1 ^f	1

^a Un d'entre eux a également rapporté être employé salarié.

^b Deux d'entre eux ont également rapporté être employé salarié.

^c Un d'entre eux a également rapporté être en congé de parentalité.

^d Quatre d'entre eux ont également été en congé de parentalité, un autre a rapporté aussi être étudiant et un autre a rapporté aussi être travailleur autonome.

^e Un d'entre eux a également rapporté être étudiant.

^f Ce participant a également rapporté être étudiant.